



CATARINA INÊS DA SILVA ROSA

Licenciada em Produção Alimentar em Restauração

DETERMINAÇÃO DA CORRELAÇÃO ENTRE
O DESENVOLVIMENTO DE BOLORES NO
PRODUTO FINAL E A IMPERFEITA
HOMOGENEIZAÇÃO DOS CONSERVANTES
EM PRODUTOS DE PASTELARIA

MESTRADO EM TECNOLOGIA E SEGURANÇA ALIMENTAR

Universidade NOVA de Lisboa

Novembro, 2021

DETERMINAÇÃO DA CORRELAÇÃO ENTRE O DESENVOLVIMENTO DE BOLORES NO PRODUTO FINAL E A IMPERFEITA HOMOGENEIZAÇÃO DOS CONSERVANTES EM PRODUTOS DE PASTELARIA

CATARINA INÊS DA SILVA ROSA

Licenciada em Produção Alimentar em Restauração

Orientador: Professora Doutora Ana Luísa Fernando,
Professora Associada, Universidade NOVA de Lisboa

Coorientador: Engenheiro Carlos Mucho,
Diretor do Departamento de Segurança e Qualidade Alimentar da Empresa

Júri:

Presidente: Professora Doutora Maria Paula Amaro de Castilho Duarte,
Professora Auxiliar, FCT-NOVA

Arguente: Engenheira Sandra Maria Madeira Caeiro Feija,
Gestora de Qualidade da Empresa

Orientador: Professora Doutora Ana Luísa Almaça da Cruz Fernando,
Professora Associada, FCT-NOVA

“Determinação da correlação entre o desenvolvimento de bolores no produto final e a imperfeita homogeneização dos conservantes em produtos de pastelaria”

Copyright © Catarina Inês da Silva Rosa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

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

Dedico esta dissertação todos a os gigantes que como eu, serão eternos ignorantes.

Agradecimentos

Quero aproveitar esta oportunidade para agradecer a todos aqueles que de certa forma sempre acreditaram nos meus objetivos e me apoiaram em todas as minhas decisões, não só durante a realização do estágio de investigação e da elaboração da dissertação, mas sim ao longo de todo o meu percurso académico.

Aos meus pais, aos meus avós, à minha irmã e ao meu cunhado, à minha família que desde sempre me apoiou em todas as minhas decisões e possibilitaram a minha entrada para o ensino superior, com especial agradecimento à minha mãe que me ajudou na organização, estrutura e correção linguística da presente dissertação. Com um carinho especial quero também agradecer ao meu namorado que me acompanhou na parte final da elaboração e discussão da presente dissertação, tornando-se mesmo um pilar na minha vida.

Aos meus amigos, ao Leandro Dias, à Rita Correia e ao André Estrela, as três pessoas que mais apoio emocional me deram ao longo de todo este processo que começou em janeiro e que durou aproximadamente um ano. Um ano de desafios em que a amizade, apoio e amor destas três pessoas se demonstrou um pilar para a concretização desta dissertação. Um grande obrigado a todos vocês, os meus melhores amigos. Um agradecimento também aos restantes amigos e colegas de faculdade que de certa forma estiveram sempre presentes na minha vida (académica e pessoal) e que também contribuíram de alguma forma para o meu sucesso.

Aos analistas da fábrica por todo o apoio, disponibilidade e boa disposição que tornaram as deslocações à fábrica mais agradáveis, que me acompanharam na minha investigação e que sempre se mostraram disponíveis para responder às minhas dúvidas ou mesmo para me enviarem documentos de apoio ao desenvolvimento da dissertação. Sem esquecer um especial agradecimento à Filipa Pires, que me ajudou na realização de análises a algumas amostras.

E por último, mas não menos importante, quero agradecer aos meus orientadores. Ao Engenheiro Carlos Muacho pela oportunidade que me deu em realizar o meu estágio de investigação na fábrica, e também por todo o apoio que sempre demonstrou ao longo do desenrolar do estágio mostrando sempre disponíveis para esclarecer dúvidas e discutir ideias. E por fim, à Professora Doutora Ana Luísa Fernando, minha orientadora, por todo apoio, boa disposição, simpatia e principalmente orientação, desde o início, pela busca por um tema ou estágio, até à fase final de entrega da dissertação, que sempre se mostrou disponível para discutir ideias, estudos e análises. A estas duas grandes pessoas um obrigado é pouco.

Resumo

A deterioração de alimentos por microrganismos é conhecida há muito tempo e no ramo da tecnologia alimentar começou a tentar utilizar-se esses mesmos microrganismos para benefício humano. Contudo, e em produtos de padaria industrial, bem como em todos os produtos de padaria, estes microrganismos e principalmente os bolores continuam a ser um problema. A presente dissertação teve assim como base um problema alimentar industrial onde se determinou que dois em cada um milhão de produtos de padaria industrial produzidos desenvolviam bolores, sem uma causa aparente. O principal objetivo desta dissertação passou por fazer o despiste de uma das possibilidades para a origem dos bolores, tentando perceber se existe alguma relação entre o desenvolvimento de bolores no produto final e a imperfeita homogeneização dos conservantes nos croissants e bolos recheados (os produtos produzidos pela fábrica). Para isto foi analisado em laboratório da faculdade e em laboratório certificado a quantidade de propionato de cálcio presente nos bolos e croissants por quilograma de massa; na faculdade foi estudada a quantidade de sorbato de potássio nos cremes por quilograma de creme; foi elaborada simultaneamente uma análise a todos os parâmetros avaliados na fábrica para aprovação de qualidade de produto para expedição com o objetivo de identificar um outro fator que estivesse na eventual origem dos bolores. Após estes estudos comprovou-se que efetivamente a homogeneização do propionato de cálcio no bolos e croissants é imperfeita, bem como a homogeneização do sorbato de potássio é imperfeita nos cremes. Mais tarde, verificou-se que existia uma relação entre os cremes com maior carga microbiológica e os croissants com menos conservante na massa e o desenvolvimento de bolores. Por fim, e de forma a confirmar a relação supramencionada foi então realizado um estudo onde se verificou que efetivamente o facto da massa ter menos conservantes e/ou o creme ter uma maior carga microbiológica possibilita o desenvolvimento de bolores no produto final. De forma a melhorar a qualidade microbiológica do produto final foi sugerido que aumentassem ligeiramente a quantidade de propionato de cálcio na massa do bolo 1 (produto com menos concentração deste conservante por kg de massa, e com mais reclamações), também foi sugerido que dissolvessem sempre o conservante em água melhorando a sua homogeneização na massa. Após a introdução destas melhorias na dissolução dos aditivos o número de reclamações reduziu-se de 20 (no produto com mais reclamações) para 6 no mesmo período de tempo no ano seguinte.

Palavras-chaves: bolos; croissants; cremes; qualidade alimentar; microrganismos; bolores; propionato de cálcio; sorbato de potássio

Abstract

Food deterioration by microorganisms has long been known and in the field of food science those microorganisms began to be used for human benefit. However, and in industrial bakery products, as well as in all bakery products, these microorganisms and especially moulds remain a problem. This dissertation was based on an industrial food problem where it was determined that two out of every one million industrial baked products developed moulds, with no apparent cause. The main aim of this dissertation was to analyse one of the possibilities for the origin of moulds, trying to understand if there is any relationship between the development of fungi and moulds in the final product and the imperfect homogenization of preservatives in croissants and stuffed cakes (the products produced by the factory). In this sense, the amount of calcium propionate present in cakes and croissants per kilogram of dough was analysed in the faculty laboratory and in a certified laboratory; in the faculty, the amount of potassium sorbate in creams per kilogram of cream was studied; simultaneously, the student analysed all the parameters evaluated at the factory for the approval of the product quality for shipment in order to identify another factor that could be originating the moulds. After these studies, it was proven that effectively both the homogenization of calcium propionate in cakes and croissants, and the homogenization of potassium sorbate in creams were imperfect. Later, it was found that there was a relationship between the creams with a higher microbiological load and the croissants with fewer preservatives in the dough and the development of moulds. Finally, and in order to confirm the above-mentioned relationship, a study was then carried out where it was found that, indeed, the fact that the dough has fewer preservatives and/or the cream has a higher microbiological load allows the development of moulds in the final product. In order to improve the microbiological quality of the final product, it was suggested that they slightly increase the amount of calcium propionate in the bolo 1 dough (product with less concentration of this preservative per kg of dough, and with more mold complaints), it was also suggested that they always dissolve the preservative in water improving its homogenization in the dough. After the introduction of these improvements in the dissolution of additives, the number of complaints was reduced from 20 (in the product with the most complaints) to 6 in the same period of time in the following year.

Keywords: cakes; croissants; creams; food quality; molds; calcium propionate; potassium sorbate

Índice

1.	Introdução	1
1.1.	Desafios na Segurança Alimentar	3
1.2.1.	Casos de Estudo – Cremes e Massas	5
1.2.	Conservantes Alimentares	5
1.3.1.	Sorbato de Potássio	6
1.3.2.	Propionato de Cálcio	9
1.3.	Bolores.....	11
2.	A Empresa e os produtos em análise	13
2.1.	Processos e Produção	13
2.1.1.	Cremes – Cacau e Baunilha	13
2.1.2.	Madres.....	15
2.1.3.	Bolos e Croissants.....	16
2.1.4.	Fluxograma de Produção	18
2.2.	Parâmetros Analisados em Qualidade.....	19
2.2.1.	Atividade da água (a_w)	19
2.2.2.	pH.....	20
2.2.3.	Humidade.....	21
2.2.4.	Temperatura	22
2.2.5.	Dimensões.....	23
2.2.6.	Gordura	23
2.2.7.	Viscosidade	24
2.3.	Parâmetros Analisados em Microbiologia	24
3.	Metodologia.....	26
3.1.	Avaliação da Homogeneização de Sorbato de Potássio	26
3.1.1.	Preparação da Solução Padrão	26
3.1.2.	Preparação da amostra	26
3.1.3.	Determinação do Sorbato de Potássio.....	27
3.1.4.	Quantificação	27

3.2.	Avaliação da Homogeneização de Propionato de Cálcio.....	27
3.2.1.	Preparação da Solução Padrão	28
3.2.2.	Preparação da solução de Sulfato férrico amoniacal	28
3.2.3.	Preparação da Amostra	28
3.2.4.	Teste de Cor ao Propionato de Cálcio.....	28
3.2.5.	Análise em Laboratório.....	29
3.3.	Análise comparativa entre os dados analíticos de qualidade e microbiologia de 2020 e as reclamações de produtos doces por bolores.....	29
3.4.	Estudo do pH das Madres.....	29
3.5.	Análise microbiológicas aos tanques dos cremes e aos cremes	30
3.6.	Estudo sobre a relação da homogeneização do propionato de cálcio com a qualidade microbiológica de creme injetado no produto.....	30
4.	Resultados e Discussão Resultados	32
4.1.	Homogeneização do Propionato de Cálcio	32
4.2.	Homogeneização do Sorbato de Potássio.....	37
4.3.	Dados de 2020 e Reclamações por Bolores	39
4.4.	Estudo do pH das Madres.....	61
4.5.	Análises microbiológicas aos tanques dos cremes e aos cremes.....	63
4.6.	Estudo sobre a relação da homogeneização do propionato de cálcio com o tipo de creme injetado no produto.....	65
5.	Conclusão	74
6.	Bibliografia	75
7.	Anexo.....	79

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Fórmula estrutural do Ácido sórbico.....	6
Figura 1.2 - Fórmula Estrutural do Sorbato de Potássio	6
Figura 1.3 - Fórmula estrutural do ácido propiónico Fonte: (EFSA, 2014).....	9
Figura 1.4 - Fórmula estrutural do propionato de cálcio Fonte: (EFSA, 2014)	9
Figura 2.1 - Fluxograma de Produção.....	18
Figura 4.1 - Coloração do ensaio branco e das soluções padrões 5, 10, 15, 20 e 25 respectivamente.	34
Figura 4.2 – Resultado do teste de cor do propionato de cálcio realizado à amostra 3; Legenda: B - tubos de ensaio com a amostra 3; A – Tubo de ensaio com a solução padrão 10, que tem a mesma cor que a amostra.	35
Figura 4.4 - Relação entre o pH das diferentes Madres em estudo.....	63
Figura 4.5 - Resultados da Inspeção Visual feita à amostra BX, à 8ª semana de vida útil do produto	69
Figura 4.6 - Bolores desenvolvidos na amostra CX às 14 semanas de vida útil do produto	70
Figura 4.7 - Bolores desenvolvidos na amostra BY às 14 semanas de vida útil do produto	71

Índice de Tabelas

Tabela 3.1 - Codificação das amostras recolhidas para a elaboração do teste que relaciona a quantidade percentual do propionato com a qualidade microbiológica do creme	31
Tabela 4.1 - Quantidade teórica de propionato de cálcio por quilograma de produto	32
Tabela 4.2 - Resultados obtidos das amostras de massa crua com o propionato adicionado em pó analisados em laboratório.....	33
Tabela 4.3 - Resultados obtidos das amostras de massa crua com o propionato adicionado em suspensão analisados em laboratório	33
Tabela 4.4 - Codificação da cor das soluções padrão	34
Tabela 4.5 - Resultados semiquantitativos do teste de cor realizado no laboratório da faculdade	36
Tabela 4.6 - Quantidade teórica de sorbato de potássio por quilograma de produto	37
Tabela 4.7 - Resultados da Análise feita à quantidade de sorbato de potássio presente nos cremes.	38
Tabela 4.8 - Legenda de cores.....	39
Tabela 4.9 - Resultado da Análise à Humidade do Produto Acabado em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas	41
Tabela 4.10 - Resultado da Análise ao pH do Produto Acabado em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas	42
Tabela 4.11 - Resultado da Análise ao a_w do Produto Acabado em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas.	43
Tabela 4.12 - Resultado da Análise ao Comprimento do Produto Acabado em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas.....	45
Tabela 4.13 – Resultados da análise microbiológica ao Creme realizada no arranque da linha em todos os produtos da linha de doce analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 e 2021 com o total de reclamações registadas	46
Tabela 4.14 - Resultados da análise microbiológica ao Produto Acabado realizada em todos os produtos da linha de doce analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 e 2021 com o total de reclamações registadas	47
Tabela 4.15 - Resultados da Inspeção Visual ao Produto Acabado em todos os produtos da linha de doce analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 e 2021 com o total de reclamações registadas.....	48

Tabela 4.16 - Resultado da Análise à Temperatura do Produto Intermédio em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas.....	49
Tabela 4.17 - Resultado da Análise à Humidade do Produto Intermédio em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas.....	50
Tabela 4.18 - Resultado da Análise à Viscosidade do Creme em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas	51
Tabela 4.19 - Resultado da Análise ao pH do Creme Intermédio em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas	52
Tabela 4.20 - Resultado da Análise ao pH do Creme em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas	53
Tabela 4.21 - Resultados da análise de comparação das horas de produção de cada equipa com as respetivas reclamações por Equipa	54
Tabela 4.22 - Resultados da análise de comparação das horas de produção de cada turno com as respetivas reclamações por turno	55
Tabela 4.23 - Resultado da Análise ao pH das madres utilizadas em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas	56
Tabela 4.24 - Resultado da Análise à Acidez das Madres utilizadas em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas	57
Tabela 4.25 - Localização do creme dentro do tanque no momento de injeção	58
Tabela 4.26 - Resultado da Análise à Gordura do Produto Intermédio em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas.....	59
Tabela 4.27 - Relação entre os indicadores C), M) e O) e o desenvolvimento de bolores nos produtos doces da Fábrica.....	60
Tabela 4.28 - Codificação do pH das madres	62
Tabela 4.29 - Resultado da Análise Microbiológica aos tanques vazios. Os dados da tabela são apresentados em ufc/g.....	64
Tabela 4.30 - Resultados das análises microbiológicas feitas a amostras de creme recolhida das diferentes zonas do creme. Os dados da tabela são apresentados em ufc/g.....	65

Tabela 4.31 - Resultados dos testes microbiológicos realizados a creme de cacau para efetuar o estudo. Os dados da tabela são apresentados em ufc/g	66
Tabela 4.32 - Resultados da análise microbiológica e de inspeção visual feita aos croissants com creme de cacau em análise no estudo que relaciona a quantidade de propionato de cálcio presente na massa do produto com a qualidade microbiológica do creme injetado	67
Tabela 4.33 - Resultado da Análise Visual realizada à 14 ^a semana de vida útil das amostras em estudo	70
Tabela 4.34 - Resultados da análise visual efetuada nos produtos produzidos na fábrica em 2020 ..	71
Tabela 4.35 - Resultado da Análise Visual realizada à 17 ^a semana de vida útil das amostras em estudo	72

Índice de Anexos

Anexo 1 - Codificação das mostras recolhidas para laboratório no dia 19 de fevereiro de 2021.....	79
Anexo 2 - Inspeção Visual à 14 ^a semana - Amostra AX.....	79
Anexo 3 - Inspeção Visual à 14 ^a semana - Amostra AX (continuação).....	80
Anexo 4 - Inspeção Visual à 14 ^a semana - Amostra BX.....	80
Anexo 5 - Inspeção Visual à 14 ^a semana - Amostra BX (continuação).....	81
Anexo 6 - Inspeção Visual à 14 ^a semana - Amostra BX Bolor.....	81
Anexo 7 - Inspeção Visual à 14 ^a semana - Amostra CX.....	81
Anexo 8 - Inspeção Visual à 14 ^a semana - Amostra CX (Continuação).....	82
Anexo 9 - Inspeção Visual à 14 ^a semana - Amostra DX.....	82
Anexo 10 - Inspeção Visual à 14 ^a semana - Amostra DX (continuação).....	82
Anexo 11 - Inspeção Visual à 14 ^a semana - Amostra AY.....	83
Anexo 12 - Inspeção Visual à 14 ^a semana - Amostra AY (continuação).....	83
Anexo 13 - Inspeção Visual à 14 ^a semana - Amostra BY.....	83
Anexo 14 - Inspeção Visual à 14 ^a semana - Amostra BY (continuação).....	84
Anexo 15 - Inspeção Visual à 14 ^a semana - Amostra BY Bolor.....	84
Anexo 16 - Inspeção Visual à 14 ^a semana - Amostra CY.....	84
Anexo 17 - Inspeção Visual à 14 ^a semana - Amostra CY (continuação).....	85
Anexo 18 - Inspeção Visual à 14 ^a semana - Amostra CY Bolor.....	85
Anexo 19 - Inspeção Visual à 14 ^a semana - Amostra DY.....	86
Anexo 20 - Inspeção Visual à 14 ^a semana - Amostra DY (continuação).....	86
Anexo 21 - Inspeção Visual à 14 ^a semana - Amostra DY Bolor.....	86
Anexo 22 - Inspeção Visual à 17 ^a semana - Amostra AX.....	87
Anexo 23 - Inspeção Visual à 17 ^a semana - Amostra BX.....	87
Anexo 24 - Inspeção Visual à 17 ^a semana - Amostra BX Bolor.....	87
Anexo 25 - Inspeção Visual à 17 ^a semana - Amostra CX.....	88
Anexo 26 - Inspeção Visual à 17 ^a semana - Amostra CX Bolor.....	88
Anexo 27 - Inspeção Visual à 17 ^a semana - Amostra DX.....	88
Anexo 28 - Inspeção Visual à 17 ^a semana - Amostra DX Bolor.....	89

Anexo 29 - Inspeção Visual à 17 ^a semana - Amostra AY	89
Anexo 30 - Anexo 61 - Inspeção Visual à 17 ^a semana - Amostra BY	89
Anexo 31 - Inspeção Visual à 17 ^a semana - Amostra CY	90
Anexo 32 - Inspeção Visual à 17 ^a semana - Amostra CY bolor.....	90
Anexo 33 - Inspeção Visual à 17 ^a semana - Amostra DY bolor.....	90
Anexo 34 - Inspeção Visual à 17 ^a semana - Amostra DY bolor.....	91

Lista de Abreviaturas e Siglas

a_w – atividade da água

Ca – cálcio

C – carbono

°C – grau Celcius

FAO – *Food and Agriculture Organization*

GRAS – *generally recognized as safe*

g – grama

H – hidrogénio

K – potássio

kg - quilograma

ml – mililitro

mg - miligrama

mol – unidade molar

N - azoto

NOK – Não está conforme

O – oxigénio

OK – está conforme

PA – Produto acabado

PI – Produto intermédio

pK_a – constante de dissociação

UFC - unidade formadora de colónias

1. Introdução

A evolução da segurança e da tecnologia alimentar entre outros fatores, promoveram o aumento da longevidade do ser humano, tal como se pode aferir em estudos como o de Shi et al. (2015) que demonstram como é que a alimentação se relaciona com o aumento ou a diminuição da esperança média de vida das populações consoante os seus hábitos alimentares. Deste modo, a segurança alimentar permitiu um incremento do consumo de alimentos seguros do ponto de vista químico, físico e biológico, invertendo proporcionalmente o número de pacientes que contraem e/ou morrem com doenças transmitidas por via alimentar (Barbosa et al., 2021; Rodrigues et al., 2021). A tecnologia alimentar, tem ainda um papel mais importante, pois permitiu ao longo dos últimos anos, que se desenvolvessem técnicas e instrumentos que permitem a manipulação e o desenvolvimento de alimentos aptos às necessidades de grupos específicos, como por exemplo, pessoas com alergias e intolerâncias alimentares (Soares et al., 2015, 2016). Estes produtos permitiram aos indivíduos com alergias e intolerâncias alimentares, a possibilidade de ter uma alimentação equilibrada e rica sem pôr em causa a sua saúde.

A tecnologia alimentar permitiu ainda que os prazos de validade dos alimentos fossem cada vez mais alargados, chegando aos seus destinatários com qualidade de consumo adequadas, permitindo uma melhoria significativa da qualidade de vida do Homem (Andrade et al., 2020; Pires et al., 2018; Severo et al., 2021; Souza et al., 2018a, 2018b, 2019, 2020). Contudo, também é de conhecimento geral que, o desenvolvimento tecnológico nas várias áreas do conhecimento incluindo a área alimentar, tiveram igualmente impactos negativos no Ser Humano, tais como, o aumento do sedentarismo e comodismo que fez disparar a percentagem de indivíduos obesos e acima do peso, e por conseguinte, o número de doentes e de doenças a esta condição associadas, como a diabetes, hipertensão e outras. Torna-se assim, um desafio para todos tentar criar estratégias e formas de estar que contrariem estas tendências, sem colocar em causa os benefícios que a tecnologia alimentar trouxe para a sociedade.

A FAO, *Food and Agriculture Organization*, define segurança e qualidade alimentar como a chave para um sistema de saúde pública seguro e saudável. Isto acontece, pois, é através do controlo da segurança e da qualidade alimentar que se consegue promover a saúde e bem-estar das pessoas, e ao mesmo tempo também é possível fomentar o desenvolvimento da economia global promovendo o acesso de toda a população a mercados locais, nacionais e internacionais. Por sua vez, este crescimento de mercados acaba por ter um efeito no desenvolvimento do estilo de vida dos indivíduos que começam a ter acesso a novos produtos, com validades mais prolongadas e de fácil manuseamento. (FAO, 2021)

Atualmente, a segurança alimentar tem um papel significativo e imperativo em toda a indústria alimentar, sendo por isso a qualidade alimentar uma vertente em constante desenvolvimento pois, na compra de um produto alimentar, seja ele fresco ou processado, é de esperar que este seja seguro,

sendo a sua qualidade uma das variantes que determina o preço que cliente está disposto a pagar pelo produto em questão. Na tentativa de assegurar o aumento do tempo de vida de prateleira de produtos alimentares industrializados, a segurança alimentar do produto final, bem como a melhoria da sua qualidade, são cada vez mais utilizados aditivos alimentares tais como conservantes. Estes aditivos, como seria expectável, são estudados, sendo certificada não só a sua segurança, bem como a sua eficácia no produto antes de serem adicionados aos alimentos.

O Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar da NOVA School of Science and Technology tem assim como base as filosofias supramencionadas e a presente dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Tecnologia e Segurança Alimentar foi proposta pela Professora Doutora Ana Luísa Fernando e pelo Engenheiro Carlos Muacho, orientadora institucional e orientador empresarial, respetivamente.

A dissertação foi elaborada em conjunto com o estágio de investigação curricular, utilizando-o como base para a mesma. O estágio teve assim lugar numa indústria alimentar produtora de aperitivos à base de batata e milho, croissants e bolos recheados, sendo o foco da presente dissertação o trabalho desenvolvido na linha de produção dos croissants e bolos recheados.

A problemática em questão reside em algumas reclamações dos produtos doces (croissants e bolos recheados) por parte dos consumidores, que afirmam a presença de bolores nestes produtos quando o mesmo se encontra dentro do prazo de validade. Apesar deste tipo de reclamações ser reduzido quando comparado com a produção total (cerca de duas reclamações por cada milhão de embalagens produzidas) e sendo este um problema de segurança alimentar, a empresa pretende construir uma solução ou encontrar uma justificação para o desenvolvimento de microrganismos, de modo a conseguir controlar e resolver este problema.

O principal objetivo da presente dissertação foi colocado pelo Engenheiro Carlos Muacho (Diretor do Departamento de Qualidade e Segurança Alimentar da empresa), e passa por averiguar a relação existente entre os processos de homogeneização dos ingredientes das massas dos croissants/bolos e dos respetivos recheios de cremes de cacau/baunilha e o crescimento de bolores nos produtos finais. Após vários despistes de possíveis fontes de contaminação e/ou possíveis variantes que possibilitassem o desenvolvimento destes microrganismos nos produtos em questão, surgiu a necessidade de estudar a correta homogeneização das massas e dos cremes, tentando perceber se os conservantes utilizados nestes produtos ficam de igual modo distribuídos em toda a massa ou em todo o creme.

Paralelamente a este estudo, foi ainda proposto que fossem analisados todos os dados microbiológicos e de qualidade registados pelos analistas no ano de 2020 para que se pudesse verificar se existia mais algum indicador que levasse ao desenvolvimento de bolores nestes produtos. Esta questão surgiu no decurso do estágio curricular, mas revelou-se de extrema importância para o trabalho desenvolvido.

1.1. Desafios na Segurança Alimentar

Atualmente o conceito de segurança alimentar abrange cada vez mais aspetos importantes para a segurança das pessoas. Por conseguinte, este conceito preocupa-se em proteger as populações, não só através do fornecimento de alimentos seguros, mas também protegendo toda a envolvente que está diretamente relacionada com a produção de alimentos. É por esta razão que cada vez mais surgem associados ao conceito de segurança alimentar, os conceitos de sustentabilidade e cuidado ambiental.

O conceito de sustentabilidade tem evoluído ao longo dos anos, sendo aplicável de diferentes formas tendo em conta o contexto que se discute. Contudo, existe uma base que é comum em todos os contextos de sustentabilidade, e esta relaciona os três pilares do conceito: a economia, o ambiente e a sociedade. Quando se discute o tema de sustentabilidade alimentar os principais temas a relacionar são o direito à alimentação no presente e no futuro e o direito a um planeta habitável para todas as pessoas. Relacionado com este tema, surgem assim questões sobre a qualidade alimentar, a saúde pública e o uso de recursos naturais. Onde é importante salientar três aspetos que estão diretamente relacionados com todo o sistema alimentar: o primeiro baseia-se no facto do sistema alimentar estar completa e diretamente dependente dos recursos naturais, sejam eles oriundos da terra ou do mar; o segundo está relacionado com os resíduos produzidos (emissões gasosas, águas residuais, desperdício alimentar, entre outros); e por fim, o terceiro está relacionado com a biodisponibilidade dos alimentos, regeneração de recursos, entre outros aspetos (Banterle et al., 2018). Todas estas questões são apresentadas como um dos desafios à segurança alimentar uma vez que para a garantir em todos os produtos alimentares que chegam ao consumidor é, atualmente, cada vez mais importante assegurar a segurança das matérias-primas alimentares bem como do meio ambiente envolvente de toda a cadeia alimentar. É por esta razão, extremamente necessário garantir a regeneração dos recursos naturais para que as gerações futuras possam ter acesso aos mesmos produtos, nas mesmas quantidades e com a mesma qualidade e segurança alimentar apresentadas atualmente.

Outro tema a salientar como desafio na segurança alimentar é a fraude alimentar. Esta, é assim definida pela Comissão Europeia “como qualquer ação praticada por uma entidade comercial (individual ou coletiva) com a intenção de enganar o consumidor de modo a obter lucro” (EC, 2021). Para uma melhor compreensão sobre o que é a fraude alimentar, esta pode ser dividida em diferentes tipos de fraude, onde se destaca a diluição, a substituição, a omissão, o aprimoramento não aprovado, a falsificação de produtos, a rotulagem incorreta e por fim, o tráfico ilegal em mercado negro (EC, 2021). A fraude alimentar pode levar a distorções no mercado que podem ter um impacto local ou até a nível internacional na economia. Porém, como quem pratica fraude alimentar não pretende causar danos físicos nas pessoas, muitas das vezes não é possível determinar a extensão do problema, pois, como não se consegue identificar as pessoas que praticaram estes ilícitos, o problema de fraude alimentar não é reportado nem eliminado, tornando se extremamente difícil controlar de modo a proteger o consumidor (Ulberth, 2020).

Tendo em conta o tráfico ilegal de animais selvagens para consumo alimentar como um dos grandes problemas de fraude alimentar e um dos desafios de segurança alimentar a ultrapassar e controlar, tornou-se relevante demonstrar o seguinte exemplo para que se pudesse perceber a gravidade dos problemas existentes, e neste caso o tráfico ilegal de animais selvagens para consumo alimentar. Assim, e apesar de ainda não haver uma causa determinada, muitos estudos apontam como causa de origem do coronavírus (COVID-19), a ingestão de animais selvagens. (Min et al., 2020) Esta causa provoca assim um impacto de grandes proporções na segurança alimentar, uma vez que se torna ainda mais urgente garantir aos consumidores que os produtos alimentares que consomem são e estão seguros. Esta necessidade verificou-se mais nos países orientais e asiáticos, onde Min et al. (2020) estudaram como é que o conhecimento sobre segurança alimentar poderia afetar efetivamente o comportamento dos consumidores no que diz respeito à aquisição de produtos alimentares seguros, e como saber se esses produtos são efetivamente seguros. A verdade é que após este estudo, os autores não conseguiram chegar a nenhum consenso, pois, apesar da população perceber que o conhecimento alimentar é efetivamente importante, para algumas não é suficiente. Durante o seu estudo, surgiu outra questão de extrema importância para a segurança alimentar, que passa pelo controlo seguro e tráfico de animais para fins alimentares, mas mais especificamente no tráfico ilegal de animais selvagens para fins alimentares. Torna-se assim, de importância extrema, conseguir travar este tráfico ilegal de animais selvagens para fins alimentares, de modo a garantir a saúde dos consumidores, que como foi possível verificar pela pandemia atualmente vivida, tem um grande impacto na saúde pública de toda a população mundial. (Min et al., 2020)

Após esta breve revisão sobre alguns pontos que podem pôr em causa a segurança alimentar da população, sendo estes considerados os atuais desafios da segurança alimentar, torna-se necessário tomar medidas para começar a tentar resolver ou pelo menos minimizar estes problemas que põem em causa a saúde pública de toda a população mundial. Assim, e numa perspetiva educacional de modo a que as gerações futuras tenham mais conhecimento alimentar e, neste caso, sobre segurança alimentar, Kuo e Weng (2021) estudaram o efeito da educação alimentar em crianças do sexto ano de escolaridade, conseguindo perceber que apesar de não ser uma solução, que a educação alimentar é um ponto de partida. De uma forma educativa, é possível mudar os comportamentos alimentares das crianças, fazendo com que elas escolham não só alimentos mais saudáveis e equilibrados, como também tenham atenção aos rótulos dos alimentos para saberem, por exemplo, a sua composição e validade do produto, podendo assim estar alerta para temas como envenenamento por comida (alergénios), a preservação da comida, os aditivos alimentares, entre outros. Esta consciencialização à escala global tem um efeito tremendo no que diz respeito aos mais derivados problemas de saúde pública de origem alimentar.

No ponto a seguir apresentado, serão expostos casos de estudos onde a segurança e a qualidade alimentar tomam um papel importante nos produtos estudados na presente dissertação, massas e cremes de bolos e croissants produzidos industrialmente, demonstrando alguns dos problemas que ocorrem com este tipo de produtos e formas de os resolver e solucionar.

1.2.1. Casos de Estudo – Cremes e Massas

O aparecimento de fungos nos produtos de padaria industrial é um problema atual neste tipo de indústria. Uma vez que este tipo de produtos tem tempos de vida muito elevados (validades superiores a 45 dias – o produto em estudo tem 14 semanas de validade, aproximadamente 100 dias de vida útil) os fungos são os microrganismos que mais se desenvolvem nos mesmos (Morassi et al., 2018). O seu desenvolvimento está associado a uma contaminação pós-cozedura, e por isso é fundamental que todas as operações depois da cozedura dos produtos de padaria sejam altamente higienizadas e que estejam sanitariamente seguras de modo a diminuir a contaminação por estes microrganismos, e ao mesmo tempo Morassi et al. (2018) afirma que também é importante saber qual a estirpe do fungo desenvolvido, para se poder tomar medidas corretivas que de facto consigam controlar o seu desenvolvimento.

A massa dos croissants e doces produzidos na fábrica é um dos componentes mais importantes do produto final e, esta é produzida com um fermento natural, a madre (consultar o ponto 2.1.2). Esta é basicamente uma massa que é fermentada naturalmente e espontaneamente por microrganismos originalmente presentes na farinha e na água, sendo que muitas vezes é muito complicado prever que microrganismos se vão desenvolver na massa, o que causa uma grande variabilidade na qualidade do produto final. De modo a perceber melhor como resulta o desenvolvimento de microrganismos nestes produtos, Oshiro et al. (2020) desenvolveram um estudo onde apresentam, não só a diversidade de microrganismos existentes em todo este processo fermentativo, mas também quais os melhores microrganismos para se obter a qualidade pretendida no produto final, e estudaram também que estes podem ser obtidos e conjugados em toda a dinâmica do ecossistema fermentativo da massa mãe. Esta pesquisa torna-se assim muito importante, pois, atualmente, este é um problema que afeta a produção de produtos com fermentos naturais, que apresentam grandes variações na qualidade final da mesma. Estas variações vão desde o crescimento do produto final na fermentação, ou seja, tendo em conta a qualidade do fermento natural existem massas que fermentam melhor que outras; relacionado com a qualidade microbiológica da massa final, um dos objetivos da madre é baixar o pH da massa do produto final aumentando assim ligeiramente o seu tempo de vida útil (este ponto será explicado mais à frente); o sabor, é outra variação que a madre pode quase produto final e estes são fatores, entre outros que precisam de ser estudados com elevado detalhe e rigor de modo a garantir o melhor fermento natural para o produto de padaria/pastelaria que se pretende obter. A utilização de conservantes pode auxiliar o processo tecnológico ao permitir uma melhoria a nível do aumento do prazo de vida útil dos produtos.

1.2. Conservantes Alimentares

Atualmente existem centenas de aditivos alimentares com diferentes funções, alguns só com uma função, outros mais complexos, com mais do que uma função. Dentro destas funções destacam-se principalmente a capacidade de conservante, de acidificante, de melhoramento do valor nutricional,

da adição ou melhoramento da cor, da adição ou melhoramento do sabor e do melhoramento da textura. (Davidson & Branen, 2005)

Alguns destes aditivos podem ser encontrados de forma natural nos alimentos, mas alguns são sintetizados quimicamente. Por esta razão, para além de atualmente se reconhecer que o uso destes aditivos é necessário para melhorar a qualidade e o tempo de vida útil dos produtos alimentares, bem como a sua segurança alimentar, existem riscos de toxicologia associados a estes produtos. Deste modo, é imprescindível estudar estes componentes alimentares, garantido que os riscos que eles apresentam para a saúde pública são tão insignificantes face aos benefícios que apresentam na segurança alimentar que a sua utilização é justificável e necessária. (Davidson & Branen, 2005)

Seguidamente nesta dissertação serão apresentados dois conservantes alimentares, o sorbato de potássio e o propionato de cálcio que estão em estudo face à sua eficiência e distribuição nos produtos em que são adicionados.

1.3.1. Sorbato de Potássio

O ácido sórbico (E200), com nome químico de ácido (2*E*,4*E*)-hexa-2,4-dienóico tem a fórmula molecular $C_6H_8O_2$ e peso molecular de 112,12 g/mol – figura 1.1. (EFSA, 2015); é um ácido gordo polinsaturado de cadeia linear e trans-trans, utilizado numa grande variedade de produtos alimentares como conservante, pois tem a capacidade de atrasar o crescimento de bolores e leveduras sendo normalmente adicionado aos alimentos sob a forma de um sal. (Davidson et al., 2005; Wood et al., 2004)

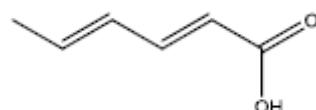


Figura 1.1 - Fórmula estrutural do Ácido sórbico
Fonte: (EFSA, 2015)

Uma vez que o grupo carboxila do ácido sórbico é altamente reativo, dá origem às diversas formas de sais e esteres. (Davidson et al., 2005) O sorbato de potássio (E202) é um sal de potássio do ácido sórbico, e tem como nome químico (2*E*,4*E*)-hexa-2,4-dienoato de potássio, tem como fórmula molecular $C_6H_7O_2K$ e um peso molecular de 150,22g/mol – figura 1.2. Comercialmente apresenta-se cristalizado sob a forma de pó branco e é solúvel em água e em etanol. (EFSA, 2015)

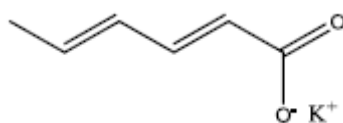


Figura 1.2 - Fórmula Estrutural do Sorbato de Potássio
Fonte: (EFSA, 2015)

A vantagem de utilizar estes sais de sorbato em vez do ácido sórbico, é que estes, e nomeadamente o sorbato de potássio, conseguem ser solúveis em água enquanto o ácido sórbico é mais solúvel em álcool, especialmente em etanol. (Davidson et al., 2005)

Davidson et al. (2005) conseguiram ainda provar que o sorbato de potássio tem um potencial anti microbiológico de 74%, sendo por isso considerado um agente conservante ao conseguir inibir o crescimento celular, bem como a multiplicação celular, germinação e formação de esporos por microrganismos. Provaram ainda que, a sua fração presente nos alimentos depende do pH do produto alimentar no geral, da quantidade e tipo de gorduras nele presentes e igualmente da presença de outros ingredientes que possam interagir com este ácido. (Davidson et al., 2005)

As perdas de ácido sórbico durante o processamento e armazenamento dos produtos alimentares depende de vários fatores como os níveis de sorbatos adicionados inicialmente, a natureza e pH das matérias-primas, a quantidade de aminoácidos, iões e antioxidantes presentes no produto final, o tipo de material da embalagem, o conteúdo de humidade, as condições de processamento, a adição de outros conservantes, e por fim, o tempo e a temperatura de armazenamento do produto final. É deste modo crucial examinar todos estes fatores de maneira a conseguir presumir e controlar a migração do ácido sórbico durante o processamento e armazenamento de produtos alimentares, pois esta migração vai influenciar a preservação e conservação destes mesmos produtos. (Davidson et al., 2005)

Como foi supramencionado, o ácido sórbico e os seus sais têm elevado poder anti microbiano. Contudo, para aumentar a sua eficiência contra os microrganismos é importante ter em consideração outros fatores como o a_w , o pH e a presença de atmosferas modificadas (na presença de por exemplo, CO_2). (Davidson et al., 2005) Segundo Cauvain, (2003) a atividade da água enaltece a eficiência do sorbato de potássio, e deste modo quanto mais pequeno for o a_w maior é a eficiência do conservante e assim, maior o tempo de prateleira do produto. No caso do pH, a ação anti microbiana do sorbato aumenta à medida que o valor do pH diminui e se aproxima da sua constante de dissociação ($pK_a = 4,76$). (Davidson et al., 2005) Pelo que, estudos comprovam, que este se mantém ativamente eficiente em pH de 6,5. Aqui também é necessário ter em consideração que se o pH do substrato for muito elevado pode dar origem à dissociação do ácido sórbico, contudo, ambas as formas do ácido têm poder anti microbiológico. (Marie Skirdal & Eklund, 1993)

Mesmo em concentrações muito pequenas de sorbato, estas podem ser suficientes para inibir o crescimento de fungos, todavia é importante ter em consideração que alguns destes microrganismos conseguem metabolizar este composto, tornando-se tolerantes ao mesmo. (Davidson et al., 2005) Os sorbatos conseguem afetar a estrutura morfológica e aparência dos microrganismos, comprometendo assim a sua integridade e funções pois interage diretamente com as funções metabólicas dos microrganismos. (Davidson et al., 2005) Os sorbatos também estão envolvidos na atividade enzimática dos microrganismos, o que por sua vez está diretamente relacionado com o que foi dito anteriormente, ou seja, os sorbatos ao interagirem com a atividade enzimática dos microrganismos afetam as suas funções de metabolismo, crescimento e replicação. (Davidson et al., 2005)

No caso dos fungos, os sorbatos conseguem inibir a formação de micotoxinas por várias estirpes de fungos. (Davidson et al., 2005) Pelo que, em concentrações pequenas, a estimulação de produção de micotoxinas pode ser estimulada por outros fatores como espécie e estirpe do fungo, temperatura de armazenamento entre outros fatores. (Davidson et al., 2005) Contudo, nem os sorbatos nem os propionatos conseguirão suprimir o desenvolvimento dos micélios e/ou a produção de aflatoxinas pelo *Aspergillus flavus* ou *Aspergillus parasiticus*. (Fan & Chen, 1999)

Os sorbatos são considerados bons conservantes alimentares quando utilizados em produtos alimentares processados em produções com boas práticas de higiene e boas condições sanitárias. Isto é importante referenciar porque, por mais eficaz que seja o ácido sórbico e os seus sais, se as condições sanitárias não forem asseguradas, a contaminação e desenvolvimento microbiano é quase inevitável, o que vai diminuir em muito a eficiência do conservante. Os conservantes não devem, por isso, ser considerados substitutos de quaisquer boas práticas de higiene e de limpeza de todas as zonas de produção, confeção ou armazenamento dos produtos fabricados. Os sorbatos são assim adicionados num intervalo de 0,02% a 0,3%, e valores muito elevados podem dar origem a alterações indesejáveis no produto final (Davidson et al., 2005). Em Portugal, a aplicação do sorbato de potássio é sempre efetuada de acordo com o Regulamento (UE) n.º 1129/2011 da Comissão de 11 de novembro de 2011 e varia consoante o produto alimentar que se está a produzir, estando sempre dentro dos valores acima apresentados (entre 0,02% e 0,3%). (Comissão Europeia, 2011)

Em termos de toxicologia, o ácido sórbico e os seus sais são geralmente reconhecidos como seguros (GRAS), pois são metabolizados pelo organismo como ácidos gordos. (Davidson et al., 2005) Depois de alguns estudos sobre a sua influência no metabolismo, atividade carcinogénica ou teratogénica a curto, médio e longo tempo de exposição, estes compostos demonstraram muito poucos efeitos quando comparados com outros aditivos químicos. (Davidson et al., 2005) No que diz respeito à sua DL₅₀, esta encontra-se entre os 4,2 e 10,5 g/kg por peso corporal, e quando comparado este valor com a DL₅₀ do sal (NaCl), que é de 5 g/kg por peso corporal, faz com que o sorbato seja um dos sais menos prejudiciais para a saúde humana utilizados na indústria alimentar. (Davidson et al., 2005) É importante ainda salientar, que não foi detetada nenhuma atividade tóxica quando se junta o sorbato com outros conservantes, e neste caso com o propionato de cálcio. Contudo, é sempre importante ter em consideração a toxicidade dos outros conservantes adicionados aos alimentos em produção. (Davidson et al., 2005) Apesar de não existir nenhum estudo que prove a toxicidade do sorbato de potássio para o organismo, Esimbekova et al., (2017) num dos seus estudos conseguiram provar que este conservante consegue inibir a atividade das proteínas digestivas tendo consequências a nível molecular que até à data não tinham sido estudadas. Eles ainda conseguiram concluir que este mecanismo de inibição é agravado pela exposição do organismo a estes conservantes e ao longo do tempo.

Foram evidenciadas algumas curiosidades sobre este conservante é importante salientar que Khandelwal et al. (1992) conseguiram provar que o ácido sórbico reage com o grupo tiol presente na proteína da farinha, fazendo com que este perca a sua função de conservante. É importante ter este

tipo de interações em consideração quando se pondera adicionar este conservante a um produto com farinha, ou neste caso com grupo tióis relativamente reativos, uma vez que se perde algum do ácido sórbico nesta interação, podendo ser ponderada a adição de mais conservante ou até mesmo a utilização de outro.

Outro estudo sobre a eficiência da atividade antimicrobiana do sorbato de potássio foi tido em consideração, uma vez que estudava a adição de vanilina, e posteriormente a redução da quantidade de sorbato de potássio necessário, e onde se verificou que a vanilina também potencia a inibição do crescimento de bolores. (Matamoros-León et al., 1999)

1.3.2. Propionato de Cálcio

O propionato de cálcio é um sal do ácido propiônico e tanto um como o outro são utilizados como aditivos em alimentos, mais precisamente como conservantes alimentares. O ácido propiônico (E280) é um ácido orgânico com fórmula molecular de $C_3H_6O_2$, peso molecular de 74,08 g/mol, pK_a de 4,6 e ponto de ebulição de 141°C. A sua fórmula estrutural encontra-se representada na figura 1.3. O ácido propiônico é um líquido transparente, mexível em água e em etanol e tem um odor desagradável e intenso. (EFSA, 2014; Luck & Jager, 1995)

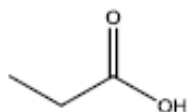


Figura 1.3 - Fórmula estrutural do ácido propiônico
Fonte: (EFSA, 2014)

O propionato de cálcio (E282) é um sal orgânico de fórmula molecular $C_6H_{10}O_4Ca$ e com peso molecular de 186,22 g/mol. A sua fórmula estrutural está representada na figura 1.4. O propionato de cálcio é solúvel em água e em etanol. Encontra-se sob a forma de pó branco cristalino. (EFSA, 2014)

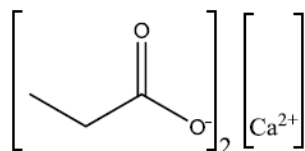


Figura 1.4 - Fórmula estrutural do propionato de cálcio
Fonte: (EFSA, 2014)

O uso de propionato de cálcio é permitido em muitos países na produção de pão e produtos de padaria como conservante alimentar, e em alguns países até permitem a utilização direta do ácido propiônico. (Luck & Jager, 1995) O facto de possuírem uma baixa constante de dissociação é o que faz que com sejam tão importantes na indústria da padaria, todavia a sua eficiência é verificada mesmo na presença de pH mais elevados. Contudo, ao mesmo tempo, para uma boa capacidade de

conservação, é necessária a utilização de uma dose muito elevada destes conservantes para que se verifique uma boa ação antimicrobiana contra bolores durante um período consideravelmente elevado, o que tem consequências negativas para o produto final pois, o ácido propiónico e os seus sais podem deixar um sabor e um odor desagradável nos produtos de padaria quando utilizados em doses muito elevadas (Luck & Jager, 1995).

O ácido propiónico e os seus sais, são principalmente eficazes contra o crescimento e desenvolvimento de bolores e leveduras, e um facto importante sobre este aditivo alimentar é a sua eficiência contra *Bacillus mesentericus*, uma bactéria responsável por degradar a massa do pão aumentando em excessividade a viscosidade do pão dando-lhe um aspeto de “corda” e um odor desagradável. (Luck & Jager, 1995) Porém, apesar de estes serem produzidos e metabolizados por alguns microrganismos, em concentrações muito elevadas acumulam-se dentro das células, inibindo atividade enzimática o que leva à cessão do metabolismo celular. Em alguns casos, a presença do ácido propiónico também faz diminuir o pH que ajuda na inibição do crescimento celular o que muitas vezes leva a lise celular. É de destacar ainda a sua ação contra o desenvolvimento de micotoxinas por bolores (Luck & Jager, 1995).

Estes conservantes são metabolizados pelo organismo da mesma forma que os ácidos gordos. (Luck & Jager, 1995) Em termos de toxicologia, até à data não foram encontradas provas de reações toxicológicas específicas devido ao ácido propiónico ou aos seus sais. (EFSA, 2014) Para o propionato de cálcio, foi estabelecida um intervalo de utilização entre 0,1 e 0,3% em relação ao peso de farinha utilizado para os produtos de padaria, onde o seu odor pode ser detetado quando os produtos estão quentes e acabaram de sair do forno, contudo, este desaparece rapidamente assim que o produto arrefece (EFSA, 2014; Luck & Jager, 1995). Em Portugal, e segundo o Regulamento (UE) n.º 1129/2011 da Comissão de 11 de novembro de 2011, a adição deste conservante também varia consoante o tipo de produto, e neste caso, para os produtos de padaria industrial em estudo, é permitida a adição máxima de 2 000 mg de propionato por cada 1 kg de massa de produto. (Comissão Europeia, 2011).

A DL₅₀ estabelecida para o ácido propiónico é de 2,6 g/kg por peso corporal, e está estabelecida para ratos e por via oral. Para os seus sais, a toxicidade está estipulada na mesma magnitude e sabe-se que a toxicidade do propionato de cálcio não é intensificada pela utilização de outros conservantes alimentares. Mas, é de salientar que a exposição contínua a uma determinada dose de ácido propiónico, ou a alguns dos seus sais, durante um longo período de tempo, pode ter consequências crónicas. (Luck & Jager, 1995) É importante apenas, referir mais uma vez, que esta DL₅₀ está estabelecida para ratos e não para o ser humano.

Por fim, resta apenas acrescentar que a junção de sorbatos com propionatos é uma boa conjugação contra as interações e desenvolvimento de microrganismos. E para além disto a mistura destes compostos com outros antibióticos também foi provada como eficiente. (Davidson et al., 2005)

1.3. Bolores

Uma vez que a presente dissertação é sobre a contaminação e desenvolvimento de bolores em produtos de padaria, considerou-se pertinente falar um pouco sobre estes microrganismos.

Os bolores são conhecidos por serem microrganismos que facilmente são distinguidos e reconhecidos pelo olho humano ao contrário das leveduras. Este tipo de crescimento permite ao ser humano fazer um reconhecimento dos bolores que lhe possibilita, não só identificar a sua presença no alimento, mas também identificar que este já se encontra completamente deteriorado. A deterioração de alimentos por bolores e leveduras já é conhecida há muito tempo, principalmente devido ao desperdício alimentar causados por estes microrganismos que têm como principal função decompor o substrato onde crescem e se desenvolvem. Todavia, começou-se por utilizar estes microrganismos com objetivos industriais e em diversas áreas de modo a aproveitar esta ação decompositora para proveito humano; contudo, e em alguns casos, como é apresentado no problema da presente dissertação, o crescimento e desenvolvimento de bolores continua a ser indesejado em determinados acontecimentos, acabando por ter um impacto muito grande na economia. (Kavanagh, 2018; Pitt & Hocking, 2019)

Os fungos podem assim ser divididos em bolores e leveduras. Os fungos filamentosos também conhecidos como bolores, são colónias pulverulentas ou aveludadas formadas por elementos multicelulares em forma de tubos, filamentos que podem ser longos e ramificados denominados de hifas (se for apenas um, será uma hifa), estas dão origem a esporos, e por sua vez são os esporos que são responsáveis pela disseminação e reprodução dos fungos filamentosos. De uma forma geral, diz-se que um conjunto de hifas forma um micélio, e é este que lhes permitem obter os nutrientes necessários para o crescimento das hifas e desenvolvimentos dos esporos. (Kavanagh, 2018) Os fungos podem se reproduzir de forma sexuada ou assexuada e isso depende da espécie de cada fungo. Normalmente quando os fungos se reproduzem de forma assexuada, é através da esporulação, ou seja, como foi referido anteriormente, pela formação de esporos. Estes esporos têm como principal função assegurar a continuidade da espécie em condições muito adversas à sobrevivência do fungo. Os esporos podem ser submetidos às mais agressivas e diversas condições ambientais sem que sejam destruídos. Uma das suas características principais é conseguirem sobreviver à exposição a temperaturas muito elevadas (mais de 100°C), pHs muito ácidos ou alcalinos (pHs abaixo de 3 ou acima de 9, respetivamente), a ambientes na ausência total de água, entre outros aspetos, e só germinam quando as condições para o crescimento e desenvolvimento do fungo são asseguradas. Esta capacidade que os esporos têm de sobreviver a condições adversas faz deles um problema: uma vez localizados na zona de produção, facilmente conseguem contaminar o produto, germinando apenas quando as condições se tornam favoráveis ao seu crescimento, por exemplo, dentro da embalagem.

Outro problema relacionado com a presença de fungos é o desenvolvimento de micotoxinas. As micotoxinas são metabolitos secundários tóxicos, e são produzidas por vias metabólicas secundárias deste. São produzidas durante o crescimento do fungo muitas vezes associadas também à esporulação

do fungo. Estas, também como os esporos, só são produzidas por alguns fungos, e conseguem sobreviver às mais agressivas e adversas condições ambientais, contudo, como são toxinas, uma vez presentes em níveis elevados na dieta alimentar (associadas à ingestão de um determinado produto alimentar) podem ter consequências graves para o ser humano, podendo mesmo acabar por causar a morte do indivíduo (Kavanagh, 2018). Para a presente dissertação, as micotoxinas não são um problema, pois foi comunicado, por analistas do laboratório de microbiologia da fábrica, que os fungos encontrados nos produtos alimentares já foram testados relativamente à sua capacidade de produzir micotoxinas e todos os testes deram negativo. As leveduras, apesar de não serem alvo de estudo, são microrganismos que são estudados juntamente com os bolores nos parâmetros microbiológicos da fábrica. Felizmente até à data não existem evidências de leveduras, e pela fábrica são utilizadas como um fermento, e são responsáveis pelo processo fermentativo das massas dos bolos durante a fermentação. As leveduras são seres unicelulares que se reproduzem de forma assexuada, normalmente por gemulação ou divisão binária. (Kavanagh, 2018)

Tanto os bolores como as leveduras desenvolvem-se principalmente em condições de temperaturas amenas (por volta dos 25°C), em substratos doces e ácidos (ricos em nutrientes) e na presença de oxigénio, O₂, para a maioria dos bolores, na ausência de O₂ para a maioria das leveduras. No que diz respeito à temperatura, se esta for mais elevada ou mais baixa, o desenvolvimento dos fungos vai depender muito da disponibilidade de nutrientes. Como foi visto anteriormente também o a_w possibilita o desenvolvimento de bolores e leveduras, e estes precisam de um a_w mínimo de 0,650 para se desenvolverem, isto deve-se ao facto da água ser um bem essencial ao metabolismo dos fungos. Relativamente ao pH os fungos são quase todos acidófilos o que significa que crescem em pH por volta dos 4 a 6, contudo existem algumas espécies que se desenvolvem em ambientes mais ácidos ou alcalinos podendo mesmo crescer em ambientes com pHs de 3 e 8, respetivamente. (Kavanagh, 2018) Uma curiosidade importante é que segundo Kavanagh (2018) os fungos preferem substratos ácidos que são acidificados pela presença de minerais e não de ácidos orgânicos. Isto acontece porque os ácidos orgânicos interferem com pH interno das células do fungo e estes acabam ter um gasto de energia muito maior a tentar equilibrar o pH podendo mesmo acabar por morrer. É por esta razão que alguns dos conservantes para o controlo do crescimento microbiano, e neste caso de fungos, são feitos à base de ácidos orgânicos, como é o caso dos conservantes utilizados nos produtos alimentares em estudo, ambos são sais de ácidos gordos orgânicos. (Kavanagh, 2018)

Tendo em conta todos os factos acima apresentados sobre o crescimento e desenvolvimento de fungos, irá ser discutido no ponto 5.3 da presente monografia a necessidade ou não de reavaliar os intervalos dos parâmetros analisados no laboratório, no sentido em que se deve verificar o intervalo deve ser ou não apertada, aumentado o critério de aceitabilidade de um produto com valores de pH, a_w, humidade, entre outros, que possam estar muito perto dos valores ótimos de desenvolvimento destes microrganismos, e ao mesmo tempo, será discutido até que ponto o fator em estudo deve ser um indicador orientativo ou não, uma vez que valores orientativos permitem a passagem direta dos produtos para expedição mesmo que os valores obtidos na análise se encontrem fora das intervalos.

2. A Empresa e os produtos em análise

A empresa onde a estagiária teve a oportunidade de realizar o estágio e que deu origem à presente dissertação está localizada na zona industrial do Carregado, uma das maiores zonas logísticas do país.

A empresa em si produz diferentes tipos de produtos, tendo várias linhas de produção, contudo foi apenas realizado o estudo numa das linhas, focando assim todas as suas análises nos produtos produzidos nessa zona de produção. A empresa trabalha com produtos derivados da batata e do milho, e depois faz a produção de croissants e bolos recheados com creme de cacau ou baunilha. As linhas de batata dão origem a diferentes tipos de batata frita, e a linhas de milho dão origem a diferentes tipos de snacks de milho, ambas com diferentes aromas o que aumenta a escala de produtos produzidos pela empresa.

O foco do estudo cingiu-se à linha de doces, onde são produzidos os bolos e os croissants recheados com creme de cacau ou baunilha. Nos próximos pontos da presente monografia serão explicados os processos de produção destes produtos, bem como todas as análises que são feitas a estes produtos para assegurar a sua qualidade de modo a poderem seguir para expedição e distribuição. Serão também apresentadas as análises microbiológicas realizadas à linha e ao produto ao longo do seu tempo de vida útil, conseguindo mais tarde perceber-se a origem do problema dos bolores desenvolvidos nestes produtos.

2.1. Processos e Produção

2.1.1. Cremes – Cacau e Baunilha

Tanto para a produção de cremes, como para a produção de madres e dos bolos/croissants é importante salientar que existe um controlo muito rigoroso na **receção** e **armazenamento** de mercadorias. Bem como, aquando da produção de cada produto todos os ingredientes são rigorosamente pesados, e a **pesagem** dos aditivos é registada para existir um controlo preciso e rigoroso da quantidade destes componentes utilizados.

Os cremes são produzidos num pasteurizador automático (o **soren**) que realiza de forma sequencial e automática a **homogeneização** dos ingredientes, a sua pasteurização e arrefecimento tendo apenas o operador que adicionar os ingredientes na máquina e controlar os diferentes ciclos de forma digital. Para a produção do creme de cacau o operador começa por adicionar água no soren que começa a aquecer (até aos 33°C) com uma velocidade lenta, assim que é atingida essa temperatura o operador adiciona o cacau em pó, sempre com a agitação ligada. Seguidamente é adicionado o açúcar, o sorbato de potássio, sobalg FD 120¹ e o leite em pó, estes ingredientes são adicionados com o

¹ Sobalg FD 120 – E401 - alginato de sódio; é um agente emulsionante e espessante tendo por isso como principal função de dar alguma estabilidade ao creme.

aquecimento desligado, mas com a agitação e o motor de quebra em funcionamento, de modo a proporcionar a sua incorporação na mistura. Esta parte da produção do creme de cacau é uma fase que demora algum tempo, uma vez que os ingredientes são adicionados de forma lenta e gradual pela respetiva ordem, sendo que o sorbato e o sobalg são previamente misturados com o açúcar. Depois da adição destes ingredientes, liga-se o aquecimento e é necessário que se atinja uma temperatura de 75°C. Quando se chega a essa temperatura liga-se a agitação rápida e adiciona-se a gordura vegetal e o triodan 20 VE6², previamente fundidos e misturados a 60°C e aguarda-se que a temperatura dentro do soren chegue aos 78°C, onde é mantida esta temperatura com a agitação rápida por 30 minutos. Após este período começa o arrefecimento gradual desligando-se o motor de quebra e o aquecimento; posto isto, e a cada descida 5°C liga-se o motor de quebra durante 2 minutos e repete-se este processo até se atingir uma temperatura de 43°C. Uma vez finalizado este processo adiciona-se o álcool e a vanilina, com o sistema de arrefecimento e a agitação rápida ligados até se atingirem os 40°C. O creme passa depois para tanques de aço inoxidável, onde segue para uma camara de arrefecimento a 10°C por três dias, e depois passa para uma câmara de incubação a 28°C durante pelo menos 3 dias até ser utilizado; contudo nesta câmara os cremes podem permanecer durante 3 meses (validade do creme dentro do tanque). A produção do creme de baunilha (com a denominação de creme mil-folhas) é idêntica à produção do creme de cacau, e aqui o operador começa por adicionar água no soren que começa a aquecer (até aos 35°C) com uma velocidade lenta, assim que é atingida a temperatura pretendida o operador desliga o aquecimento e adiciona a manteiga e a gema de ovo em pó, sempre com a agitação ligada. Seguidamente é adicionado o açúcar, o soro de leite em pó, o sorbato de potássio, sobalg FD 120 e o leite em pó, estes ingredientes são adicionados com o aquecimento e o motor de quebra em funcionamento. Esta parte da produção do creme de baunilha também é uma fase que demora algum tempo, uma vez que os ingredientes são adicionados de forma lenta e gradual pela respetiva ordem, sendo que o sorbato e o sobalg são previamente misturados com o açúcar. Depois da adição destes ingredientes e de estarem devidamente incorporados, mantem-se o equipamento a trabalhar até se atingir uma temperatura de 74°C. Quando se chega a essa temperatura liga-se a agitação rápida e adiciona-se a gordura vegetal e o triodan 20 VE6, previamente fundidos e misturados a 60°C e aguarda-se que a temperatura dentro do soren chegue aos 78°C, onde é mantida esta temperatura com a agitação rápida e o motor de quebra em funcionamento por 30 minutos. Após este período, começa o arrefecimento gradual desligando o motor de quebra e o aquecimento, contudo e a cada descida 5°C liga-se o motor de quebra durante 2 minutos e repete-se este processo até se atingir uma temperatura de 43°C. Uma vez finalizado este processo adiciona-se o álcool e a vanilina, com o sistema de arrefecimento e a agitação rápida ligados até se atingirem os 40°C, e depois liga-se o motor de quebra até que se atinja os 36°C. O creme passa depois para tanques de aço inoxidável, onde segue para uma camara de arrefecimento a 10°C por três dias, e depois passa para uma camara de incubação

² Triodan 20 VE6 – Esteres de poliglicerol de ácidos gordos (polyglycerol esters of fatty acids). Tem a função de emulsionante e permitem que a água e a gordura se misturem melhor nos alimentos (Wang & Marangoni, 2016).

a 28°C durante pelo menos 3 dias até ser utilizado, contudo nesta câmara os cremes podem permanecer durante 3 meses, tal como acontece com o creme de cacau.

O armazenamento dos tanques inoxidáveis com os cremes na câmara de 10°C permite que o creme cristalize. Esta **cristalização** é importante para que os cremes aumentam a sua viscosidade e ao mesmo se tornem mais estáveis. Por fim, passam para a câmara de 28°C que vai estabilizar a viscosidade dos cremes de forma que fiquem com a viscosidade necessária para a injeção dos cremes nos bolos/croissants, e também é nesta câmara que se dá o **armazenamento** dos cremes pelo período que for necessário e até um máximo de 3 meses, como foi visto anteriormente.

No ponto 2.1.4 da presente dissertação é possível observar no fluxograma de produção, e de uma forma sucinta a produção dos cremes de baunilha e cacau.

Relativamente ainda aos cremes são realizadas algumas análises de controlo de qualidade e de microbiologia que serão devidamente explicitas no ponto 2.2 e 2.3 da presente monografia.

2.1.2. Madres

A madre é um fermento natural que é adicionado à massa dos bolos e croissants como massa mãe. Esta foi produzida na fábrica pela primeira vez em 1996 e desde então tem sido constantemente regenerada. Este fermento natural é assim composto por farinha e água e é fermentado por bactérias ácido-lácticas e leveduras espontâneas (provenientes da farinha e do meio ambiente), que fornecem à massa acidez e capacidades fermentativas (Corsetti, 2013; Oshiro et al., 2020). O processo regenerativo das massas é assim a chave para o desenvolvimento e crescimento destas massas, sendo a atividade microbiana do fermento natural obtida e melhorada através do processo regenerativo (Oshiro et al., 2020). As bactérias ácido-lácticas são muito importantes para a qualidade do fermento natural pois são elas que acidificam a massa, o que afeta o sabor da massa, e ao mesmo tempo tem um impacto na textura da massa, pois a acidificação da massa altera a estrutura do glúten (Koehler & Wieser, 2013). A madre tem como funções dar um sabor característico ao produto final através do sabor ácido; ajuda ainda nos processos digestivos, pois o processo de acidificação da madre altera a estrutura do glúten o torna mais fácil de digerir; é responsável pelo processo fermentativo pois o desenvolvimento dos microrganismos leva à produção de dióxido de carbono que leveda a massa; e tem ainda um papel fundamental na conservação e tempo de vida dos produtos finais uma vez que esta é uma massa ácida (devido ao ácido desenvolvido pelas bactérias ácido-lácticas), o pH da massa previne assim o desenvolvimento de outros microrganismos que levem à deterioração das massas (Oshiro et al., 2020).

Sendo a regeneração das madres um processo contínuo é importante salientar apenas que este se divide em três fases. Numa primeira fase é produzida a massa M que fica na estufa a aproximadamente 19°C durante 19 horas. Seguidamente, e após as 19 horas esta massa é transformada na massa L que fica na estufa a aproximadamente 25°C durante 5 horas. Após este período, esta massa é dividida e uma parte é utilizada para dar origem a uma nova massa M e a outra parte é utilizada para

dar origem à massa P que posteriormente vai ser introduzida à massa dos bolos e croissants como fermento natural. A massa P após ser produzida tem de permanecer na estufa a 25°C durante pelo menos 3 horas até ser utilizada. Os únicos ingredientes utilizados na regeneração são a água, a farinha e a madre necessária.

2.1.3. Bolos e Croissants

A produção da massa dos bolos ou croissants inicia-se com a **pesagem** de todos os ingredientes (que como foi referido no ponto anterior são recebidos e armazenados pela equipa responsável pelas matérias-primas), que posteriormente vão para a cuba de uma amassadeira. Este processo difere um pouco de produto para produto, mas de uma forma geral todos levam os mesmos ingredientes, as suas quantidades é que variam. Deste modo a operação da **amassadura** divide-se em três fases: na primeira fase o operador começa por misturar durante 6 minutos o açúcar, a gema de ovo em pó, a vanilina, o propionato de cálcio, o sal e o dimodan³. Após esta fase, o operador adiciona a farinha, a madre e água voltando a amassar por mais 12 minutos. Terminando a segunda fase, o operador adiciona a margarina, a manteiga e o fermento e volta a amassar por 6 minutos. E após este último período de amassadura a massa está pronta para a próxima fase, a laminagem. Quando a linha está em produção, as aparas da massa que sobram da laminagem são adicionadas à amassadura nas fases 1 e 2 nas devidas proporções de modo a diminuir o prejuízo e o desperdício alimentar. Nesta operação unitária a temperatura da massa final é um fator muito importante e por isso deve ser muito bem controlada, e para assegurar que a temperatura final da massa é obtida é necessário controlar a temperatura da água podendo ser necessário acrescentar gelo à massa em vez de água. Assim, este controlo de temperatura é feito, não só para controlar o processo fermentativo das massas, mas também para controlar a textura do produto final. Uma vez que a temperatura da massa influencia o desenvolvimento da rede de glúten e esta influência diretamente a consistência do miolo dos produtos depois de cozidos. Assim sendo, quando se pretende um produto com alguns buracos deve se obter uma massa com uma temperatura final de 24°C, o que representa, depois do produto cozinhado, um bolo com uma miga regular. Esta temperatura é aplicada para a produção das massas dos bolos na fábrica. Quando se estão a produzir os croissants (independentemente do tamanho – grande, médio ou pequeno) é pretendido um produto com uma massa mais macia e por isso com uma miga mais fibrosa, deste modo o miolo do produto deve ter poucos buracos e para isto acontecer deve se obter uma massa com uma temperatura final de 22°C.

Quando a amassadura estiver completa a massa segue para **laminagem**. É nesta fase que a massa adquire as características de massa folhada, e para isto a massa é transferida para uma extrusora que vai dividir a massa em duas camadas e entre elas introduz uma camada de margarina. Seguidamente a massa é dobrada várias vezes até atingir as camadas de massa e margarinas necessárias para obter

³ Dimodan – é um emulsionante também conhecido como monoglicerídeo destilado. É utilizado em diversos produtos, contudo em produtos de padaria tem como principais funções melhorar a textura dos alimentos dando-lhes uma crosta mais suave e ao mesmo tempo também aumento o tempo de vida útil do produto. (DuPont, 2021)

as características da massa folhada. A margarina tem assim como principal função folhar a massa de modo a dar a estrutura desejadas aos produtos, sem a sua adição nesta fase não era possível obter uma massa folhada. Após esta operação e ainda na mesma linha, a massa é cortada e enrolada em forma de croissants ou de bolos consoante a produção em curso. É aqui que surgem as aparas de massa, ou como são reconhecidos pela produção, o reciclado cru, que depois é introduzido na massa nova durante a amassadura.

Seguidamente a massa passa para a estufa de **fermentação**, onde fica entre 3 horas e 30 minutos a 4 horas e 15 minutos a levedar. A fermentação é uma operação unitária muito importante e é feita a uma temperatura entre os 33 e os 35°C com uma humidade relativa de aproximadamente de 93% para os croissants pequenos 1 e 2, e de 87% para os restantes croissants e bolos. O principal objetivo desta fase unitária é exclusivamente o crescimento da massa que é proporcionado pelo fermento e pelos microrganismos presentes na madre que são adicionados à massa durante a amassadura.

Finalizada a fermentação, os croissants ou bolos seguem para os fornos onde se dá a **cozedura**. Esta pode ser feita entre os 170°C e os 205°C, durante aproximadamente 15 minutos e a temperatura varia consoante o produto a ser produzido. Depois de cozido o produto é arrefecido até atingir uma temperatura máxima de 30°C, que é a temperatura máxima permitida para o seu embalamento.

Depois de frio o produto segue para uma nova zona onde vai ser recheado e posteriormente embalado. Deste modo, o produto é colocado na zona de **injeção** onde passa por um equipamento com agulhas que injetam o creme pretendido e na quantidade determinada para o interior dos croissants ou bolos. Por último, o produto final segue para a **embalagem** onde os bolos e croissants grandes ou médios são embalados individualmente, e os croissants pequenos são embalados em bolsas com várias unidades e consoante o peso final da embalagem. Depois de devidamente seladas, as embalagens são armazenadas em caixas que são reservadas no armazém até serem distribuídas.

Mais uma vez, no ponto seguinte (2.1.4) é possível observar de forma esquemática a linha de produção destes bolos e/ou croissants.

2.1.4. Fluxograma de Produção

A figura 2.1 representa assim o fluxograma de produção de todas as operações unitárias efetuadas na linha de doces para a obtenção dos bolos ou croissants com recheio. Este é muito importante a nível do controlo dos pontos críticos e também para o desenvolvimento do plano de HACCP, entre outras normas que sejam implementadas por decisão da empresa.

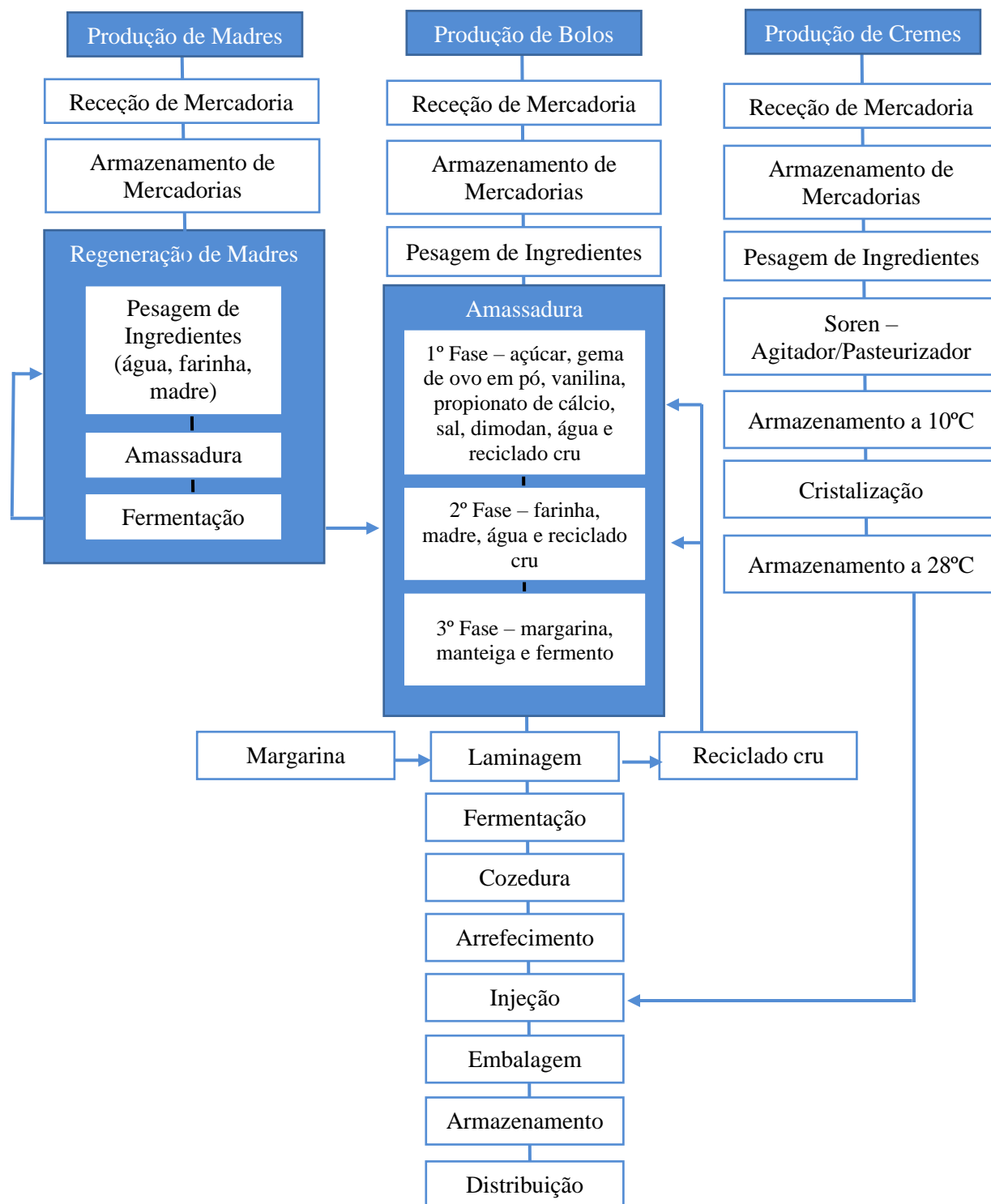


Figura 2.1 - Fluxograma de Produção

2.2. Parâmetros Analisados em Qualidade

Os parâmetros identificados neste ponto são alguns dos analisados no laboratório de qualidade da fábrica, que permitem fazer um controlo de qualidade do produto fabricado para expedição, e ao mesmo tempo são os parâmetros analisados pela qualidade que influenciam diretamente o crescimento e desenvolvimento de microrganismos, neste caso, bolores.

2.2.1. Atividade da água (a_w)

A atividade da água (a_w) é descrita como o quociente entre os valores das pressões da solução e do solvente, onde a água pura tem um valor de 1,00, e toda a água presente na amostra pode eventualmente passar para uma fase gasosa, pois encontra-se “livre”. Em algumas soluções aquosas isto não acontece, pois, as moléculas da água interagem com as respetivas moléculas do soluto ficando aprisionadas na solução e a pressão de vapor diminui, resultando também uma diminuição do valor da atividade água. O que por outras palavras, significa que a solução tem menos água “livre”, ou seja, tem menos água que poderá eventualmente evaporar. Esta água “livre” é aquela que se encontra disponível para as funções microbiológicas dos microrganismos, sendo por isso responsável pelo desenvolvimento microbiano nos alimentos e quanto maior for o a_w do alimento, mais água livre existe, e por essa razão mais propicio está o alimento ao desenvolvimento microbiológico (Erkmen & Bozogu, 2016; Troller & Christian, 1978b)

O valor do a_w dos alimentos é um valor que se encontra em constante adaptação tendo em conta o ambiente em que o alimento se encontra. Este varia muito consoante a temperatura e humidade do ar que o envolvem e também varia consoante a composição deste mesmo alimento, e esta variação faz-se até que consiga ser estabelecido um equilíbrio entre a água presente no alimento e a humidade do ar que o envolve. E estas variações provocam assim muitas alterações físicas, químicas e microbiológicas no alimento ao longo do período de tempo em que ocorrem (Erkmen & Bozogu, 2016; Troller & Christian, 1978b). É por esta razão que a embalagem e o acondicionamento dos alimentos é muito importante não só para prevenir contaminações posteriores, como também ajudam a criar um ambiente, dentro da embalagem onde o alimento está estável.

Todavia, as mudanças que ocorrem nos alimentos ao longo do seu período de vida, estão dependentes de outros fatores como a temperatura e o pH do produto, mas acredita-se que a atividade da água seja o fator que tem mais impacto no crescimento microbiológico. Smith et al. (2004) no estudo que realizaram sobre os fatores que levam à degradação dos produtos de padaria industrial por mecanismos físicos, biológicos e químicos, afirmam que esta degradação é influenciada por fatores que estão diretamente relacionados, como a temperatura de armazenamento, a humidade relativa, o nível de conservantes, o pH, o material de embalagem e a atmosfera modificada que envolve o produto, mas principalmente pela humidade do produto e pela atividade da água (a_w) do mesmo, afirmando por fim, que a atividade da água é o fator que mais influencia o desenvolvimento microbiano.

Deste modo é assim possível agrupar os alimentos consoante o seu valor de a_w e uma vez que os produtos analisados têm valores ótimos de a_w que podem variar entre 0,750 e 0,880 são considerados como produtos com conteúdo húmido médio a elevado (Erkmen & Bozogu, 2016; Smith et al., 2004). Smith et al. (2004) no seu estudo afirmam que estes são os produtos mais suscetíveis a serem contaminados por microrganismos, e mais propriamente por leveduras osmofílicas⁴ e bolores, e que se o produto apresentar um a_w acima dos 0,880 pode ser facilmente contaminado por bactérias. Todavia, Erkmen & Bozogu (2016) afirmam que a contaminação microbiológica em produtos alimentares com a_w entre os 0,700 e 0,850 está dependente de outros fatores como o pH do produto, os conservantes que possui, os tratamentos térmicos a que possa ter sido submetido, entre outros. Dentro deste aspeto é apenas importante salientar o facto de existirem alguns bolores que se desenvolvem a níveis de a_w inferiores a 0,700 (Troller & Christian, 1978a).

No laboratório da fábrica, a medição do a_w é feita aos cremes e ao produto acabado. Aos cremes é feita antes da utilização do creme, sendo por isso um critério de aprovação do creme para ser usado na injeção, e depois ainda é feita a medição do a_w do creme em linha uma vez por turno (sempre que a linha está em funcionamento); e por fim é feita a medição do a_w ao produto acabado, a todas as horas sempre que a linha está em produção. No produto acabado a medição do a_w é tida em conta como um valor orientativo o que faz com que mesmo que o valor esteja muito fora do intervalo preconizado no processo, o produto seja considerável como estável e possa seguir para expedição. No ponto 5.3 desta monografia será avaliado o efeito desta consideração. Importa apenas salientar que esta análise é feita com utilizando um *Water Activity Analyzer Pre da AQUA LAB*.

2.2.2. pH

O pH é o logaritmo negativo da concentração do ião hidrogénio e é medido por um elétrodo de vidro. Este consegue assim indicar-nos acidez ou basicidade de um determinado meio ou solução. Esta medição é extremamente importante porque a estabilidade das macromoléculas, como as enzimas, e de outras funções do metabolismo das células, estão dependentes da acidez destes mesmos meios. Todas as células e neste caso, todos os microrganismos tem um pH ótimo, e um intervalo de pH para o seu crescimento e desenvolvimento, fora desse intervalo de pH estes microrganismos não se conseguem desenvolver acabando mesmo por morrer. (Erkmen & Bozogu, 2016)

O intervalo que é estabelecido para cada microrganismo existe, porque como o pH está diretamente relacionado com a quantidade de protões existentes no meio, esses mesmos protões têm a capacidade de interagir com o DNA das células, por exemplo, provocando alterações irreversíveis nos organismos, daí ser tão importante que se mantenha o pH o mais estável possível para que os microrganismos possam crescer. (Erkmen & Bozogu, 2016)

⁴ Leveduras osmofílicas – são leveduras que se conseguem desenvolver em ambientes com elevada pressão osmótica, ou seja, com concentrações elevadas de açúcar e/ou sal, e ao mesmo tempo, um a_w mais pequeno (Onishi, 1963)

Todos os alimentos, incluindo as bebidas, têm um pH. Este pode ser alterado, precisamente para criar um meio onde os microrganismos não se consigam desenvolver, protegendo os alimentos. Contudo, todos os alimentos possuem um pH que naturalmente pode variar desde um alimento muito ácido a um alimento básico. A alteração do pH nos alimentos e bebidas pode ser um mecanismo para reduzir a degradação dos alimentos e para que estes não entrem em putrefação tão rapidamente devido ao desenvolvimento microbiano (Erkmen & Bozogu, 2016).

Tal como existe uma classificação dos produtos alimentares consoante o seu a_w , também existe uma classificação semelhante consoante o pH do alimento em estudo. Tendo em conta que os produtos da fábrica têm valores ótimos de pH entre 5,50 e 5,80, estes produtos são considerados pelos autores produtos de padaria com baixa acidez (Erkmen & Bozogu, 2016; Smith et al., 2004). Tendo em conta os pH dos produtos em estudo, é possível afirmar que os microrganismos mais propícios a desenvolverem-se nestes produtos são as bactérias ácido lácticas, as leveduras e os bolores uma vez que estes microrganismos crescem em pHs entre os 5,00 e 6,00, 4,00 e 6,00 e 3,50 e 5,00, respetivamente. (Erkmen & Bozogu, 2016)

A medição do pH é feita aos cremes, às madres e ao produto acabado, utilizando um medidor de pH da *sartorius, Docu-pH⁺ Meter*. Às madres, esta medição é feita como forma de controlo, e mede-se o pH da água que é utilizada para a produção das mesmas e depois de produzidas também se mede o pH das madres como forma de controlo garantindo que o pH inicial das madres permita o desenvolvimento dos microrganismos sem que posteriormente o pH final dos fermentos naturais seja ultrapassado. Nos cremes mede-se o pH antes da utilização do creme na injeção e uma vez em cada turno, sempre que a linha está em produção, tal e qual como no a_w . No produto acabado a medição do pH é feita a todas as horas sempre que a linha está em produção.

2.2.3. Humidade

Em qualidade e segurança alimentar são normalmente discutidos dois conceitos de humidade, a humidade relativa e a humidade do produto alimentar. Neste tópico, irá ser discutida a humidade do produto alimentar pois, é essa humidade que é analisada nos produtos pelos analistas na fábrica.

Contudo, e de modo a não surgir qualquer dúvida, importa salientar e esclarecer o conceito da humidade relativa. Posto isto, a humidade relativa é a humidade do ar que envolve o alimento. Esta, também de extrema importância pois é responsável pelo desenvolvimento microbiota à superfície dos alimentos, contudo é facilmente controlada por processos de embalagem com atmosferas modificadas. Outro fator muito importante, onde a humidade relativa tem um papel fundamental é no equilíbrio da atividade da água do alimento. Como foi dito anteriormente no ponto 2.2.1. se a humidade relativa que envolve o alimento, for muito diferente do conteúdo de água do produto, este vai perder ou absorver água até atingir o equilíbrio com meio que o envolve. Mais uma vez, é fácil obter um meio estável para o alimento através de uma atmosfera modificada com uma humidade relativa adequada para a conservação do alimento. (Erkmen & Bozogu, 2016)

A humidade do produto alimentar é a quantidade total de água, “livre” e “não livre”, ou seja, a quantidade de água que existe no alimento, esteja ela ligada ou não a outras moléculas e/componentes do produto alimentar. A sua determinação faz-se pela diferença entre o peso total do alimento e o peso do conteúdo total de sólidos. Este é um valor normalmente apresentado sob a forma de percentagem, é facilmente determinado pela evaporação total da água presente no alimento, ou seja, através de processo de calor ou pressão faz-se evaporar toda a água presente no alimento, obtendo-se o conteúdo total de sólidos e depois a quantidade de água é obtida pela diferença supramencionada. No laboratório da fábrica, a medição da humidade é feita no *SpectraAlyzer* da *Zeutec*. Esta é uma forma mais rápida e eficaz de fazer a leitura da humidade do alimento e no ponto 5.3 da presente dissertação iremos ver como é que a utilização deste aparelho permite a medição deste parâmetro que é considerado um indicador decisivo (e não orientativo) para a validação do alimento para expedição.

2.2.4. Temperatura

A temperatura é um fator que influencia o desenvolvimento microbológico de uma forma geral. O crescimento e desenvolvimento de bolores e leveduras não é uma exceção à regra. Existem assim temperaturas ótimas e temperaturas condicionantes para o desenvolvimento destes microrganismos. Contudo como alguns fungos conseguem produzir esporos (que são altamente resistentes às variações de temperatura), existem dois tipos de temperaturas que tem de ser tidas em consideração aquando da produção de alimentos, neste caso produtos de padaria, a temperatura de produção e a temperatura de armazenamento (Pitt & Hocking, 2019).

No caso da produção dos bolos e croissants da fábrica são feitas medições de temperatura à água utilizada para a produção das madres, durante a produção das massas dos bolos, e mais tarde, depois do produto cozido e antes de ir para injeção.

O controlo à temperatura da água que é adicionada às madres serve para garantir que a temperatura final das madres não é ultrapassada, depois da amassadura. Relativamente à temperatura das madres, esta também deve ser controlada rigorosamente, contudo é mais importante ter o pH das madres dentro dos intervalos estabelecidas (uma vez que é através do pH que conseguimos ter a certeza de que as bactérias ácidas lácticas se estão a desenvolver de forma correta) do que ter as madres à temperatura indicada. Esta temperatura aqui tem o objetivo de fazer o controlo do crescimento dos microrganismos naturalmente presentes nas madres.

O controlo da temperatura da massa depois de produzida e antes de laminada tem dois propósitos: garantir que a massa está à temperatura certa para mais tarde ter o miolo pretendido (como foi visto no ponto 2.1.3 da presente dissertação) e ao mesmo tempo garantir que a massa não comece a fermentar (devido à presença do fermento natural e do fermento adicionado na amassadura) antes de ser laminada.

Por fim, o controlo da temperatura do produto intermédio, tem como principal objetivo garantir que o produto não está demasiado quente para ser embalado. Se o produto estiver acima de uma

determinada temperatura (intervalo ótima de temperatura para embalagem estabelecida entre os 25° e os 35°C) o produto não pode ser embalado, pois dentro da embalagem irá criar humidade que potenciará o desenvolvimento de bolores e leveduras no produto.

Todas estas temperaturas são medidas com termómetros digitais todos da marca *Digital* e este valor, no caso do produto intermédio também é um valor decisivo para a expedição de produto.

2.2.5. Dimensões

A estrutura do produto é um fator que pode afetar o desenvolvimento microbiano quando se fala em “área de superfície exposta” à contaminação microbiana. Isto significa que um alimento se deteriora mais facilmente se grande parte do seu todo tiver uma área de exposição muito grande, ou seja, entre dois alimentos do mesmo tamanho, e em que um está fragmentado em diferentes partes, o que se deteriora mais depressa é o que está fragmentado, pois está mais exposto ao mesmo número de microrganismos.

Todavia, com esta análise apenas se procura saber se o produto tem a dimensão, neste caso o comprimento, pretendido para a sua forma, de modo que todos os produtos tenham sempre um comprimento muito semelhante e o esperado pelo cliente. Esta análise tem um propósito mais qualitativo e não tão relacionado com o desenvolvimento de bolores, pois aqui não se mede a área do alimento que está exposto à possível contaminação microbiana.

Contudo e para efeitos de qualidade como o comprimento é um indicador muito importante para a satisfação do cliente, este é um valor de controlo obrigatório, e croissants demasiado pequenos não podem seguir para embalagem, e demasiado grandes também não, pois podem comprometer o embalamento dos mesmos.

Para todos os efeitos a medição do comprimento dos croissants é feita com uma régua de precisão da marca *Sady* com uma precisão de $\pm 0,05$ cm.

2.2.6. Gordura

O parâmetro da gordura é analisado com um objetivo sensorial. A gordura dá sabor e ao mesmo tempo em quantidades muito elevadas pode rancificar dando origem a um sabor desagradável a ranço. É por esta razão necessário controlar a quantidade de gordura nos produtos produzidos, garantido que estes têm o nível de gordura certo de modo a não rancificarem ou a que a probabilidade de rancificarem seja mais reduzida.

Ao mesmo tempo, este indicador foi considerado importante. Apesar de ser considerado um valor orientativo, os produtos com gordura mais elevada passam para a embalagem e este pode ser um problema porque segundo Smith et al. (2004) podem ocorrer dois tipos de rancificação nos produtos de padaria industrial: a rancificação oxidativa que ocorre na presença de oxigénio, que pode ser um

problema uma vez que o produto não é selado com uma atmosfera modificada à base de azoto (N_2); a rancificação hidrolítica que não precisa da presença de oxigénio, é resultado da hidrólise de triglicéridos com a libertação de glicerol e ácidos gordos por enzimas estão presentes na farinha, por exemplo, mas que também podem ser encontradas noutros ingredientes. (Smith et al., 2004) É ainda importante referir que estas enzimas não são destruídas nos processos industriais, como por exemplo, a cozedura que é das operações unitárias mais agressivas. (Smith et al., 2004) Estas duas rancificações disponibilizam assim nutrientes mais fáceis de metabolizar por estes microrganismos.

A gordura é medida no laboratório de doces com o auxílio do *SpectraAnalyzer* da *Zeutec*, e tendo em conta o que foi apresentado neste ponto, e os dados que serão analisados mais à frente na presente dissertação, considerou-se que este indicador deveria ser considerado obrigatório (uma vez que até à data este valor é considerado como orientativo), de modo a conseguir-se controlar melhor o desenvolvimento microbiológico.

2.2.7. Viscosidade

A viscosidade é um parâmetro analisado no laboratório de doces com o objetivo de determinar a viscosidade dos cremes. É importante determinar a viscosidade dos cremes porque esta vai afetar a espessura do mesmo e por fim a textura do produto final. É pretendido que o creme não seja demasiado viscoso para não se tornar “duro” e ao mesmo tempo este não pode ser demasiado fluido para não sair do croissant depois de injetado por ser demasiado “líquido”.

A viscosidade é medida com o auxílio de um viscosímetro da *Brookfield*, modelo *RVT* e é considerado um valor orientativo.

Não a viscosidade, mais sim a consistência de um produto é importante para o desenvolvimento de microrganismos pois como iremos ver no ponto 3 da presente monografia, as leveduras desenvolvem-se melhor em estratos líquidos que proporcionam melhores condições anaeróbias e por outro lado os bolores desenvolvem-se melhor em estratos sólidos onde as condições aeróbias são mais frequentes (Kavanagh, 2018; Pitt & Hocking, 2019). Todavia, este facto não quer dizer que apenas os bolores se desenvolvam em estratos sólidos e as leveduras em estratos líquidos, mas sim que estes acontecimentos são mais prováveis de se verificarem. Neste sentido a viscosidade dos cremes é importante, pois se for demasiado fluido o creme pode estar menos propício ao desenvolvimento de bolores, mas mais ao desenvolvimento de leveduras; e por sua vez, se este for demasiado espesso e consistente está mais suscetível ao desenvolvimento de bolores. (Pitt & Hocking, 2019)

2.3. Parâmetros Analisados em Microbiologia

No laboratório de microbiologia são feitas pesquisas a germes totais, bolores e leveduras, e às enterobactérias. Estas três análises são realizadas com diferentes propósitos dos quais a pesquisa a germes totais tem como objetivo averiguar a contaminação da amostra por microrganismos quer sejam

bactérias ou fungos (pesquisa feita a mesófilos a 30°C, com substrato mais propício ao desenvolvimento de bactérias); por sua vez a análise a bolores e leveduras que são microrganismos mais desenvolvidos e resistentes e possibilita analisar a possível contaminação ambiental dos locais que estão em contacto direto com os alimentos produzidos (Kavanagh, 2018; Pitt & Hocking, 2019), e por fim as enterobactérias estão diretamente relacionadas com a possível contaminação fecal dos produtos alimentares pelas águas utilizadas tanto para produção dos bolos e croissants como para a sanitização da linha. (Salamandane et al., 2021). Estas análises são feitas ao produto acabado, às matérias-primas e aos cremes.

De forma a completar a estas análises ao produto final também são feitas inspeções visuais que apenas permitem identificar se o produto apresenta ou não contaminação por bolores ou leveduras, pois estes são os únicos microrganismos visíveis a olho a nu. Esta análise determina assim se o produto está OK – livre de contaminação – ou NOT OK – contaminado. Estas duas análises (a pesquisa de microrganismos e a inspeção visual) são feitas alternadamente, uma vez por semana e ao longo da vida útil do produto alimentar.

Também é realizada pelos analistas da fábrica, análises de superfície aos tanques, filmes de embalagem e a diversas superfícies da linha de doces com o objetivo de verificar a correta higienização da linha e ou dos equipamentos por onde passa o produto. Mais uma vez, esta análise tem como objetivo garantir que estas superfícies não se encontram contaminadas por microrganismos que depois vão entrar em contanto com os produtos alimentares. Este ponto será discutido mais aprofundadamente na alínea E) do ponto 5.3 da presente dissertação.

Estas análises microbiológicas são feitas num laboratório de microbiologia devidamente equipado que permite a correta execução das análises, bem como a segurança dos analistas.

3. Metodologia

3.1. Avaliação da Homogeneização de Sorbato de Potássio

A verificação da correta homogeneização do sorbato de potássio no creme foi feita em cremes antes de serem injetados nos croissants e bolos. Para isto tentou retirar-se creme da zona superior do tanque e da parte inferior para mais tarde se perceber se existia alguma diferença significativa das concentrações de sorbato nas diferentes zonas do tanque. Esta colheita de amostras apenas foi possível nos cremes de cacau, uma vez que devido à textura do creme de baunilha (que é muito espesso e viscoso) só se conseguiu recolher a amostra de creme pela parte superior do tanque.

Deste modo foram analisadas 3 amostras de creme de baunilha (87-21, 88-21, 97-21), 7 amostras da parte superior do creme de cacau (89-21(1), 90-21(1), 102-21, 103-21(1), 104-21(1), 105-21(1) e 106-21(1)) e 6 amostras da parte inferior do creme de cacau (89-21(2), 90-21(2), 103-21(2), 104-21(2), 105-21(2) e 106-21(2)). As amostras do creme de baunilha e da parte superior do creme de cacau foram recolhidas pela porta superior do tanque; as amostras da parte inferior do creme de cacau foram recolhidas pela torneira de recolha do tanque.

O método da análise realizado no laboratório da faculdade está descrito nos próximos tópicos.

3.1.1. Preparação da Solução Padrão

Para a preparação da solução padrão começou por dissolver-se $(0,10 \pm 0,01)$ g de sorbato de potássio em pó para um balão volumétrico de $(100 \pm 0,20)$ ml, obtendo uma solução padrão de sorbato de potássio com uma concentração de 1,0g/L.

Procedeu-se ainda à realização de uma reta de calibração para mais tarde se conseguir fazer a interpretação de resultados. Para isso elaboraram-se seis diluições da solução padrão de modo a obter as concentrações de 0,05, 0,10, 0,15, 0,20, 0,25 e 0,30 mg/5ml. Após obtidas as diluições passou-se 5ml de cada diluição para um balão volumétrico de $(50 \pm 0,06)$ ml e adicionou-se 0,4ml de HCl (1+1) e 20ml de hexano. Agitou-se a solução durante aproximadamente 1 minuto e transferiu-se o preparado para uma ampola de decantação. Descartou-se a fase inorgânica e transferiu-se a fase orgânica com o hexano para um balão volumétrico de $(25 \pm 0,03)$ ml e reservou-se a amostra. Repetiu-se este procedimento para todas as diluições e por fim leu-se a absorvância a 250nm num espectrofotometro *SPEKOL 1500*, da *analytikjena*. Repetiu-se a leitura três vezes para cada diluição.

3.1.2. Preparação da amostra

Começou por pesar-se para um erlenmeyer $(20,000 \pm 0,001)$ g da amostra, registando o peso de cada uma. Adicionou-se depois 85ml de água agitou-se a amostra durante mais ou menos 10 minutos.

3.1.3. Determinação do Sorbato de Potássio

Depois da amostra preparada, passou-se 5ml desta para um balão volumétrico de (50±0,06)ml e adicionou-se 0,4ml de HCl (1+1) e 20ml de hexano, tal como se procedeu para as diluições da solução padrão. Agitou-se durante 1 minuto e passou-se a solução para uma ampola de decantação. Foi descartada a parte inorgânica da solução e passou-se a solução orgânica com o hexano para um balão volumétrico de (25±0,03)ml. Procedeu-se depois a uma diluição de 1:10 das amostras, em que se transferiu 2,5ml da amostra para um novo balão volumétrico de (25±0,03)ml e aferiu-se o volume até à marca com hexano. Procedeu-se da mesma forma para todas as amostras e as mesmas foram reservadas até estarem todas completas para a análise no espectrofotometro. A leitura da absorvância foi feita a também a 250nm, foram feitas três leituras para cada amostra e os resultados foram registados para posterior análise.

Este procedimento foi feito tendo em conta o método utilizado por AOAC, (1990).

3.1.4. Quantificação

Com dados obtidos no ponto 3.1.1 foi elaborada uma reta de calibração, como foi referido anteriormente. Com esta reta foi possível determinar a concentração do sorbato de potássio presente na amostra, dividindo o valor da absorvância lido pelo declive da reta de calibração obtido. Uma vez obtido o valor da concentração do sorbato de potássio em mg/5ml, foi possível determinar a massa e a percentagem de sorbatos presente na amostra.

3.2. Avaliação da Homogeneização de Propionato de Cálcio

A verificação da correta homogeneização do propionato de cálcio foi feita em massa crua e em massa cozida, mas sem creme (produto intermédio). Para isso realizou-se uma massa com o propionato de cálcio adicionado em pó (procedimento atual de adição do conservante à massa), e uma massa em que o conservante é adicionado à massa dissolvido em água. Este estudo foi feito nas duas massas propositadamente para perceber se a dissolução do conservante em água, melhorava ou não a homogeneização do conservante na massa. Estas duas massas foram analisadas em laboratório certificado. Foram analisadas no laboratório da faculdade a massa crua realizada através da receita tradicional e a massa cozida.

Para este teste foram assim recolhidas 10 amostras de massa crua produzida de forma tradicional; 10 amostras de massa crua produzidas com o propionato de cálcio dissolvido em água; 6 amostras do produto cozido do bolo 1; 6 amostras do produto cozido do croissant 1; 6 amostras do produto cozido do croissant 2; 6 amostras do produto cozido do croissant 3; 6 amostras do produto cozido do croissant pequeno 1; 6 amostras do produto cozido do croissant pequeno 2. Para laboratório certificado foram apenas envidas as amostras de massa crua (portanto 20 amostras); e no laboratório da faculdade foram analisadas 10 amostras gémeas da massa crua produzida de forma tradicional e as amostras de todos os produtos depois de cozinhado.

A análise feita no laboratório da faculdade está descrita nos tópicos que se seguem.

3.2.1. Preparação da Solução Padrão

Para a preparação da solução padrão começou-se por dissolver $(0,2000 \pm 0,0001)$ g de propionato de cálcio em pó para um balão volumétrico de $(100 \pm 0,20)$ ml, obtendo uma solução padrão de propionato de cálcio com uma concentração de 2,0g/L.

Para a realização do teste procedeu-se à realização da diluição da solução padrão, fazendo 5 diluições obtendo-se padrões com as concentrações de 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 e 1 mg/ml.

3.2.2. Preparação da solução de Sulfato férrico amoniacal

Pesou-se $(8,00 \pm 0,01)$ g de sulfato férrico amoníaco para um balão volumétrico de $(100 \pm 0,20)$ ml e aferiu-se o volume do mesmo com água destilada, de modo a obter a solução teste que vai reagir com o propionato de cálcio.

3.2.3. Preparação da Amostra

Começou-se por cortar a amostra em pedaços mais pequenos, de modo a poder pesar-se, cerca de $(5,00 \pm 0,01)$ g de amostra para um erlenmeyer adicionando 50ml de água destilada. A amostra foi ainda agitada durante 10 minutos e depois ficou cerca de 1 horas e 50 minutos em descanso, perfazendo um repouso total de 2 horas. Depois do período de tempo de repouso percorrido, a amostra é filtrada, utilizando se para a análise o filtrado.

3.2.4. Teste de Cor ao Propionato de Cálcio

Colocaram-se diversos tubos de ensaio num suporte e legendaram-se com a numeração 5, 10, 15, 20 e 25, onde se colocou 2 ml das soluções padrões 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 e 1 mg/ml do propionato de cálcio respetivamente. Depois para cada amostras foram realizados dois testes, um colocou-se 1 ml da amostra e 1ml da solução padrão com a concentração de 0,6mg/ml de propionato de cálcio, e noutra tubo colocou-se 2 ml da amostra. Em cada tubo foi colocado 3 gotas da solução reagente e foi registada e comparada a cor resultante. A análise de cor permite a semi-quantificação dos teores de propionato nas amostras.

Este procedimento foi feito tendo em conta o método utilizado por Phechkrajang & Yooyong, (2017).

3.2.5. Análise em Laboratório

Para complementar e comprovar os resultados obtidos na análise feita com o método anteriormente descrito foram enviadas amostras gêmeas para laboratório certificado de modo a obter resultados mais precisos e exatos.

Todos os resultados das análises feitas ao propionato de cálcio encontram-se apresentados e discutidos no ponto 4.1 da presente dissertação.

3.3. Análise comparativa entre os dados analíticos de qualidade e microbiologia de 2020 e as reclamações de produtos doces por bolores

Simultaneamente à realização dos testes para verificar a homogeneização dos conservantes nos produtos foi realizada uma análise a todos os dados registados em 2020 e ao mesmo tempo uma análise às reclamações com o objetivo final de conseguir comparar toda a informação, percebendo se existe mais algum critério que leve ao desenvolvimento de bolores e leveduras nos bolos para além da suspeita da incorreta homogeneização dos conservantes.

Esta análise teve também um carácter crítico (positivo ou negativo) tendo em conta toda a informação disponível e também a bibliografia sendo assim possível comentar todos os parâmetros analisados no laboratório.

Os resultados e discussão desta análise encontram-se no ponto 4.3 da presente monografia.

3.4. Estudo do pH das Madres

Seguidamente à análise feita aos dados de 2020 e das reclamações, percebeu-se que a madre P (que é a madre que vai para produção) apresentava regularmente um valor de pH em média superior ao que é esperado, e verificou-se que seria necessário efetuar o controlo de pH a todas as madres de modo a perceber a razão para um pH da madre P elevado. Como foi dito anteriormente, as madres são um fermento natural que é regenerado ao longo do tempo, assim o pH de uma madre está dependente do pH da madre anterior com que foi feito. Existindo um pH mais elevado na madre P, significa que poderá existir um problema no pH da madre L que deu origem a esta madre P. Como atualmente as medições ao pH da madre são feitas apenas uma vez por turno não era possível fazer o rastreio dos pH das madres.

Foi por isso realizado durante uma produção de massas (em que todas as madres eram regeneradas e produzidas) a análise ao pH de todas as madres (M, L e O) a todas as horas. Esta análise servirá para verificar qual é a relação que existe entre o pH de uma madre M que dá origem a uma madre L, que por sua vez tem influência no pH da madre P.

Os resultados deste estudo estão apresentados no ponto 4.4 da presente monografia.

3.5. Análise microbiológicas aos tanques dos cremes e aos cremes

Posteriormente a uma inspeção visual aos tanques onde são armazenados os cremes, e depois da análise feita a todos os dados registados em 2020 e às reclamações, considerou-se pertinente avaliar a correta higienização destes tanques, bem como algumas análises aos cremes que estavam dentro de tanques armazenados. Esta necessidade surgiu por se verificar que efetivamente os tanques poderiam ser mal higienizados, sendo necessário perceber se a higienização estava a ser feita corretamente e depois, se poderia existir alguma contaminação entre a utilização dos tanques.

Para isso foram definidas 3 zonas para recolha de amostras microbiológicas aos tanques:

1. Zona 1 – tampa do tanque;
2. Zona 2 – zona crítica visualmente mais falível de apresentar-se “suja”;
3. Zona 3 – zona visualmente limpa.

E para os cremes foram também definidas 3 zonas de recolha de amostras⁵:

1. Zona 1 – recolha de creme à superfície;
2. Zona 2 – recolha de creme na zona crítica, também à superfície.
3. Zona 3 – recolha de creme por baixo (pela torneira do tanque).

A todas estas amostras foram feitas pesquisa de contagens totais, leveduras e bolores, com o objetivo de perceber se efetivamente existe alguma relação entre a higienização feita aos tanques e a sua possível contaminação.

Os resultados desta análise estão apresentados no ponto 4.5 da presente monografia.

3.6. Estudo sobre a relação da homogeneização do propionato de cálcio com a qualidade microbiológica de creme injetado no produto

A realização deste estudo surgiu depois de analisados todos os dados de 2020 e das reclamações, bem como após o estudo sobre a homogeneização do propionato cálcio, onde surgiu a necessidade de perceber se efetivamente a má homogeneização deste conservante na massa dos produtos quando combinado com creme com uma qualidade microbiológica mais pobre (ou seja, um creme mais contaminado) promove ou não um maior desenvolvimento de bolores nestes produtos.

Posto isto, para a realização deste teste foi necessário a produção de uma massa com menos propionato de cálcio (Massa NOK), de modo a simular a massa que fica com menos quantidade do conservante devido à má homogeneização do mesmo aquando da produção das massas; e foram realizadas análises microbiológicas aos cremes, de modo a perceber qual é o tanque de creme que tem

⁵ Aos cremes de baunilha apenas foram retiradas amostras da zona 1 e 2, uma vez que não possível recolher amostras da zona 3.

uma contaminação microbiológica mais elevada. Este creme foi armazenado e apenas o fim do tanque foi utilizado para injeção dos bolos e croissants, de modo a comprovar se existe alguma relação com a utilização de creme em fim de tanque (este ponto está mais claramente explicado na alínea O) do ponto 4.3). Após escolhidos os tanques, e feita a massa NOK, os produtos foram injetados, embalados e legendados tendo em conta o esquema apresentado na tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Codificação das amostras recolhidas para a elaboração do teste que relaciona a quantidade percentual do propionato com a qualidade microbiológica do creme

	Massa OK	Massa NOK (redução de 20% do conservante)
Recheio OK	A	B
Recheio NOK (com contagem total elevada)	C	D

Ainda relacionado com este estudo, é importante referir que foram recolhidas 96 amostras de cada tipo de produto (A, B, C ou D) e que estas foram depois divididas em 2 grupos, sendo que um foi colocado no armazém à temperatura ambiente (amostras X – AX, BX, CX e DX) e as outras amostras foram colocadas na câmara à temperatura de 28°C (amostras Y – AY, BY, CY e DY) com o objetivo de acelerar propositadamente o crescimento microbiológico.

Posteriormente, os produtos foram armazenados na fábrica durante o seu tempo de vida útil (14 semanas) e foi feito o estudo microbiológico destes mesmos produtos até as 17 semanas, que é o tempo de vida útil do produto mais uma margem de 20%, em que é esperado que o produto, mesmo para além do prazo de validade se mantenha em boas condições para ser consumido. As análises microbiológicas a estes produtos para avaliar o desenvolvimento de microrganismos foram realizadas nas semanas 1, 6, 8, 10, 12, 14 e 17. Alternadamente à análise microbiológica é feito uma inspeção visual, e às 14 semanas foram abertas uma amostragem significativa de embalagens, uma vez que a validade do produto é atingida e é importante verificar o desenvolvimento ou não de microrganismos neste momento. Outra amostragem significativa foi armazenada até se atingir a 17ª semana de vida útil do produto, que nessa altura foi também alvo de uma inspeção visual. Apesar do estágio empresarial ter terminado antes da finalização deste estudo, o acesso às instalações da fábrica foi permitido sempre que necessário e até à finalização deste estudo.

4. Resultados e Discussão Resultados

4.1. Homogeneização do Propionato de Cálcio

Com as receitas de produção das massas foi possível determinar teoricamente a quantidade de propionato de cálcio presente nas mesmas. Na tabela 4.1 é possível observar os valores teóricos esperados para as concentrações de propionato de cálcio em mg/kg de produto (massa). Tendo em conta a legislação portuguesa que permite a adição máxima de 2000 ou 3000 mg/kg de produto (depende do tipo de produto se pão se padaria fina), para os produtos em estudo (padaria e panificação industrial), é possível observar que estes produtos, teoricamente se encontram abaixo do limite legal permitido. (Comissão Europeia, 2011)

Tabela 4.1 - Quantidade teórica de propionato de cálcio por quilograma de produto

Produto	mg/Kg
Bolo 1	1096,0
Croissant 1 e 2	1612,8
Croissant 3	1241,2
Croissant Pequeno 1 e 2	1241,2

Em conjunto com as análises realizadas no laboratório da faculdade foram elaboradas análises em laboratório certificado de modo a completar os resultados obtidos ao longo de todo o estudo. A tabela 4.2 representa assim os resultados obtidos numa análise feita à quantidade de propionato de cálcio presente em amostras de massa crua realizada da forma tradicional, e a tabela 4.3 mostra os resultados da mesma análise feitos em amostras de massa crua com o propionato dissolvido em água. As amostras da massa tradicional foram recolhidas no dia 19 de fevereiro e as amostras da massa com o propionato dissolvido em água foram recolhidas no dia 28 de março. No anexo 1 é possível verificar a codificação das respetivas amostras.

Aqui é ainda importante salientar que os resultados do ácido propiónico (mg/kg) e propionato de cálcio (mg/kg) foram fornecidos pelo laboratório e a % de propionato de cálcio por amostra foi calculada tendo em conta que a massa em estudo deveria ter teoricamente uma quantidade de 1096,0mg de propionato de cálcio por 1kg de massa.

Tabela 4.2 - Resultados obtidos das amostras de massa crua com o propionato adicionado em pó analisados em laboratório

Amostras	Ácido propiónico (mg/kg)	Propionato de cálcio (mg/kg)	Variação face ao valor teórico (%)
Amostra 1	930	1169	107
Amostra 2	880	1106	101
Amostra 3	890	1119	102
Amostra 4	720	905	83
Amostra 5	622	782	71
Amostra 6	670	842	77
Amostra 7	638	802	73
Amostra 8	810	1018	93
Amostra 9	720	905	83
Amostra 10	810	1018	93
Média	769	967	88
Desvio Padrão	110	139	13

Tabela 4.3 - Resultados obtidos das amostras de massa crua com o propionato adicionado em suspensão analisados em laboratório

Amostras	Ácido propiónico (mg/kg)	Propionato de cálcio (mg/kg)	Variação face ao valor teórico (%)
Amostra 11	780	980	89
Amostra 12	930	1169	107
Amostra 13	890	1119	102
Amostra 14	820	1031	94
Amostra 15	780	980	89
Amostra 16	750	943	86
Amostra 17	840	1056	96
Amostra 18	810	1018	93
Amostra 19	850	1068	97
Amostra 20	850	1068	97
Média	830	1043	95
Desvio Padrão	54	68	6

Apenas com a análise a estes dois conjuntos de amostras enviadas para laboratório é possível perceber que o propionato de cálcio se encontra efetivamente mal homogeneizado na massa (apresenta superior desvio face ao valor médio). Dissolver o propionato de cálcio em água, aquando da sua administração na massa dos bolos e croissants, faz aumentar significativamente a homogeneização do conservante, como é possível observar pela análise da tabela 4.2 e 4.3 em que a variação percentual do propionato de cálcio face ao teórico passa de $(88\pm 13)\%$ para $(95\pm 6)\%$, com redução do desvio e aumento do valor médio na massa crua, que se aproxima mais do valor teórico (1096 mg/kg), quando

este é previamente dissolvido em água. Este é um aspeto importante a ter em consideração uma vez que ao encontrar-se mais bem homogeneizado em toda a massa, vai contribuir para que toda a massa tenha a mesma probabilidade de desenvolver bolores, entre outros microrganismos, e também menor probabilidade de desenvolvimento de bolores (por haver maior quantidade de propionato disponível).

De forma a completar os resultados recebidos do laboratório foi feito no laboratório da faculdade um teste de cor. Este teste apenas permitiu, e por meio de comparação com as soluções padrões, por método colorimétrico, perceber em que nível se encontrava a concentração de propionato de cálcio nos diferentes produtos produzidos na fábrica. Deste modo, na tabela 4.4 encontra-se a tabela com a codificação de cores utilizadas em que 5, 10, 15, 20 e 25, correspondem respetivamente a concentrações de propionato de cálcio de 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 e 1 mg/ml e também a cor do ensaio em branco.

Tabela 4.4 - Codificação da cor das soluções padrão

Padrão					
B	5	10	15	20	25

Na figura 4.1, é possível observar as cores dos tubos padrões e do branco no momento da realização da experiência.

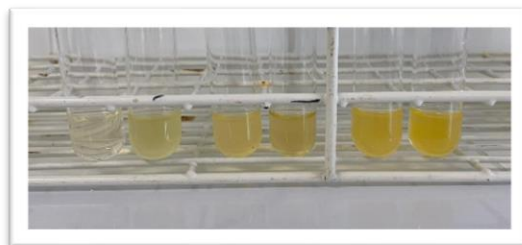


Figura 4.1 - Coloração do ensaio branco e das soluções padrões 5, 10, 15, 20 e 25 respetivamente.

A tabela 4.5 foi elaborada com os resultados obtidos semelhantes aos observados na figura 4.2. Deste modo, após a colocação do reagente no tubo de ensaio com a amostra a analisar, agitou-se um pouco o tubo e observou-se o resultado obtido e por meio de comparação com as soluções padrões e com o ensaio branco completou-se a tabela 4.5.

Um facto importante a considerar, é que apesar das comparações com as soluções padrões terem sido realizadas de uma forma relativamente rápida, notou-se que ao longo do tempo os padrões com mais concentração de propionato de cálcio se tornavam relativamente mais turvos o que dificultou um pouco a comparação, embora não se tornasse um problema.

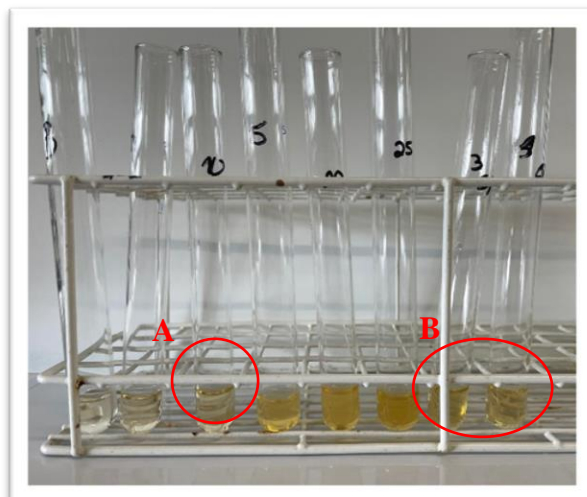


Figura 4.2 – Resultado do teste de cor do propionato de cálcio realizado à amostra 3;
Legenda: B - tubos de ensaio com a amostra 3; A – Tubo de ensaio com a solução padrão 10, que tem a mesma cor que a amostra.

Ao observar se a tabela 4.5 é possível perceber que a concentração do propionato de cálcio aumenta ligeiramente de produto para produto, o que é esperado tendo em conta a quantidade de propionato teoricamente esperada em cada produto (tabela 3.1). Contudo um ponto a salientar de extrema importância é o facto de se notar que na massa crua há uma tendência para esta apresentar mais propionato de cálcio do que no bolo (produto cozido). Esta massa sendo crua, da receita do bolo 1, deveria apresentar valores idênticos aos registados no produto cozido do bolo 1. Contudo no produto cozido nota-se efetivamente uma tendência para a diminuição da concentração de propionato de cálcio quando testadas as amostras pelo teste de cor. Será interessante e futuramente tentar perceber de uma forma mais rigorosa se efetivamente a cozedura afeta ou não a percentagem deste conservante nos produtos onde é adicionado. Contudo, segundo Li et al. (2017) a estabilidade do conservante só é posta em causa a temperaturas superiores aos 230°C. Uma vez que os produtos em estudo são cozidos no forno a uma temperatura máxima de 205°C e por relativamente pouco tempo, considera-se que este não seja um fator determinante, contudo é possível afirmar que a temperatura afeta a estabilidade e composição do propionato de cálcio, logo poderá existir alguma interferência, mesmo que muito ligeira, na sua concentração nos produtos, antes e depois de cozinhados. Verifica-se que o valor semiquantitativo obtido nas amostras de massa crua estão no intervalo de valores obtidos nas amostras analisadas em laboratório. Verifica-se igualmente que os valores semiquantitativos obtidos para o bolo 1. Croissant 1, 2 e 3, estão de acordo com o valor teórico administrado. No caso dos croissants pequenos 1 e 2, o valor semiquantitativo é mais reduzido do que o valor teórico administrado.

Ainda relacionado com a homogeneização do propionato de cálcio foi realizado um teste final onde se tentou estudar esta variável e outra, a localização do creme dentro do tanque de reserva no momento de injeção, e os resultados deste teste serão analisados mais à frente nesta monografia, no ponto 4.6.

Tabela 4.5 - Resultados semiquantitativos do teste de cor realizado no laboratório da faculdade

		mg/kg
Produto	Amostra	
Bolo 1	1	≈ 1000 mg/kg
	2	< 1000 mg/kg
	3	≈ 1000 mg/kg
	4	≈ 1000 mg/kg
	5	≈ 1000 mg/kg
	6	≈ 1000 mg/kg
Croissant Pequeno 1 e 2	7	≈ 1000 mg/kg
	8	≈ 1000 mg/kg
	9	≈ 1000 mg/kg
	10	≈ 1000 mg/kg
	11	≈ 1000 mg/kg
	12	≈ 1000 mg/kg
Croissant 3	13	[1000-2000] mg/kg
	14	[1000-2000] mg/kg
	15	[1000-2000] mg/kg
	16	[1000-2000] mg/kg
	17	[1000-2000] mg/kg
	18	[1000-2000] mg/kg
Croissant 1 e 2	19	[1000-2000] mg/kg
	20	[1000-2000] mg/kg
	21	[1000-2000] mg/kg
	22	[1000-2000] mg/kg
	23	[1000-2000] mg/kg
	24	≈ 1000 mg/kg
Massa crua	1a	≈ 1000 mg/kg
	2a	≈ 1000 mg/kg
	3a	[1000-2000] mg/kg
	4a	≈ 1000 mg/kg
	5a	≈ 1000 mg/kg
	6a	≈ 1000 mg/kg
	7a	≈ 1000 mg/kg
	8a	≈ 1000 mg/kg
	9a	≈ 1000 mg/kg
	10a	[1000-2000] mg/kg

Nota: as amostras da massa estão numeradas de 1a a 10a pois são amostras gêmeas das amostras analisadas em laboratório certificado com o propionato adicionado em pó (tabela 4.2)

4.2. Homogeneização do Sorbato de Potássio

Com as receitas de produção dos cremes foi possível determinar teoricamente a quantidade de sorbato de potássio presente nos mesmos. Na tabela 4.6 é possível observar os valores teóricos esperados para as concentrações de sorbato de potássio em mg/kg de produto (creme). Mais uma vez, e tal como foi mencionado para os testes ao propionato de cálcio depois de consultada a legislação portuguesa, considerou-se para os produtos em estudo (cremes doces) que o limite legal a seguir seria o apresentado para os “produtos de padaria e pastelaria” em que o valor estabelecido está nos 2000 mg de ácido sórbico por kg do produto. (Comissão Europeia, 2011)

Tabela 4.6 - Quantidade teórica de sorbato de potássio por quilograma de produto

Produto	mg/Kg
Creme Cacau	1017
Creme Baunilha	1517

Durante este teste houve a necessidade de diluir a amostra, como é descrito no ponto 3.1 da presente dissertação e depois de lida a absorvância de todas as amostras e de registados os valores obtidos foi calculada a quantidade de sorbato de potássio presente nos cremes em mg/kg, e estes resultados podem ser observados na tabela 4.7. Na figura 4.3 é possível observar a preparação da amostra. Aqui é ainda importante salientar que 3 amostras eram de creme baunilha (87-21, 88-21 e 97-21) e as restantes eram de creme de cacau.

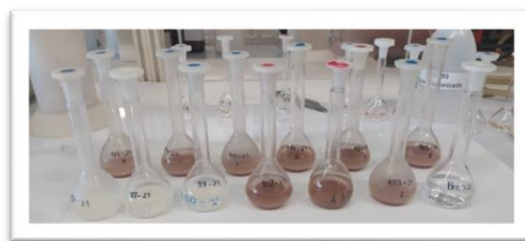


Figura 4.3 - Preparação das amostras dos cremes para a quantificação do sorbato de potássio

Tabela 4.7 - Resultados da Análise feita à quantidade de sorbato de potássio presente nos cremes

Amostra	Ácido sorbico (mg/kg)	Sorbato de potássio (mg/kg)	Varição face ao valor teórico (%)
Creme de Cacau			
89-21 (1)	1184	1586	156
89-21 (2)	1211	1623	160
90-21 (1)	1083	1451	143
90-21 (2)	1168	1565	154
102-21	909	1218	120
103-21 (1)	943	1264	124
103-21 (2)	1574	2108	207
104-21 (1)	1061	1421	140
104-21 (2)	1204	1612	159
105-21 (1)	1179	1579	155
105-21 (2)	1415	1896	186
106-21 (1)	1243	1665	164
106-21 (2)	1635	2190	215
Média	1216	1629	160
Desvio Padrão	216	289	28
Creme de Baunilha			
87-21	1845	2472	163
88-21	2377	3184	210
97-21	2396	3210	212
Média	2206	2955	195
Desvio Padrão	313	419	28

Legenda: os cremes 87-21, 88-21, 97-21 e 102-21 não apresentam duas zonas de análise porque se o creme for mais viscoso, este não sai pela torneira do fundo do tanque, impossibilitando a recolha do mesmo para análise; a variação face ao valor teórico (%) de sorbato de potássio no creme foi calculada tendo em conta a quantidade teoricamente adicionada ao mesmo. (1) recolha na parte superior do tanque, (2) recolha pela torneira do tanque – parte inferior.

Ao observarmos os dados apresentados na tabela 4.7, existem duas conclusões principais a retirar deste estudo. A primeira está relacionada com o facto de tanto para o creme de cacau, como para o creme de baunilha a variação face ao valor teórico de sorbato de potássio se encontrar muito superior a 100%. Com uma percentagem de $(160 \pm 28)\%$ e de $(195 \pm 28)\%$ face o valor teórico de sorbatos para o creme de cacau e baunilha, respetivamente, é fácil perceber que em alguns cremes a concentração de sorbatos é significativamente superior do que é teoricamente adicionado aos cremes. Seria necessário avaliar por meio de novos ensaios esta situação, tentando perceber por que razão é que isto acontece. No entanto, e apesar desta a concentração de sorbato de potássio ser tão elevada, a quantidade de ácido sorbico não chega a ultrapassar o limite legal permitido pela legislação portuguesa para estes produtos, pois esta análise foi feita apenas ao creme e o limite legal está estabelecido para o produto final (massa + recheio), e no todo, este valor é menor.

Por fim e mais relacionado com o tema da dissertação está o facto das concentrações mudarem ligeiramente dentro da mesma amostra, mas em zonas diferentes do tanque. Como é possível observar na tabela 4.7, e neste caso para os cremes de cacau analisados, é possível verificar que a concentração

é sempre maior na parte inferior do tanque. Este acontecimento é muito mais significativo nos tanques 103, 104, 105 e 106 do que nos tanques 89 e 90, mas verifica-se nos 6 tanques. Aqui, para além de se comprovar que efetivamente os cremes ficam mal homogeneizados, surge a dúvida se no meio do tanque (que leva cerca de 1000 kg de creme) haverá uma diminuição da concentração do sorbato de potássio nos cremes, pois uma vez que esta se encontra tão elevada nas partes superiores e inferiores em relação à quantidade teoricamente adicionada nos cremes, eventualmente poderá existir uma diferença significativa para o centro do tanque. Contudo, esta hipótese (apesar de pouco provável, pois tendo em conta a composição do creme, acredita-se apenas que deve haver uma diminuição da concentração dos sorbatos à medida de que sobe em altura do tanque, ou sejam que estes ficam depositados no fim do tanque, e não que haja uma discrepância das concentrações entre o fim, meio e superfície do tanque) teria que ser comprovada com mais testes.

4.3. Dados de 2020 e Reclamações por Bolores

A correlação dos dados de 2020 com as reclamações por bolores nos produtos doces dos anos de 2020 e 2021 foi feita através de todos os dados de qualidade e de microbiologia que foram fornecidos pela Empresa. Após uma análise cuidada e pormenorizada, estes dados foram compilados e correlacionados entre eles, de modo a perceber se existia alguma relação entre os mesmos e o desenvolvimento de bolores nos produtos doces produzidos na fábrica. Deste modo, tentou verificar-se se existe alguma relação entre 14 indicadores, propostos pelo Departamento de Qualidade e Segurança Alimentar da empresa, e ao longo da mesma análise surgiram mais 2 indicadores a analisar. Estes indicadores encontram-se numerados de A) a P), e a sua respetiva correlação ou não, encontra-se explicada nessa mesma alínea.

Todas as tabelas abaixo apresentadas evidenciam a mesma legenda de cores, e esta mesma legenda apresenta-se representada na tabela 4.8.

Tabela 4.8 - Legenda de cores

	A média quando somado ou subtraído o valor do desvio padrão está dentro do intervalo
	A média quando somado ou subtraído o valor do desvio padrão não está dentro do intervalo
	A média não está dentro do intervalo

Aqui é ainda importante salientar que para todos os indicadores em baixo apresentados, foi calculado para cada produto, a média e o desvio padrão dos valores obtidos durante o ano de 2020, e dos valores registados dos produtos com reclamação. Aqui foi ainda feita uma análise percentual, tentando perceber se o indicador se encontrava acima ou abaixo do intervalo estabelecido (% Elevada – percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo acima do estabelecido pelo intervalo; % Baixa - percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo abaixo do estabelecido pelo intervalo). Aqui importa ainda salientar que estes intervalos foram estabelecidos pela empresa que garantem que o

produto é estável, seguro (microbiologicamente) e com qualidade durante todo o tempo de vida útil do produto.

Deste modo, os indicadores identificados foram:

A) Humidade de Produto Acabado (PA)

A humidade é um fator crucial para a deterioração dos produtos alimentares como foi mencionado no ponto 2.2.3, razão pela qual é um parâmetro de controlo pelo laboratório. Ao observar-se a tabela 4.9 é possível perceber que este é um indicador que apesar de se apresentar ligeiramente elevado para alguns dos produtos analisados, de forma geral os produtos apresentam-se com valores de humidade que se encontram dentro do intervalo estabelecida para os mesmos. Todavia, um fator em consideração, e tal como foi referido no ponto 2.2.3 da presente dissertação, é o funcionamento do equipamento. Relacionado com o funcionamento do mesmo, existem dois aspetos muito importantes a referir. A empresa calibra regularmente este equipamento, sendo que a correta calibração dos equipamentos permite assegurar os processos. No caso destas matrizes, e tendo em atenção ao tipo de matriz, identificou-se um constrangimento na medição da humidade e que está relacionado com a forma de leitura da humidade pelo aparelho. O equipamento faz a leitura da humidade da amostra analisada por recurso a programas instalados. No entanto, é utilizado o mesmo programa para ambos produtos, creme de cacau (castanho) e creme de baunilha (amarelo-claro). Uma vez que este aparelho pode ser programado com um número considerável de programas de leitura, sugere-se como ponto a melhorar na empresa a leitura da humidade do mesmo produto com cremes diferentes através de diferentes programas, e tentar adequar o programa ao creme. De facto, a utilização do mesmo programa para os produtos com diferentes cremes pode ocasionar pequenos erros de leitura, que podem ser corrigidos. Aqui, sugere-se como medida corretiva, que se possam criar novos programas, não só tendo em conta o tipo de produto analisado, mas também o tipo de creme que está inserido nesse produto.

Apesar destes constrangimentos na leitura, e sendo que este indicador é de extrema importância para o desenvolvimento de bolores, é possível concluir que tendo em conta os dados apresentados na tabela 4.9, este indicador não tem relação com o aparecimento de bolores nestes produtos, pois encontra-se bem controlado, pois os valores de humidade encontram-se sempre dentro do intervalo estabelecido para este parâmetro pelo departamento de segurança e qualidade alimentar da fábrica. De facto, os produtos com mais reclamações, Bolo 1, Croissant 2 e croissant pequeno 1, apresentaram valores de humidade dentro do intervalo.

Tabela 4.9 - Resultado da Análise à Humidade do Produto Acabado em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas

Humidade do Produto Acabado				
Produto	Intervalo		Dados de 2020	Total de Reclamações
Bolo 1	19,60 – 21,60	Média	21,48	21,21
		Desvio Padrão	0,67	0,64
		% Elevada	26,0%	13,6%
		% Baixa	0,0%	0,0%
Croissant 1	18,50 – 21,00	Média	20,86	20,30
		Desvio Padrão	1,14	0,40
		% Elevada	26,1%	0,0%
		% Baixa	0,0%	0,0%
Croissant 2	18,50 – 21,00	Média	20,73	20,18
		Desvio Padrão	1,12	0,55
		% Elevada	32,0%	33,3%
		% Baixa	0,0%	0,0%
Croissant 3	19,00 – 22,00	Média	21,25	21,74
		Desvio Padrão	0,76	0,77
		% Elevada	6,3%	0,0%
		% Baixa	0,0%	0,0%
Croissant Pequeno 1	17,00 – 19,00	Média	17,92	17,21
		Desvio Padrão	0,85	0,63
		% Elevada	8,5%	0,0%
		% Baixa	5,3%	25,0%
Croissant Pequeno 2	17,00 – 19,00	Média	18,20	18,20
		Desvio Padrão	0,76	0,000
		% Elevada	6,6%	0,0%
		% Baixa	1,5%	0,0%

Legenda: % Elevada – percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo acima do estabelecido pelo intervalo; % Baixa - percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo abaixo do estabelecido pelo intervalo; Intervalos estabelecidos pela empresa.

B) pH de Produto Acabado

Tal como a humidade também o pH é um fator determinante para o desenvolvimento de bolores. Quando observada a tabela 4.10 é possível observar que o pH está ligeiramente abaixo do valor do intervalo indicado pela empresa apenas no Bolo 1 e no Croissant 1, que coincide com produtos em que se verificou uma maior taxa de reclamações. Ainda através da análise à tabela 4.10, é possível verificar que houve 100% das reclamações por bolores em Croissant 1 e que estes croissants apresentavam o pH ligeiramente inferior ao do intervalo. Na literatura há autores que indicam que bolores preferem substratos com pHs entre os 4 e os 6 para crescerem e se desenvolverem (Erkmen & Bozogu, 2016; Kavanagh, 2018), o que pode ajudar a explicar a relação obtida entre reclamações, presença de bolores e valores de pH inferiores aos limites indicados pela empresa. Contudo para controlar o desenvolvimento de outros microrganismos é necessário que o pH destes produtos seja mantido nestes valores de intervalo mais baixos (Erkmen & Bozogu, 2016). A análise de outros parâmetros (a_w , por exemplo), pode também ajudar a explicar a contaminação nalguns dos produtos e as reclamações. É de salientar que o pH do produto final está totalmente dependente do pH do recheio e do pH da madre utilizada para a produção das massas do produto final, deste modo considerou-se

como fator determinante para o desenvolvimento de bolores no produto final, o pH da madre e não o pH do produto final, isto porque como irá ser discutido mais à frente, o pH do creme é um pH que se encontra dentro do intervalo estabelecido e o pH das madres é o que se torna extremamente difícil de controlar pra depois se poder assegurar que no produto final o produto tem um pH dentro do intervalo. E por sua vez, para se conseguir controlar o pH do produto final, é necessário controlar estes dois pHs primeiro.

Tabela 4.10 - Resultado da Análise ao pH do Produto Acabado em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas

pH de Produto Acabado				
Produto	Intervalo		Dados de 2020	Total de Reclamações
Bolo 1	5,50 – 5,70	Média	5,48	5,49
		Desvio Padrão	0,05	0,07
		% Elevada	0,5%	4,5%
		% Baixa	22,0%	22,7%
Croissant 1	5,60 – 5,80	Média	5,68	5,50 ⁶
		Desvio Padrão	0,04	0,0
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	0,0%	100,0%
Croissant 2	5,50 – 5,70	Média	5,50	5,50
		Desvio Padrão	0,04	0,00
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	8,5%	0,0%
Croissant 3	5,50 – 5,70	Média	5,49	5,50
		Desvio Padrão	0,03	0,00
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	6,9%	0,0%
Croissant Pequeno 1	5,60 – 5,80	Média	5,70	5,70
		Desvio Padrão	0,07	0,06
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	0,0%	0,0%
Croissant Pequeno 2	5,50 – 5,70	Média	5,50	5,50
		Desvio Padrão	0,04	0,00
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	5,9%	0,0%

Legenda: % Elevada – percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo acima do estabelecido pelo intervalo; % Baixa - percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo abaixo do estabelecido pelo intervalo; Intervalos estabelecidos pela empresa

C) a_w de Produto Acabado

Como foi descrito no ponto 2.2.1. do presente documento, o a_w é um fator crucial, senão o mais importante e limitante para o desenvolvimento microbiológico. Mais uma vez, após uma breve análise da tabela 4.11 é possível verificar que o bolo 1 e o croissant 1 são os únicos produtos afetados por este indicador, tal como já tinha sido observado na análise do pH. Contudo ao observarmos os valores, de uma forma geral, encontramos uma média de 0,864, 0,871, 0,866, 0,855, 0,840 e 0,830

⁶ Estes dados são referentes apenas às reclamações de 2021 (uma vez que o croissant 1 só teve reclamações relativas a bolores no início de 2021, e em 2020, não tinha tido), daí a diferença significativa entre os dois dados apresentados (que são comparados com os dados de 2020)

para os dados de 2020 referentes aos produtos de Bolo 1, croissant 1, croissant 2, croissant 3, croissant pequeno 1 e croissant pequeno 2 respetivamente. Estes mesmos valores sugerem que apenas os croissants pequenos (tanto 1 como o 2) têm um a_w mais pequeno, uma vez que as receitas dos produtos são muito semelhantes de produto para produto. Este acontecimento é justificável pelo tamanho e tempo de cozedura dos produtos. Os croissants pequenos por serem um produto mais pequeno (como o próprio nome indica), durante o período de cozedura conseguem perder mais água por kg de produto que os torna “mais secos”, diminuindo o seu a_w , e o contrário acontece para os restantes produtos que acabam por ter um a_w maior, pois durante a cozedura não perdem tanta água por kg de massa. E apesar de se encontrarem dentro do intervalo, os croissants 2 e 3 ainda apresentam um valor de a_w muito elevado o que pode estar diretamente relacionado com o desenvolvimento de bolores nestes produtos.

Tabela 4.11 - Resultado da Análise ao a_w do Produto Acabado em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas.

a_w de Produto Acabado				
Produto	Intervalo		Dados de 2020	Total de Reclamações
Bolo 1	0,760 – 0,860	Média	0,864	0,868
		Desvio Padrão	0,012	0,009
		% Elevada	62,1%	86,4%
		% Baixa	0,0%	0,0%
Croissant 1	0,770 – 0,880	Média	0,870	0,881
		Desvio Padrão	0,013	0,006
		% Elevada	18,6%	42,9%
		% Baixa	0,0%	0,0%
Croissant 2	0,770 – 0,880	Média	0,866	0,869
		Desvio Padrão	0,010	0,003
		% Elevada	9,0%	33,3%
		% Baixa	0,0%	0,0%
Croissant 3	0,810 – 0,880	Média	0,855	0,855
		Desvio Padrão	0,007	0,008
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	0,0%	0,0%
Croissant Pequeno 1	0,750 – 0,855	Média	0,840	0,823
		Desvio Padrão	0,012	0,006
		% Elevada	9,3%	0,0%
		% Baixa	0,0%	0,0%
Croissant Pequeno 2	0,750 – 0,855	Média	0,830	0,854
		Desvio Padrão	0,013	0,002
		% Elevada	0,6%	0,0%
		% Baixa	0,1%	0,0%

Legenda: % Elevada – percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo acima do estabelecido pelo intervalo; % Baixa - percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo abaixo do estabelecido pelo intervalo; Intervalos estabelecidos pela empresa.

Ainda no mesmo indicador é importante verificar que para Bolo 1 e para croissant 1 e 2 o a_w elevado foi um fator crucial, uma vez que por exemplo, para o caso de Bolo 1, 62,1% dos produtos tinham o a_w elevado, dos quais 86,4% resultaram em reclamação; para o croissant 1, temos 18,6% de produtos com a_w elevado, dos quais 42,9% deram origem a reclamações, e o mesmo para o croissant 2. Esta diferença visível de percentagens de produtos que dão origem a bolores e esta discrepância de

percentagens de produtos com valores de a_w fora do intervalo (por estar maioritariamente elevado) nos produtos acima indicados, acontece porque este indicador é considerado um indicador orientativo, e por isso, mesmo quando o produto apresenta um valor de a_w fora do intervalo e mais elevado do que é suposto, não é feita uma comprovação do mesmo e ele segue para expedição na mesma, sendo este o valor associado ao produto. E como é possível observar, estes produtos com a_w elevado dão, na maioria das vezes, problemas de bolores. No caso da humidade e do pH, como são indicadores determinantes para a aprovação do produto para expedição, estes têm de estar dentro do intervalo, se não for numa primeira análise, tem de existir uma comprovação da mesma, e esta sim, dentro do intervalo ou muito próxima, o que faz com que os valores das tabelas 4.9 e 4.10, sejam mais precisos que os valores apresentados na tabela 4.11.

Esta análise leva assim a afirmar-se que este indicador é um fator crucial e limitante para o desenvolvimento de bolores nestes produtos. Um dos aspetos relacionados com esta afirmação está baseado no facto de, e como é apresentado no ponto 2.2.1. da presente monografia, o a_w apesar de se encontrar dentro dos valores estabelecidos para estes produtos, como é apresentado por Erkmen & Bozogu (2016) e por Smith et al. (2004), encontra-se muito próximo do limite máximo (0,880). Considera-se pertinente rever o intervalo para estes produtos, no sentido em que é importante considerar que esta deverá ser apertada para valores de a_w mais pequenos que garantam que os bolores não se desenvolvem. Ou então será importante passar a considerar este um parâmetro de carácter obrigatório e não orientativo, limitando assim a expedição de produtos com a_w mais elevado.

D) Comprimento do Produto Acabado (PA)

Quando consultada a tabela 4.12 é possível perceber que para todos os produtos com reclamação, os valores dos comprimentos dos produtos acabado se encontram dentro do intervalo. E apenas o croissant 3 apresentam uma pequena percentagem de produtos que efetivamente apresentaram um comprimento mais pequeno do que aquele que está estabelecido.

Tabela 4.12 - Resultado da Análise ao Comprimento do Produto Acabado em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas

Comprimento do Produto Acabado				
Produto	Intervalo		Dados de 2020	Total de Reclamações
Bolo 1	13,0 – 17,5	Média	14,99	15,12
		Desvio Padrão	0,52	0,35
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	0,0%	0,0%
Croissant 1	13,0 – 16,0	Média	14,32	14,50
		Desvio Padrão	0,51	0,58
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	0,0%	0,0%
Croissant 2	13,0 – 16,0	Média	14,32	14,62
		Desvio Padrão	0,56	0,31
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	0,0%	0,0%
Croissant 3	12,0 – 14,0	Média	12,39	12,33
		Desvio Padrão	0,34	0,29
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	9,0%	25,0%
Croissant Pequeno 1	5,6 – 8,5	Média	6,31	6,36
		Desvio Padrão	0,30	0,28
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	0,0%	0,0%
Croissant Pequeno 2	5,6 – 8,5	Média	6,33	6,25
		Desvio Padrão	0,29	0,05
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	0,0%	0,0%

Legenda: % Elevada – percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo acima do estabelecido pelo intervalo; % Baixa - percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo abaixo do estabelecido pelo intervalo; Intervalos estabelecidos pela empresa.

Contudo, como é possível observar, não existe nenhuma relação entre o comprimento dos produtos de toda a produção de 2020 e as reclamações existentes. E estes dados, bem como tudo o que foi descrito no ponto 2.2.5 da presente monografia, levam a querer que este indicador não tem qualquer influencia direta no desenvolvimento de bolores apenas é controlado tendo em conta o aspeto de qualidade.

E) Resultados da Análise microbiológica

Relativamente aos testes de superfície realizados antes do arranque da linha, estes de uma forma geral, mostram que a linha se encontra em condições para o arranque. Neste ponto a questão que se coloca encontra-se relacionada com a forma como estes testes são realizados.

Ao longo do estágio, observou-se como é que estes testes à linha são realizados; depois da linha ser higienizada, os analistas recolhem algumas amostras com zaragatoas para a pesquisa de germes totais (contagens totais), enterobactérias, leveduras e bolores. Observou-se que a forma como as recolhas eram executadas poderiam de certa forma estar a comprometer a análise e por esta razão os dados sobre a higienização das linhas não foram tidos em consideração para a presente análise.

Relativamente aos testes feitos em laboratório ao produto acabado (inspeção visual e análise microbiológicas) e ao creme (apenas análise microbiológica) existem vários aspetos a destacar. No que diz respeito aos testes feitos aos cremes é importante salientar que apenas são recolhidas amostras de creme para microbiologia no arranque de linha, o que significa que apenas o primeiro tanque de creme que vai para a linha é analisado. Esta situação dá origem à presente situação, por exemplo e no caso da produção dos croissants pequenos, a linha arranca sempre com a produção do croissant pequeno 1, por isso em dois anos de produção (2020 e 2021) não existe qualquer registo de uma análise feita ao creme que vai para os croissants pequenos 2. Importa ainda salientar que estes dados são possíveis de observar na tabela 4.13, e que esta análise é feita desta forma não só para avaliar a qualidade microbiológica do creme que vai ser utilizado, mas também para avaliar a higienização das agulhas de injeção. Acontece que quando a produção muda de tipo de creme, ou seja, muda de creme de baunilha para o creme de cacau, as agulhas também são substituídas, e apesar de se dar um novo arranque, pelos dados atuais é possível observar que não existe uma análise intercalar, daí ser da consideração que esta análise deveria de ser intercalar entre todos os tanques e não apenas uma vez e em que se dá o arranque da linha de produção.

Tabela 4.13 – Resultados da análise microbiológica ao Creme realizada no arranque da linha em todos os produtos da linha de doce analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 e 2021 com o total de reclamações registadas

Resultados Microbiológico no Creme							
Produto	Intervalo	Germes Totais		Leveduras		Bolores	
		<10 ³		<10 ³		<5x10 ²	
		Dados de 2020	Total de Reclamações	Dados de 2020	Total de Reclamações	Dados de 2020	Total de Reclamações
Bolo 1	Média	3,1x10 ²	6,0x10 ²	3,2x10 ²	2,6x10 ²	9,4x10 ¹	1,0x10 ²
	Desvio Padrão	6,9x10 ²	9,3x10 ²	2,9x10 ²	2,5x10 ²	1,2x10 ²	0,0
	% Elevada	6,9%	20,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Croissant 1	Média	3,8x10 ²	6,5x10 ²	6,0x10 ¹	-	3,0x10 ¹	-
	Desvio Padrão	6,2x10 ²	8,3x10 ²	4,0x10 ¹	-	2,0x10 ¹	-
	% Elevada	13,6%	33,3%	0,0%	-	0,0%	-
Croissant 2	Média	1,3x10 ³	-	2,5x10 ²	-	1,5x10 ²	-
	Desvio Padrão	1,3x10 ³	-	5,0x10 ¹	-	5,0x10 ¹	-
	% Elevada	33,3%	-	0,0%	-	0,0%	-
Croissant 3	Média	1,2x10 ²	3,6x10 ²	-	3,5x10 ²	-	2,5x10 ²
	Desvio Padrão	9,6x10 ¹	3,3x10 ²	-	2,5x10 ²	-	1,5x10 ²
	% Elevada	0,0%	0,0%	-	0,0%	-	0,0%
Croissant Pequeno 1	Média	9,3x10 ²	4,5x10 ¹	1,3x10 ²	-	5,5x10 ¹	-
	Desvio Padrão	1,6x10 ³	1,5x10 ¹	2,1x10 ²	-	4,5x10 ¹	-
	% Elevada	23,5%	0,0%	0,0%	-	0,0%	-
Croissant Pequeno 2	Média	-	-	-	-	-	-
	Desvio Padrão	-	-	-	-	-	-
	% Elevada	-	-	-	-	-	-

Legenda: % Elevada – percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo acima do estabelecido pelo intervalo; % Baixa - percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo abaixo do estabelecido pelo intervalo; Intervalos estabelecidos pela empresa.

Por fim, apesar de serem recolhidas amostras para análise microbiológica do produto, já se conseguiu perceber que o problema dos bolores é pontual e não um problema de uma produção inteira. Ao analisar-se toda a informação disponível pela empresa, conseguiu constatar-se que sempre que existe uma reclamação de um determinado produto, existem análises microbiológicas feitas a produtos

da mesma produção e do mesmo dia do produto com reclamação, mas nem sempre existem análises microbiológicas feitas ao produto com a mesma hora do produto com reclamação. Este caso deverá ser repensado, pois uma vez que estas reclamações são casos isolados, o ideal seria que existisse sempre produto das mesmas horas ou com intervalos muito pequenos do produto com reclamação, para se poder perceber se efetivamente todos os produtos produzidos naquele momento estão ou não contaminados com bolores. Deste modo considera-se que apesar de se recolherem bastantes amostras para análise, poderá ser equacionado pela empresa a recolha ainda mais amostras de modo a assegurar que existem sempre amostras gémeas aos produtos com reclamação. A constatação deste facto é possível de observar na tabela 4.14 que por falta de informação, está incompleta nas colunas do total de reclamações. Contudo, ao observar-se esta tabela é de notar que a contaminação por leveduras poderá ser um problema, e apesar de não terem sido encontrados bolores, se existem condições para o desenvolvimento de leveduras, existem condições para o desenvolvimento de bolores (Kavanagh, 2018; Pitt & Hocking, 2019).

Tabela 4.14 - Resultados da análise microbiológica ao Produto Acabado realizada em todos os produtos da linha de doce analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 e 2021 com o total de reclamações registadas

Resultados Microbiológico no Produto Acabado							
Produto	Intervalo	Germes Totais		Leveduras		Bolores	
		<10 ³		<10 ³		<5x10 ²	
		Dados de 2020	Total de Reclamações	Dados de 2020	Total de Reclamações	Dados de 2020	Total de Reclamações
Bolo 1	Média	4,1x10 ²	4,8x10 ²	1,9x10 ³	3,8x10 ³	1,1x10 ²	1,1x10 ²
	Desvio Padrão	9,9x10 ²	9,5x10 ²	2,8x10 ³	3,7x10 ³	1,7x10 ²	9,5x10 ²
	% Elevada	9,5%	14,3%	41,4%	50,0%	4,8%	0,0%
Croissant 1	Média	1,0x10 ³	-	3,0x10 ²	-	1,1x10 ¹	-
	Desvio Padrão	2,5x10 ³	-	3,8x10 ²	-	4,0x10 ¹	-
	% Elevada	28,3%	-	10,0%	-	0,0%	-
Croissant 2	Média	8,6x10 ²	-	8,8x10 ²	-	4,0x10 ¹	-
	Desvio Padrão	2,2x10 ³	-	1,6x10 ³	-	3,3x10 ¹	-
	% Elevada	13,7%	-	20,0%	-	0,0%	-
Croissant 3	Média	1,1x10 ²	5,5x10 ¹	1,2x10 ³	-	-	-
	Desvio Padrão	1,0x10 ²	4,5x10 ¹	2,0x10 ³	-	-	-
	% Elevada	0,0%	0,0%	25,0%	-	-	-
Croissant Pequeno 1	Média	5,9x10 ²	-	2,1x10 ³	-	8,9x10 ¹	-
	Desvio Padrão	1,8x10 ³	-	4,8x10 ³	-	1,3x10 ²	-
	% Elevada	5,1%	-	9,1%	-	0,0%	-
Croissant Pequeno 2	Média	5,2x10 ²	-	1,8x10 ²	-	5,5x10 ¹	-
	Desvio Padrão	1,6x10 ³	-	2,2x10 ²	-	4,5x10 ¹	-
	% Elevada	4,3%	-	0,0%	-	0,0%	-

Legenda: % Elevada – percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo acima do estabelecido pelo intervalo; % Baixa - percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo abaixo do estabelecido pelo intervalo; Intervalos estabelecidos pela empresa.

A tabela 4.15, apresenta a outra análise microbiológica feita ao produto acabado, a inspeção visual. Ao analisar-se a tabela 4.15 é assim possível perceber, e no caso de Bolo 1, que é produto com mais dados de reclamações, que os dados com reclamações representam uma grande percentagem dos dados analisados na generalidade, ou seja, em 19,1% de dados não conforme, 62,5% coincidem com reclamações feitas por clientes. No que diz respeito aos restantes produtos, e também por não existirem

dados de reclamações relativamente aos mesmos, esta avaliação acaba por não ser conclusiva. Todavia a principal conclusão que se pode retirar da observação desta tabela é que, apesar do produto estar conforme, mesmo em amostras gémeas das reclamações que foram utilizadas para a análise do produto em laboratório sempre que possível, é de notar que mesmo o produto tendo dado origem a reclamação por bolores, quando analisado em laboratório está conforme.

Tabela 4.15 - Resultados da Inspeção Visual ao Produto Acabado em todos os produtos da linha de doce analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 e 2021 com o total de reclamações registadas

Inspeção visual de Produto Acabado				
Produto	Intervalo		Dados	Total de Reclamações
Bolo 1	OK - NOK	2020	80,6%	37,5%
		2021	80,3%	
		2020	19,1%	62,5%
		2021	19,7%	
Croissant 1	OK - NOK	2020	95,3%	62,5%
		2021	76,7%	
		2020	4,7%	37,5%
		2021	23,3%	
Croissant 2	OK - NOK	2020	99,0%	100,0%
		2021	100,0%	
		2020	1,0%	0,0%
		2021	0,0%	
Croissant 3	OK - NOK	2020	97,9%	100,0%
		2021	100,0%	
		2020	2,1%	0,0%
		2021	0,0%	
Croissant Pequeno 1	OK - NOK	2020	91,9%	25,0%
		2021	97,9%	
		2020	8,1%	75,0%
		2021	2,1%	
Croissant Pequeno 2	OK - NOK	2020	100,0%	0,0%
		2021	92,9%	
		2020	0,0%	100,0%
		2021	7,1%	

Legenda: % Elevada – percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo acima do estabelecido pelo intervalo; % Baixa - percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo abaixo do estabelecido pelo intervalo; Intervalos estabelecidos pela empresa.

F) Temperatura do Produto Intermédio (PI)

A temperatura apesar de ser um fator crucial para o desenvolvimento de qualquer microrganismo num produto alimentar, tendo em conta que nesta situação se considera o produto antes do embalamento, não foi considerada um dos fatores que proporciona o desenvolvimento de bolores, porque em média os produtos que deram origem a reclamação foram embalados a uma temperatura de 23°C, como é possível observar na tabela 4.16. Esta temperatura, para além de se encontrar abaixo do intervalo estabelecida para este parâmetro, não faz com que o produto crie humidade dentro da bolsa, pois uma vez que este já se encontra à temperatura ambiente é considerado um produto já frio.

Não obstante, poderá ser considerada uma temperatura de armazenamento com vista a controlar melhor o desenvolvimento microbiano nestes produtos.

Tabela 4.16 - Resultado da Análise à Temperatura do Produto Intermédio em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas

Temperatura do Produto Intermédio				
	Intervalo		Dados 2020	Total de Reclamações
Todos os Produtos	25 - 35	Média	23,3	23,0
		Desvio Padrão	2,5	4,3
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	77,5%	66,7%

Legenda: % Elevada – percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo acima do estabelecido pelo intervalo; % Baixa - percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo abaixo do estabelecido pelo intervalo; Intervalos estabelecidos pela empresa.

G) Humidade do Produto Intermédio (PI)

Ao observar-se a tabela 4.17 é possível perceber que este é um indicador que se encontra elevado em 2 dos 3 produtos analisados, principalmente nos produtos que deram origem a reclamações e independentemente de, depois, no produto acabado, este ser um valor controlado ou não. Tanto no croissant 1 como no 2 é possível ver que 63,6% dos produtos com reclamação coincidem com uma percentagem também elevada dos dados analisados em 2020, isto sugere que esses mesmos produtos dão quase sempre origem a produtos com reclamações. Como a humidade é um fator importante para o desenvolvimento de microrganismos, uma vez que este elemento se encontra de forma geral elevado, deverão ser tomadas medidas para que se consiga controlar estes valores no produto, de modo a baixar-se este valor, ou na análise, de modo a não deixar passar tanto produto com uma humidade de produto intermédio tão elevada, uma vez que já se determinou que este é um parâmetro determinante para o desenvolvimento microbiológico.

Nesta análise como o produto ainda não tem o creme, este valor acaba por ser um resultado mais fidedigno do que os resultados obtidos na análise à humidade do produto acabado, pois apresenta todo a mesma cor, uma vez que a humidade do produto intermédio é medida também no mesmo aparelho que a humidade do produto acabado. Contudo, também se propõe que esta análise seja feita na balança de secagem, acabando por obter um valor mais preciso, num indicador que é tão importante para o estudo do desenvolvimento de bolores.

É ainda importante salientar que não foi possível avaliar dados dos produtos croissant 3, croissant pequeno 1 e 2, por falta dessa informação que não estava disponível. Sugere-se como medida de melhoria o registo dos dados de humidade no produto intermédio destes produtos também.

Tabela 4.17 - Resultado da Análise à Humidade do Produto Intermédio em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas

Humidade de Produto Intermédio				
Produto	Intervalo		Dados de 2020	Total de Reclamações
Bolo 1	19,50 – 21,50	Média	19,73	19,87
		Desvio Padrão	1,56	1,16
		% Elevada	5,9%	13,6%
		% Baixa	39,8%	27,3%
Croissant 1	19,00 – 22,00	Média	22,17	22,39
		Desvio Padrão	1,64	0,86
		% Elevada	59,0%	63,6%
		% Baixa	3,0%	0,0%
Croissant 2	19,00 – 22,00	Média	21,97	22,39
		Desvio Padrão	1,55	0,86
		% Elevada	49,7%	63,6%
		% Baixa	3,1%	0,0%

Legenda: % Elevada – percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo acima do estabelecido pelo intervalo; % Baixa - percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo abaixo do estabelecido pelo intervalo; Intervalos estabelecidos pela empresa.

H) Viscosidade do Creme

De uma forma geral e ao observarmos os valores da tabela 4.18, é possível perceber que os cremes de cacau têm quase sempre uma viscosidade muito baixa, e os cremes de baunilha tem sempre uma viscosidade muito superior à estabelecida.

Ao observar os dados das reclamações é importante reparar que os produtos em que aparecem os bolores são de cremes com viscosidades muito baixas ou muito elevadas. Este dado leva a crer que a viscosidade é um fator que poderá determinar o desenvolvimento microbiano nos produtos.

Segundo Pitt & Hocking (2019) a viscosidade pode determinar que tipo de microrganismos é que se desenvolvem no substrato em estudo por este ser mais propício ao desenvolvimento de um determinado microrganismo, que se desenvolva melhor em substratos mais fluidos ou espessos. Como foi dito anteriormente e ao analisarmos os dados das reclamações da tabela 4.17, a viscosidade torna-se evidentemente um problema, pois cremes com viscosidades muito elevadas ou muito baixas quase sempre dão origem a produtos com reclamação, e todos os produtos com reclamação tem sempre a viscosidade elevada (no caso de produtos com creme de baunilha) e quase sempre a viscosidade baixa (para os produtos com creme de cacau).

Por último, é importante ter em consideração neste indicador, que apesar de existir um procedimento preciso e rigoroso para a produção dos cremes, cada operador de linha acaba por fazer pequenas alterações, que apesar de não comprometer a quantidade de cada ingrediente adicionado ao creme, podem levar a estas variações muito significativas na viscosidade dos cremes.

Tabela 4.18 - Resultado da Análise à Viscosidade do Creme em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas

Viscosidade do Creme				
Produto	Intervalo		Dados de 2020	Total de Reclamações
Bolo 1 (cacau)	75,000 – 125,00	Média	78,14	75,35
		Desvio Padrão	26,85	18,19
		% Elevada	7,3%	0,0%
		% Baixa	52,5%	54,5%
Croissant 1 (baunilha)	75,000 – 125,000	Média	172,69	187,75
		Desvio Padrão	35,98	15,86
		% Elevada	85,4%	100,0%
		% Baixa	2,6%	0,0%
Croissant 2 (cacau)	75,000 – 125,000	Média	78,14	64,33
		Desvio Padrão	26,85	8,96
		% Elevada	7,3%	0,0%
		% Baixa	52,5%	66,7%
Croissant 3 (cacau)	75,000 – 125,000	Média	78,14	58,50
		Desvio Padrão	26,85	15,50
		% Elevada	7,3%	0,0%
		% Baixa	52,5%	100%
Croissant Pequeno 1 (baunilha)	75,000 – 125,000	Média	172,69	200,00
		Desvio Padrão	35,98	0,000
		% Elevada	85,4%	100,0%
		% Baixa	2,6%	0,0%
Croissant Pequeno 2 (cacau)	75,000 – 125,000	Média	78,14	-
		Desvio Padrão	26,85	-
		% Elevada	7,3%	-
		% Baixa	52,5%	-

Legenda: % Elevada – percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo acima do estabelecido pelo intervalo; % Baixa - percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo abaixo do estabelecido pelo intervalo; Intervalos estabelecidos pela empresa.

I) pH do Creme

Neste ponto, e apesar do pH ser um fator determinante para o desenvolvimento de bolores, quando observamos os valores de pH presentes na tabela 4.19, alguns dos valores do pH do creme de cacau encontram-se fora do intervalo para o produto analisado. De qualquer forma, o pH do recheio influencia o pH do produto acabado, por isso, este deve ser controlado de modo a garantir que o pH do produto acabado não saia fora do intervalo, tal como acontece com a humidade. Se aqui o parâmetro já se encontra desregulado, será muito mais difícil depois obter um valor estável no pH do produto acabado.

Tabela 4.19 - Resultado da Análise ao pH do Creme Intermédio em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas

pH do Creme				
Produto	Intervalo		Dados de 2020	Total de Reclamações
Bolo 1 (cacau)	6,0 – 6,7	Média	5,9	5,9
		Desvio Padrão	0,1	0,1
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	70,5%	81,8%
Croissant 1 (baunilha)	6,3 – 7,0	Média	6,4	6,3
		Desvio Padrão	0,1	0,2
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	5,3%	50,0%
Croissant 2 (cacau)	6,0 – 6,7	Média	5,9	6,1
		Desvio Padrão	0,1	0,0
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	70,4%	0,0%
Croissant 3 (cacau)	6,0 – 6,7	Média	6,0	6,1
		Desvio Padrão	0,1	0,0
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	33,3%	0,0%
Croissant Pequeno 1 (baunilha)	6,3 – 7,0	Média	6,4	6,5
		Desvio Padrão	0,1	0,0
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	1,6%	0,0%
Croissant Pequeno 2 (cacau)	6,0 – 7,0	Média	5,9	-
		Desvio Padrão	0,1	-
		% Elevada	0,0%	-
		% Baixa	61,3%	-

Legenda: % Elevada – percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo acima do estabelecido pelo intervalo; % Baixa - percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo abaixo do estabelecido pelo intervalo; Intervalos estabelecidos pela empresa.

J) a_w do Recheio

Tal como no pH de recheio, o a_w do recheio vai influenciar o a_w do produto final. Deste modo é importante garantir que este se encontra dentro do intervalo e controlado, para que seja mais fácil de o controlar no produto final. Ao observar-se a tabela 4.20 é possível afirmar que este não é um parâmetro que possa estar a pôr em causa a qualidade do produto final, pois encontra-se controlado e todos os cremes apresentam um valor de a_w esperado e dentro do intervalo, o que é positivo. É importante ainda salientar que os cremes podem ser armazenados durante muito tempo sem sofrerem qualquer alteração significativa de a_w ou sem se deteriorarem por desenvolvimento microbiano.

Tabela 4.20 - Resultado da Análise ao pH do Creme em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas

pH do Creme				
Produto	Intervalo		Dados de 2020	Total de Reclamações
Bolo 1 (cacau)	0,780 – 0,890	Média	0,853	0,848
		Desvio Padrão	0,016	0,018
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	0,0%	0,0%
Croissant 1 (baunilha)	0,780 – 0,900	Média	0,873	0,875
		Desvio Padrão	0,013	0,005
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	0,0%	0,0%
Croissant 2 (cacau)	0,780 – 0,890	Média	0,859	0,856
		Desvio Padrão	0,009	0,006
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	0,0%	0,0%
Croissant 3 (cacau)	0,780 – 0,890	Média	0,857	0,856
		Desvio Padrão	0,006	0,006
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	0,0%	0,0%
Croissant Pequeno 1 (baunilha)	0,780 – 0,900	Média	0,871	0,872
		Desvio Padrão	0,009	0,000
		% Elevada	0,0%	0,0%
		% Baixa	0,0%	0,0%
Croissant Pequeno 2 (cacau)	0,780 – 0,890	Média	0,851	-
		Desvio Padrão	0,013	-
		% Elevada	0,0%	-
		% Baixa	0,0%	-

Legenda: % Elevada – percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo acima do estabelecido pelo intervalo; % Baixa - percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo abaixo do estabelecido pelo intervalo; Intervalos estabelecidos pela empresa.

K) Equipas A, B, C, D

Ao observar-se a tabela 4.21 é possível observar que a equipa que se encontrou mais vezes a produzir doces é a equipa C e ao mesmo tempo é a equipa que apresenta menos reclamações. Ao mesmo tempo podemos verificar que a equipa D é a equipa que menos horas passou na linha de doces, contudo é a equipa com mais percentagem de reclamações.

De uma forma geral todas as equipas têm reclamações, contudo é de notar que a equipa D é efetivamente a que apresenta mais reclamações, contudo, não é possível afirmar até que ponto é que a equipa em produção poderá efetivamente estar relacionada com o desenvolvimento de bolores nos produtos, isto acontece porque os produtos produzidos na linha de doces, são produtos com muitas horas de produção, como foi descrito no 2.1 da presente dissertação. Apesar da equipa D, ser a equipa com mais reclamações, não quer dizer obrigatoriamente que estes produtos foram produzidos pela equipa D, mas sim que foram analisados no laboratório por esta equipa. Na linha de doces, mais importante que o trabalho em equipa, é o trabalho entre equipas, assegurando que o trabalho é passado à próxima equipa (em qualquer zona da linha) com o máximo rigor e precisão possíveis.

Tabela 4.21 - Resultados da análise de comparação das horas de produção de cada equipa com as respetivas reclamações por Equipa

Horas de Produção de cada Equipa								
	Dados 2020	Total de Reclamações	Dados 2020	Total de Reclamações	Dados 2020	Total de Reclamações	Dados 2020	Total de Reclamações
Equipa	A	A	B	B	C	C	D	D
Bolo 1	18,6%	18,2%	37,2%	40,9%	19,7%	9,1%	24,5%	31,8%
Croissant 1	60,0%	0,0%	24,4%	12,5%	1,1%	0,0%	14,4%	87,5%
Croissant 2	7,2%	0,0%	17,6%	0,0%	48,8%	100,0%	26,8%	0,0%
Croissant 3	70,8%	100,0%	4,2%	0,0%	8,3%	0,0%	16,7%	0,0%
Croissant Pequeno 1	22,2%	50,0%	25,7%	50,0%	26,9%	0,0%	25,2%	0,0%
Croissant Pequeno 2	24,9%	0,0%	21,0%	0,0%	32,0%	100,0%	22,2%	0,0%
Total	23,8%	20,0%	25,1%	30,0%	27,8%	15,0%	23,3%	35,0%

Legenda: Considerações – 0,0% significa que não houve reclamações do produto produzidos pela determinada equipa; 100,0% significa que todas as reclamações referentes a determinado produto foram produzidas por determinada equipa.

L) Turnos 1, 2, 3

Relativamente aos turnos, ao observar-se a tabela 4.22 é possível observar que a maior parte das reclamações acontece no turno 1 (45,0%) e no turno 3 (47,5%). Estes são dados muito interessantes porque estes turnos dizem respeito ao horário de trabalho da noite, turno 1 que trabalha da 00:00h (meia-noite) até as 08:00h (oito horas), e ao horário de trabalho da tarde, turno 3 que trabalha das 16:00h (dezasseis horas) até à 00:00h (meia-noite). Estes horários, por sua vez representam um horário em as pessoas apresentam níveis de concentração mais baixo (devido a variadíssimas razões, mas principalmente devido à instabilidade dos horários de sono), esta poderá ser apontada como uma das principais causadas para o desenvolvimento de bolores. Apesar de muito indiretamente, são erros na linha (humanos ou não) que levam ao desenvolvimento de bolores; se o nível de concentração humana for mais baixo, pode eventualmente existir um maior acaso para deixar passar algum fator que seja fundamental para o desenvolvimento de bolores (Campos, 2014)

Tabela 4.22 - Resultados da análise de comparação das horas de produção de cada turno com as respectivas reclamações por turno

Horas de Produção por turno						
	Dados 2020	Total de Reclamações	Dados 2020	Total de Reclamações	Dados 2020	Total de Reclamações
Equipa	1	1	2	2	3	3
Bolo 1	32,3%	50,0%	29,9%	13,6%	37,8%	36,4%
Croissant 1	20,6%	12,5%	45,8%	0,0%	33,6%	87,5%
Croissant 2	45,2%	100,0%	21,8%	0,0%	33,1%	0,0%
Croissant 3	16,7%	0,0%	37,5%	0,0%	45,8%	100,0%
Croissant Pequeno 1	32,9%	75,0%	30,8%	0,0%	36,2%	25,0%
Croissant Pequeno 2	31,0%	0,0%	33,5%	0,0%	35,5%	100,0%
Total	31,8%	45,0%	32,3%	7,5%	36,0%	47,5%

M) pH da Madre

Na Empresa, existem três tipos de madres, a madre M, a madre L e a madre P. Deste modo, a madre M dá origem à madre L, que por sua vez vai dar origem à madre P e vai regenerar uma nova madre M. Este processo é fundamental para assegurar a regeneração das madres e ao mesmo tempo a produção do fermento natural para a produção dos bolos. Posto isto, e de modo a controlar a correta fermentação das madres, é medido o pH e a acidez das madres. Aqui é importante salientar que o pH da madre M vai afetar o pH da madre L, e este vai afetar o pH da madre P. Contudo estas medições são feitas uma vez por turno e nem sempre feitas da mesma sequência, que neste caso seria de 8 em 8 horas. Isto faz com que não se consiga fazer o rastreio de madre L que deu origem à madre P, e por sua vez da madre M que deu origem à madre L. E é por esta razão que com os dados presentes apenas se estudou a fundo a Madre P, pois esta é a única que se sabe com certeza que foi utilizada para a produção de bolos e croissants. Assim, e ao observar a tabela 4.23, é possível perceber que de uma forma geral o pH da madre P (tanto nas reclamações como nos dados de 2020) se encontrava elevado (isto quando somado o desvio padrão). Outro aspeto a salientar é que 62,5% das reclamações tinham o pH da madre elevado, o que sugere que este é um indicador crucial para o desenvolvimento de bolores no produto final.

Aqui é importante ainda perceber que, como a madre é um fermento natural, tem microrganismos que se desenvolvem a determinadas condições de temperatura e acidez, que não só vão fazer com que, depois as massas dos produtos fermentem, mas também estes microrganismos são responsáveis por acidificarem a massa baixando o pH da mesma. Quando o valor do intervalo não é atingindo pode significar entre muita outras coisas que, ou os microrganismos pretendidos não se desenvolveram (e pode existir a possibilidade de se terem desenvolvido outros que não baixam tanto o pH dos fermentos naturais) ou que estes não se desenvolveram da maneira pretendida. (Oshiro et

al., 2020) É por isso urgente que se consiga controlar o pH de todas as madres e que os valores pretendidos sejam atingidos. Para não se alterar o tempo de fermentação de cada madre deverão ser adotadas medidas de correção na temperatura da água e da farinha utilizadas para que as condições dos microrganismos sejam atingidas. Tendo em conta todos estes parâmetros foi feito um estudo complementar às madres que está apresentado no ponto 3.4 desta dissertação e será discutido no ponto 4.4.

Tabela 4.23 - Resultado da Análise ao pH das madres utilizadas em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas

pH da Madre				
Madre	Intervalo		Dados 2020	Total de Reclamações
M	3,70 – 3,80	Média	3,77	-
		Desvio Padrão	0,07	-
		% Elevada	41,6%	-
		% Baixa	18,6%	-
L	3,98 – 4,02	Média	4,00	-
		Desvio Padrão	0,05	-
		% Elevada	35%	-
		% Baixa	38,0%	-
P	4,03 – 4,20	Média	4,15	4,17
		Desvio Padrão	0,09	0,09
		% Elevada	36,3%	62,5%
		% Baixa	13,9%	10,0%

Legenda: % Elevada – percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo acima do estabelecido pelo intervalo; % Baixa - percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo abaixo do estabelecido pelo intervalo; Intervalos estabelecidos pela empresa.

N) Acidez da Madre

Tal como o pH, também a acidez das madres é um fator que é determinado pela madre inicial, ou seja, pela madre M, e que à medida que se desenvolvem as diferentes madres esta vai aumento ou diminuindo consoante as condições envolventes assim o permitam. A acidez da madre indica assim o quão fermentada se encontra a madre em estudo, e dessa forma indica também o crescimento microbiano desta mesma madre. O estudo da acidez serve para complementar o estudo do pH, pode se afirmar que é outra forma de garantir que a madre está bem fermentada mesmo que o pH da madre esteja mais elevado do que o suposto. Contudo, ao observarmos a tabela 4.24, é possível perceber que a acidez das madres está mais baixa do que é suposto e dessa forma que a fermentação das madres não acontece da forma pretendida. Aqui um fator que é preciso ter em consideração é que 71,4% dos produtos com reclamação que tinham uma acidez baixa e um pH elevado. Isto era expectável, uma vez que massa pouco ácida é uma massa com um pH mais elevado (mais neutro).

Tabela 4.24 - Resultado da Análise à Acidez das Madres utilizadas em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas

Acidez da Madre				
Madre	Intervalo		Dados 2020	Total de Reclamações
M	11,0 – 13,0	Média	11,04	-
		Desvio Padrão	0,61	-
		% Elevada	2,6%	-
		% Baixa	57,3%	-
L	9,0 – 10,0	Média	9,16	-
		Desvio Padrão	0,52	-
		% Elevada	16,4%	-
		% Baixa	42,3%	-
P	7,0 – 9,0	Média	7,63	7,53
		Desvio Padrão	0,79	0,77
		% Elevada	5,1%	2,5%
		% Baixa	22,8%	35,0%
Porcentagem de madres com acidez baixa e pH elevado			50,0%	71,4%

Legenda: % Elevada – percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo acima do estabelecido pelo intervalo; % Baixa - percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo abaixo do estabelecido pelo intervalo; Intervalos estabelecidos pela empresa.

O) Localização do Creme do recheio dentro do tanque no momento de injeção

Após uma análise detalhada dos dados dos cremes foi possível construir a tabela 4.25, onde se constatou que 76% das reclamações tinham o creme que se encontrava localizado no fim do tanque, ou no início do tanque seguinte, no momento da injeção. E destes 76%, 60% das reclamações tinham creme nos primeiros ou últimos 60 minutos de utilização do tanque. Após uma análise ao sistema de higienização dos tanques que levam creme e a tanques lavados (prontos para levarem novo creme), conseguiu-se identificar uma zona crítica dentro dos tanques que eventualmente poderá estar mal higienizada e ser uma possível fonte de contaminação do creme por bolores. Essa zona coincide com a parte de cima do tanque, que por sua vez coincide com o fim de creme que vai para injeção (uma vez que o creme sai do tanque por baixo). Outro aspeto a considerar neste indicador, é que o creme que está no fim do tanque ainda fica durante algum tempo nas tubagens de injeção, o que leva a crer que as reclamações que têm creme no início, como são todas reclamações de continuação de produção, que coincidem sim com creme residual do tanque anterior que ficou na tubagem, e não com o creme novo que está a chegar do novo tanque.

Tabela 4.25 - Localização do creme dentro do tanque no momento de injeção

Localização do Creme dentro do tanque no momento de injeção	
Início (fundo)	32,5%
Meio	24,3%
Fim (Superfície)	43,2%
Total	100,0%
Primeiros/Últimos 60 minutos	60,0%

De modo a perceber se a higienização dos tanques era bem feita ou não foi então realizado um teste microbiológico a tanques lavados onde se assinalaram três zonas para fazer pesquisa de microrganismos (contagens totais, leveduras e bolores). Este estudo encontra-se descrito no ponto 3.5 e discutido no ponto 4.5. da presente monografia.

Outro fator que vem corroborar esta análise é que ao observar e analisar todos os documentos apresentados, foi possível observar este acontecimento no dia 31 de maio de 2020, em que existiram reclamações por produto com bolores por volta das 5:41 horas da manhã; existiu uma troca de tanque entre as 4:40 e as 5:45 horas da manhã, e nas análises microbiológicas feitas ao produto acabado existem uma serie de bolsas que foram analisadas a diferentes horas e apenas as bolsas entre as 4:00 e as 6:00 da manhã têm bolores.

P) Gordura do Produto Intermédio

A gordura do produto intermédio é aqui proposta para análise pois mostra-se como um indicador relevante nos croissants pequenos 1 e 2, como é possível observar na tabela 4.26. Nesta mesma tabela, é ainda possível observar que tanto nos produtos produzidos em 2020 como nos produtos com reclamação, a percentagem de produtos que tem a gordura do produto intermédio elevada varia entre 75,0% e os 80,0%, o que significa que este produto de forma geral tem sempre a gordura do produto intermédio elevado.

Tabela 4.26 - Resultado da Análise à Gordura do Produto Intermédio em todos os produtos da linha de Doces analisados na fábrica. Comparação dos Dados de 2020 com o total de Reclamações registadas.

Gordura do Produto Intermédio				
Produto	Intervalo		Dados de 2020	Total de Reclamações
Bolo 1	17,00 – 21,50	Média	19,17	19,33
		Desvio Padrão	1,56	1,16
		% Elevada	5,9%	4,5%
		% Baixa	6,9%	0,0%
Croissant 1	16,00 – 19,00	Média	18,13	18,17
		Desvio Padrão	1,97	1,11
		% Elevada	37,0%	27,3%
		% Baixa	18,0%	0,0%
Croissant 2	16,00 – 19,00	Média	18,31	18,17
		Desvio Padrão	1,65	1,11
		% Elevada	31,5%	27,3%
		% Baixa	6,1%	0,0%
Croissant 3	16,00 – 20,00	Média	19,15	18,47
		Desvio Padrão	2,40	2,80
		% Elevada	41,9%	50,0%
		% Baixa	3,2%	0,0%
Croissant Pequeno 1	16,00 - 20,00	Média	21,19	20,54
		Desvio Padrão	1,81	2,28
		% Elevada	74,7%	80,0%
		% Baixa	0,4%	0,0%
Croissant Pequeno 2	16,00 - 20,00	Média	21,37	20,54
		Desvio Padrão	1,83	2,28
		% Elevada	77,4%	80,0%
		% Baixa	0,3%	0,0%

Legenda: % Elevada – percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo acima do estabelecido pelo intervalo; % Baixa - percentagem de produto produzido ou com reclamação que tem o valor do indicador em estudo abaixo do estabelecido pelo intervalo; Intervalos estabelecidos pela empresa.

Como foi descrito no ponto 2.2.6. da presente dissertação a gordura pode proporcionar o desenvolvimento de microrganismos pois a rancificação hidrolítica (que acontece em condições anaeróbias) proporciona a hidrólise de triglicéridos com a libertação de glicerol e ácidos gordos por enzimas estão presentes na farinha, nutrientes estes que depois facilmente são utilizados pelos microrganismos para o seu desenvolvimento.

Considera-se assim importante considerar este aspeto um indicador de alvo de estudo, para no futuro se tentar perceber o que poderá estar a acontecer com os croissants pequenos que apresentam sempre uma maior percentagem de gordura relativamente aos outros produtos. E neste indicador é importante salientar que como para o aparelho que lê a humidade, para a análise à gordura do produto (que é realizada no mesmo aparelho) também não existem dados de calibração do equipamento

Correlação de dados

Após a análise a todos os indicadores e em jeito de conclusão deste tópico é importante salientar algumas conclusões que levaram a afirmar porque é que alguns indicadores eram considerados responsáveis pelo desenvolvimento de bolores, sendo que algumas destas afirmações se devem ao

facto de estes indicadores estar interligados entre si. Aqui destacam-se os indicadores C), M) e O) onde é de destacar as seguintes correlações:

1. Aw de produto acabado elevado e o Creme no fim ou início de tanque (indicadores C) e O)) – em que 15% das reclamações tem estas variáveis positivas (elevadas e fora do intervalo de controlo);
2. pH da madre P elevado e o Creme no fim ou início do tanque (indicadores M) e O)) - em que 35% das reclamações tem estas variáveis positivas;
3. pH da madre P elevado e o Aw do produto acabado elevado (indicadores M) e C)) - em que 7,5% das reclamações tem estas variáveis positivas;
4. Aw do produto acabado elevado, creme no início e fim tanque ou pH da madre P elevado (indicadores C), M) e O)) - em que 25% das reclamações tem estas variáveis positivas;
5. Aw do produto acabado elevado, creme no início ou fim tanque ou pH da madre P elevado (indicadores C), M) e O)) - em que 97,5% das reclamações têm pelo menos uma destas variáveis positivas.

Todas estas correlações são possíveis de observar na tabela 4.27.

Tabela 4.27 - Relação entre os indicadores C), M) e O) e o desenvolvimento de bolores nos produtos doces da Fábrica

Indicador	Percentagem
C) e O)	15,0%
C) e M)	7,5%
M) e O)	35,0%
C)	7,5%
M)	10,0%
O)	2,5%
C), M) e O)	25,0%
Todas as que tem C)	50,0%
Todas as que tem M)	72,5%
Todas as que tem O)	72,5%
C), M) ou O)	97,5%

Na conclusão da análise aos dados da fábrica, tornou-se pertinente realizar os testes de pH às madres presente no tópico 3.4. bem como os testes aos tanques descritos no ponto 3.5. E ao mesmo tempo, de modo a completar a informação retirada desta análise com o presente objetivo da dissertação, foi realizado o estudo da homogeneização do propionato de cálcio com os diferentes tipos de creme comprovando ou não as hipóteses propostas. A discussão destes estudos encontra-se nos pontos seguintes desta monografia.

De modo a comprovar as correlações supramencionadas, apresenta-se o estudo feito por Santos et al., (2020) que relacionou a quantidade de propionato de cálcio presente no pão, o seu a_w e o seu pH e o desenvolvimento de bolores por *Penicillium paneum* em pão. Apesar de não se saber ao certo que tipo de bolores se desenvolvem nos produtos em análise, este estudo comprovou um aspeto muito importante, os autores conseguiram perceber que a concentração do propionato de cálcio não afetava o desenvolvimento e crescimento dos esporos destes bolores, contudo alterações no pH e no a_w destes produtos fez aumentar o crescimento dos microrganismos. Permitindo assim concluir que é mais importante conseguir controlar estes parâmetros do que propriamente aumentar a quantidade de conservante nos produtos fabricados.

4.4. Estudo do pH das Madres

O estudo do pH das madres foi elaborado durante 25 horas de uma produção de massas. Na tabela 4.28 é possível observar o pH das madres que deram origem umas às outras. Ou seja, uma vez que já se sabe que o pH das madres é medido a todas horas, após esta medição, os pHs foram organizados segundo uma codificação de letras de modo a perceber qual é a relação entre o pH da madre M que deu origem à madre L e por sua vez, o pH da madre L que deu origem à madre P.

Como é possível observar existe uma grande diferença entre os pHs apresentados. É possível verificar que das madres com a codificação da C à I, de uma forma geral o pH da madre M está sempre elevado o que faz com que depois o pH da madre L também esteja elevado, bem como o pH da madre P, e isto era o esperado para todas as madres. Ou seja, sempre que o pH de uma madre M estivesse elevado, depois o pH das madres seguintes também estariam elevados. Contudo ao observar-se a tabela 29, bem como o figura 4.4, é possível observar que não é isso que acontece.

Mais uma vez, como é possível de constatar na figura 4.4, existe muita irregularidade nos dados obtidos, e muitas das vezes madres com um pH elevado consegue recuperar e baixar o pH para o recomendado, outras vezes, o pH até se encontra dentro dos intervalos, mas depois acaba por não descer como esperado na madre P.

Como foi dito anteriormente o pH das madres está dependente de variadíssimos fatores, da temperatura da água, da temperatura da farinha, da temperatura das camaras onde as madres fermentam, e principalmente dos microrganismos que se desenvolvem na madre. (Oshiro et al., 2020) Estas mudanças entre os valores apresentados na tabela 4.28 apesar de não serem as esperadas podem ser justificadas por estes mesmos fatores. Um exemplo prático é a localização da madre dentro da câmara e o número de vezes que se abre a porta para entrar na câmara, ou seja, se a madre estiver mais perto da porta de entrada da câmara e se existir uma frequência mais elevada de idas à câmara, estas entradas e saídas da câmara podem eventualmente afetar a temperatura ambiente das madres fator este que poderá contribuir para o aumento ou diminuição do pH das madres. Contudo para fundamentar esta entre outras hipóteses (como ligeiras alterações na temperatura da água e da farinha, e o tipo de

microrganismos presentes nas madres) serão precisos mais estudos dedicados exclusivamente a este tema.

Tabela 4.28 - Codificação do pH das madres

Codificação	Madre M	Madre L	Madre P
A2		3,89	4,33
B2		3,99	3,99
C2		3,95	4,12
D2		4,07	4,88
E2		4,17	4,14
F2		4,05	4,18
G2		4,26	4,22
H2		3,95	4,19
I2		4,00	4,24
J2		4,04	4,49
A	3,80	2,98	4,23
B	3,90	3,98	4,36
C	3,98	4,16	4,34
D	3,99	4,11	4,49
E	3,96	4,08	4,36
F	3,89	4,11	4,55
G	4,01	4,08	4,29
H	3,88	4,16	4,40
I	3,90	4,10	4,31
J	3,81	4,41	4,37
K	3,82	4,25	4,07
L	3,79	4,34	4,03
M	3,61	4,24	4,22
N	3,78	4,27	4,08
O	3,76	4,13	4,10
P	3,88	4,11	4,19
Q	3,88	4,00	4,30
R	3,85	3,98	4,43
S	3,87	4,04	4,22
T	4,05	4,00	4,11
U	4,05	4,04	4,27
V	4,06	4,00	4,32
Y	4,02	4,04	4,27
X	3,97	4,10	4,17
W	3,88	4,08	4,43
Z	3,90	4,02	4,47
A1	3,84	4,10	4,14
B1	3,83	4,08	4,12
C1	3,84	4,12	4,11
D1	3,92	4,05	4,16
E1	3,89	4,14	4,17
F1	3,85	4,03	4,36
H1	3,93	3,96	4,21

G1	3,87	3,94	4,16
II	3,88	3,98	4,10

Legenda: tendo em conta os intervalos estabelecidos para as madres, M (3,70-3,80), L (3,98-4,02) e P (4,03-4,20); para todas as madres, se o pH se encontrar dentro do intervalo esta encontra-se a verde, se tiver ligeiramente acima ou baixo está a amarelo, se estiver muito acima ou baixo está a vermelho.

Em suma, com este estudo conseguiu-se provar, que existe uma grande discrepância no pH das madres, que este, de certa forma, se encontra elevado, e que como foi possível observar anteriormente na alínea M) do ponto 4.3 desta dissertação, que tal tem um impacto direto no desenvolvimento microbiano no produto acabado.

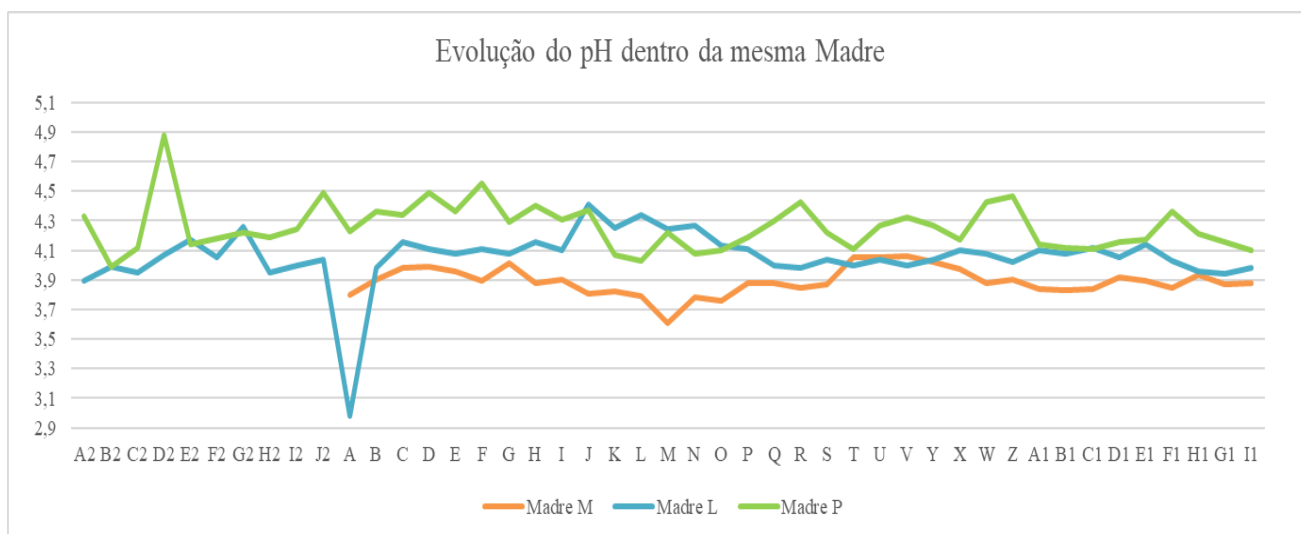


Figura 4.3 - Relação entre o pH das diferentes Madres em estudo
Fonte: Elaboração própria

4.5. Análises microbiológicas aos tanques dos cremes e aos cremes

Tal como acontece no ponto 4.4, onde foram feitos testes às madres após o estudo feito aos dados de 2020 e às reclamações, também surgiu a necessidade de analisar os tanques e os cremes. Neste sentido, e também depois de uma análise visual, foi identificada uma zona crítica, zona essa que é de mais difícil higienização; e também as tampas dos tanques são de difícil higienização. Após esta observação e de recolhidos os dados, foi construída a tabela 4.29 onde se encontram os resultados da análise feita aos tanques vazios e a tabela 4.30 onde se encontram os resultados da análise microbiológica feitos a amostra de cremes recolhidas das diferentes zonas.

Esta análise teve como principal objetivo perceber se os tanques estavam bem higienizados ou não, e tentar perceber, se uma contaminação do tanque passaria ou não para os cremes.

Tabela 4.29 - Resultado da Análise Microbiológica aos tanques vazios. Os dados da tabela são apresentados em ufc/g.

Amostra	Ponto de controlo	Germes Totais	Bolores	Leveduras
1	Zona 1 tanque 32	$7,3 \times 10^1$	Negativo	Negativo
2	Zona 2 tanque 32	Negativo	Negativo	Negativo
3	Zona 3 tanque 32	Negativo	Negativo	Negativo
4	Zona 1 tanque 17	$8,4 \times 10^1$	Negativo	6
5	Zona 2 tanque 17	Negativo	Negativo	Negativo
6	Zona 3 tanque 17	Negativo	Negativo	Negativo
7	Zona 1 tanque 40	$2,6 \times 10^1$	5	Negativo
8	Zona 2 tanque 40	$1,6 \times 10^1$	Negativo	Negativo
9	Zona 3 tanque 40	1	Negativo	3
10	Zona 1 tanque 11	$6,8 \times 10^1$	Negativo	3
11	Zona 2 tanque 11	1	Negativo	Negativo
12	Zona 3 tanque 11	1	Negativo	Negativo
13	Zona 1 tanque 26	$1,9 \times 10^1$	Negativo	9
14	Zona 2 tanque 26	3	Negativo	Negativo
15	Zona 3 tanque 26	2	Negativo	Negativo
16	Zona 1 tanque 4	$2,5 \times 10^1$	Negativo	3
17	Zona 2 tanque 4	$2,0 \times 10^1$	Negativo	Negativo
18	Zona 3 tanque 4	3	Negativo	Negativo
19	Zona 1 tanque 33	$2,0 \times 10^1$	Negativo	3
20	Zona 2 tanque 33	7	Negativo	Negativo
21	Zona 3 tanque 33	5	Negativo	Negativo

Legenda: zona 1 – tampa do tanque; zona 2 – zona crítica; zona 3 – zona visualmente bem higienizada

Ao analisar a tabela 4.29 é possível perceber que apesar de relativamente baixa, existe uma contaminação geral de todas as zonas pelos germes totais, que a zona 1, ou seja, a tampa, para além de ser a zona com maior contaminação por germes totais (quando comparados os resultados dos germes totais com as outras zonas) também apresenta alguma contaminação por leveduras, e no tanque 40, apesar de não terem sido encontradas leveduras, foram encontrados bolores. Estes resultados levam a crer que para além de não ser muito significativo, que os tanques não ficam bem higienizados. Este é um ponto a melhorar no processo.

Antes de prosseguir com a análise dos resultados observados, é necessário apenas referir que em baunilha não é possível recolher amostras dos tanques do creme pela boca de saída do creme na parte inferior do tanque, uma vez que este é um creme extremamente espesso e com elevada viscosidade, e a saída deste creme dos tanques na zona de injeção é feita com o auxílio de uma bomba.

Esta análise teve dois objetivos principais, verificar se a incorreta higienização do tanque depois de lavado e higienizado pode levar à contaminação do creme dentro dos tanques, e se existe alguma diferença de carga microbiológica dos cremes da parte superior (estimada ser a zona mais contaminada que depois leva à contaminação dos croissants, tendo em conta as análises feitas na alínea O) do ponto 4.3 da presente dissertação) para a parte inferior do creme. Ao analisar-se os dados da tabela 4.30, é possível perceber que não existe grande relação entre a higienização do tanque e a contaminação dos

cremes, pois de uma forma geral todos os cremes se encontram em excelentes condições para utilização (pois apresentam resultados negativos a todas as pesquisas de microrganismos) à exceção do creme de baunilha 74-21, que apresenta uma contaminação ligeiramente elevada de germes totais à superfície.

Tabela 4.30 - Resultados das análises microbiológicas feitas a amostras de creme recolhida das diferentes zonas do creme. Os dados da tabela são apresentados em ufc/g

Tipo de Creme	Lote	Zona colheita	Germes Totais ufc/g	Leveduras ufc/g	Bolores ufc/g
Cacau	69-21	1	Negativo	Negativo	Negativo
Cacau	69-21	2	Negativo	Negativo	Negativo
Cacau	69-21	3	Negativo	Negativo	Negativo
Cacau	70-21	1	Negativo	Negativo	Negativo
Cacau	70-21	2	Negativo	Negativo	Negativo
Cacau	70-21	3	Negativo	Negativo	Negativo
Cacau	71-21	1	Negativo	Negativo	Negativo
Cacau	71-21	2	Negativo	Negativo	Negativo
Cacau	71-21	3	Negativo	Negativo	Negativo
Baunilha	74-21	1	1x10 ²	Negativo	Negativo
Baunilha	74-21	2	Negativo	Negativo	Negativo
Baunilha	75-21	1	Negativo	Negativo	Negativo
Baunilha	75-21	2	Negativo	Negativo	Negativo
Baunilha	76-21	1	Negativo	Negativo	Negativo
Baunilha	76-21	2	Negativo	Negativo	Negativo

Legenda: zona 1 – recolha de creme à superfície; zona 2 – recolha de creme na zona crítica; zona 3 – recolha de creme por baixo.

Uma vez que se trata de um creme de baunilha não foi possível determinar a carga microbiológica do creme na parte inferior do tanque, contudo com estes resultados é possível afirmar que não existe grande diferença da carga microbiológica dos cremes na superfície ou na parte inferior do tanque.

4.6. Estudo sobre a relação da homogeneização do propionato de cálcio com o tipo de creme injetado no produto

Iniciou-se este estudo com análises microbiológicas aos cremes de cacau que permitiram identificar o lote do creme que seria utilizado no dia de produção das massas, de modo a alcançar os melhores resultados possíveis. Na tabela 4.31 é possível observar os resultados destes.

Tabela 4.31 - Resultados dos testes microbiológicos realizados a creme de cacau para efetuar o estudo. Os dados da tabela são apresentados em ufc/g

Lote	Contagens Totais	Enterobactérias	Leveduras	Bolores
102-21	$3,8 \times 10^3$	neg	neg	neg
103-21	$1,7 \times 10^3$	neg	neg	neg
104-21	$9,5 \times 10^3$	neg	neg	neg
105-21	$3,4 \times 10^3$	neg	neg	neg

Após esta análise decidiu-se que o creme NOK a injetar seria o creme do lote 104-21, por apresentar uma maior contagem microbiológica nas contagens totais, e o creme OK seria o creme do lote 102-21 por apresentar uma menor carga microbiológica. Mais tarde, percebeu-se que estes cremes apresentavam uma concentração de sorbato de potássio de 1,61g e de 1,22g por quilograma de creme, para o lote 104-21 e 102-21 respetivamente.

No dia 25 de junho de 2020, foi o dia de produção dos produtos para este teste onde era pretendido realizá-lo no produto Bolo 1, contudo por inconveniente de produção, e por o produto a realizar ser o croissant 2, este estudo foi realizado nesse produto. Para a produção da massa NOK destes croissants foi assegurado que apenas era adicionado 80% da quantidade total de propionato à massa, que respondeu a 552,34g uma vez que a massa na totalidade leva 690,00g. Isto fez com que estes croissants ficassem com 1280,00mg de propionato de cálcio por quilograma de massa em vez dos 1612,80mg de propionato de cálcio por quilograma de massa, que é o esperado para esta massa. Aqui importa salientar que mesmo com uma redução significativa, estes produtos acabam por ter mais conservante do que a massa tradicional do Bolo 1 (que tem 1096,00mg de propionato de cálcio por quilograma de massa de produto) sendo provavelmente a razão pelo qual este produto (o bolo 1) é o que tem mais reclamações por bolores de entre todos os produtos doces produzidos na fábrica.

A massa NOK foi produzida, fermentada e cozida nas mesmas condições que a massa OK contudo durante a fermentação observou-se que estes croissants (com menos gramas propionato por quilograma de massa de produto) cresceram muito mais, ou seja levedaram mais que os croissants com a quantidade de propionato normal. Este acontecimento pode ser justificável, pois uma vez que o propionato de cálcio é um conservante microbiológico, o seu principal objetivo é prevenir e controlar o desenvolvimento microbiológico, principalmente de bolores e leveduras. Uma vez que a madre e a levedura adicionada à massa dos croissants são precisamente microrganismos, é normal que estes se desenvolvam melhor e mais facilmente (promovendo assim o crescimento dos bolos durante o período de fermentação) quando a presença do conservante é menor.

Sucessivamente à cozedura e ao arrefecimento os croissants foram injetados com o creme de cacau de acordo com a tabela 3.1 presente no ponto 3.6, ou seja, o creme OK (lote 102-21) foi injetado nos croissants com massa OK dando origem à amostra A; e nos croissants com massa NOK dando origem à amostra B; e o creme NOK (lote 104-21) foi injetado nos croissants com massa OK dando

origem à amostra C; e nos croissants com massa NOK dando origem à amostra D. Depois de devidamente identificados, estes croissants foram colocados no armazém à temperatura ambiente (amostras AX, BX, CX e DX) e na estufa de 28°C (amostras AY, BY, CY e DY).

Ao observar a tabela 4.32 é possível verificar que na 6ª semana de vida útil do produto existe, de uma forma geral, um grande aumento da carga microbiológica a nível dos germes totais. Este acontecimento pode ser justificável pela forma como este tipo de microrganismos se desenvolve. As bactérias, e neste caso os mesófilos, tendem a desenvolver-se muito numa fase inicial (fase exponencial) onde todas as condições permitem o crescimento e desenvolvimento destes seres. Depois quando a disponibilidade de nutrientes começa a ser menor e o aumento do nível de CO₂ é significativo estes mesmo seres acabam por morrer. Este último acontecimento é denominado de fase de declínio e é possível observar, uma vez que na 8ª semana o número de microrganismos presente nesta análise é muito pequena ou negativa (inexistente) (Madigan et al., 2016).

Sucessivamente e como foi explicado no ponto 1.3, da presente dissertação os bolores apesar de se conseguirem desenvolver em conjunto com algumas bactérias, como ambos os microrganismos disputam entre si por nutrientes e espaço para crescerem e se desenvolverem, frequentemente os bolores só se desenvolvem depois das bactérias entrarem em fase de declínio. Outra razão que explica este acontecimento, no caso dos bolores, é que estes são seres muito mais complexos que conseguem utilizar nutrientes que estão no interior dos alimentos, enquanto as bactérias apenas utilizam os nutrientes que estão disponíveis na superfície com as quais estão em contacto. Deste modo, os fungos conseguem assim desenvolverem-se de uma forma muito mais lenta e progressiva, surgindo visualmente mais tarde.

Tabela 4.32 - Resultados da análise microbiológica e de inspeção visual feita aos croissants com creme de cacau em análise no estudo que relaciona a quantidade de propionato de cálcio presente na massa do produto com a qualidade microbiológica do creme injetado

Identificação Amostra	Número semanas	Inspeção visual de bolores	Germes Totais ufc/g	Enterobaterias ufc/g	Leveduras ufc/g	Bolores ufc/g
AX1	1ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
BX1	1ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
CX1	1ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
DX1	1ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
AY1	1ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
BY1	1ª semana	OK	1x10 ¹	Neg	Neg	Neg
CY1	1ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
DY1	1ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
AX2	6ª semana	OK	9,8x10 ³	Neg	Neg	Neg
BX2	6ª semana	OK	6,3x10 ³	Neg	Neg	2x10 ¹
CX2	6ª semana	OK	8,9x10 ³	Neg	Neg	1x10 ¹
DX2	6ª semana	OK	6,7x10 ³	Neg	Neg	Neg
AY2	6ª semana	OK	9,5x10 ³	Neg	Neg	1x10 ¹

Determinação da correlação entre o desenvolvimento de bolores no produto final e a imperfeita homogeneização dos conservantes em produtos de pastelaria

BY2	6ª semana	OK	4,3x10 ³	Neg	Neg	Neg
CY2	6ª semana	OK	1,5x10 ²	Neg	Neg	Neg
DY2	6ª semana	OK	4,3x10 ²	Neg	Neg	Neg
AX3	8ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
BX3	8ª semana	NOK	Neg	Neg	Neg	Neg
CX3	8ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
DX3	8ª semana	OK	1x10 ¹	Neg	Neg	Neg
AY3	8ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
BY3	8ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
CY3	8ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
DY3	8ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
AX4	10ª semana	OK	2,5x10 ²	Neg	Neg	Neg
BX4	10ª semana	OK	1x10 ²	Neg	Neg	Neg
CX4	10ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
DX4	10ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
AY4	10ª semana	OK	1x10 ²	Neg	Neg	Neg
BY4	10ª semana	OK	1x10 ²	Neg	Neg	2x10 ²
CY4	10ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
DY4	10ª semana	OK	1,7x10 ²	Neg	Neg	Neg
AX5	12ª semana	OK	1x10 ¹	Neg	Neg	Neg
BX5	12ª semana	OK	1x10 ¹	Neg	Neg	Neg
CX5	12ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
DX5	12ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
AY5	12ª semana	OK	2x10 ¹	Neg	Neg	Neg
BY5	12ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
CY5	12ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
DY5	12ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
AX6	14ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
BX6	14ª semana	NOK	Neg	Neg	Neg	Neg
CX6	14ª semana	NOK	Neg	Neg	Neg	Neg
DX6	14ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
AY6	14ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
BY6	14ª semana	NOK	Neg	Neg	Neg	5x10 ¹
CY6	14ª semana	NOK	Neg	Neg	Neg	3x10 ²
DY6	14ª semana	NOK	2x10 ¹	Neg	Neg	Neg
AX7	17ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
BX7	17ª semana	NOK	Neg	Neg	Neg	Neg
CX7	17ª semana	NOK	2x10 ¹	Neg	Neg	Neg
DX7	17ª semana	NOK	1,5x10 ²	Neg	Neg	1x10 ²
AY7	17ª semana	OK	1x10 ²	Neg	Neg	Neg
BY7	17ª semana	OK	Neg	Neg	Neg	Neg
CY7	17ª semana	NOK	3,3x10 ³	Neg	Neg	7x10 ²
DY7	17ª semana	NOK	Neg	Neg	Neg	Neg

Indo ao encontro do objetivo do estudo, e como já foi repetido algumas vezes, era espetável o desenvolvimento de bolores no fim das 14 semanas de vida útil do produto nas amostras D; pouco desenvolvimento nas B e C; e nenhum desenvolvimento nas amostras A. E estas expectativas deviam se ao facto de os bolos da amostra D terem menos propionato de cálcio na massa dos bolos, e creme com uma maior carga microbiológica; de os bolos B terem massa com menos conservante, e os bolos C terem um creme com mais carga microbiológica; e por fim, não era espetável o crescimento de bolores nas amostras A, pois estas tinham a quantidade certa de conservante na massa dos bolos e o creme com menos carga microbiológica. Importa salientar que estas espetativas são estabelecidas para ambos os grupos de amostras independente de se encontrarem à temperatura ambiente (amostra X) ou na camara a 28°C (amostras Y). Como é possível observar na tabela 4.32, à 8ª semana já é visível o desenvolvimento de bolores na amostra BX (amostras com menos conservante na massa e à temperatura ambiente. Na figura 4.5 é possível observar o bolor encontrado, visível a olho nu, e desenvolvido na ponta direita do croissant, com forma redonda e de cor branca.

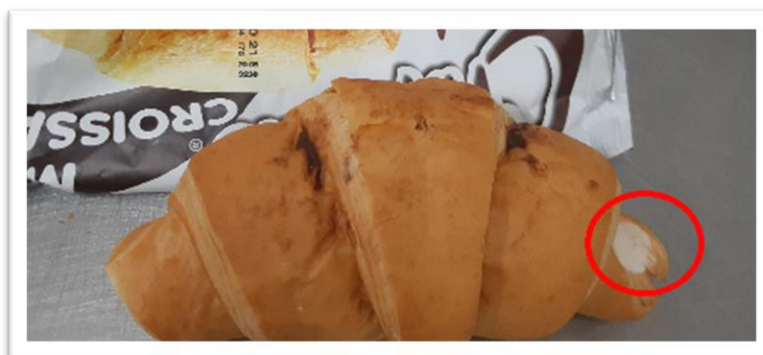


Figura 4.4 - Resultados da Inspeção Visual feita à amostra BX, à 8ª semana de vida útil do produto
Fonte: Fotografia tirada no laboratório após a análise

Passadas as 14 semanas de vida útil do produto foi aberta para inspeção visual uma amostragem significativa de bolsas do produto para verificar o número de bolsas que se encontravam com bolores. Esta amostragem varia um pouco de amostra para amostra (entre A e D, e dependendo do local onde se encontravam, X ou Y - e esta variação é justificável devido ao facto de algumas das bolsas serem utilizadas para a análise microbiológica), teve como objetivo verificar se no fim da validade os produtos tinham desenvolvido bolores ou não, comprovando então a hipótese inicialmente proposta. Os respetivos resultados encontram-se apresentados na tabela 4.33.

Tabela 4.33 - Resultado da Análise Visual realizada à 14^a semana de vida útil das amostras em estudo

Amostra	Hora de Embalamento	Nº de Bolsas	Sem Bolor	Com Bolor	Percentagem com Bolor
AX	20:13	24	23	0	0,00%
BX	20:06	27	25	2	7,41%
CX	20:54	28	26	2	7,14%
DX	20:58	28	28	0	0,00%
AY	20:14	32	32	0	0,00%
BY	20:05	32	25	7	21,86%
CY	20:53	32	29	3	9,38%
DY	20:57	32	30	2	6,25%

De uma forma geral é possível observar que o efeito da temperatura não alterou significativamente os resultados esperados. A única diferença mais significativa encontra-se nas amostras B, em que as amostras na câmara a 28°C mostraram um desenvolvimento muito significativo de bolores (o desenvolvimento de bolores na amostra BY triplicou em termos percentuais relativamente às amostras BX). Por um lado este desenvolvimento acentuado era esperado, uma vez que as amostras se encontravam a temperaturas ótimas de desenvolvimento de bolores, por outro lado devido às elevadas temperaturas do armazém (o estudo foi realizado principalmente durante os meses de julho, agosto e setembro, os meses de verão, em que a temperatura ambiente é naturalmente mais elevada e ronda os 23°C dentro da fábrica) era expectável que os resultados fossem semelhantes entre as amostras X e Y, o que acaba por acontecer nas restantes amostras em estudo.

Relativamente aos bolores encontrados nestas amostras (independentemente da amostra em estudo) eram todos bolores localizados na zona de injeção do creme e apresentavam uma cor verde (figura 4.6); à exceção de dois bolores um encontrado numa amostra BX e outro encontrado na amostra BY, que à semelhança do bolor encontrado à 8^a semana na amostra BX eram brancos (figura 4.7).

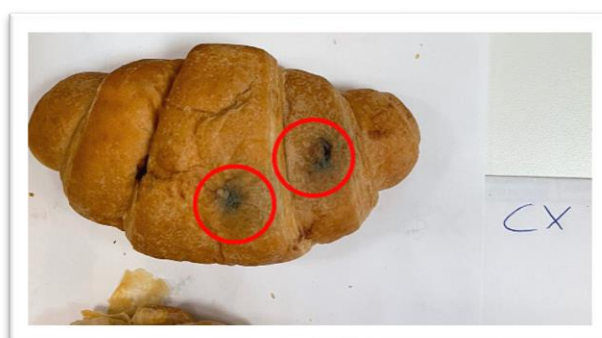


Figura 4.5 - Bolores desenvolvidos na amostra CX às 14 semanas de vida útil do produto



Figura 4.6 - Bolores desenvolvidos na amostra BY às 14 semanas de vida útil do produto

Em termos comparativos com os dados reais das análises feitas em laboratório, comparou-se os resultados obtidos do presente estudo com os dados apresentados na tabela 4.34, onde é possível observar os resultados obtidos da análise visual feita em laboratório aos produtos fabricados, sendo que se considerou como amostragem o número de bolsas analisadas ao longo do ano 2020.

Tabela 4.34 - Resultados da análise visual efetuada nos produtos produzidos na fábrica em 2020

Produto	Nº Bolsas Analisadas	Nº Bolsas NOK	Porcentagem
Bolo 1	319	61	19,12%
Croissant 1	106	5	4,72%
Croissant 2	98	1	1,02%
Croissant 3	48	1	2,08%
Croissant Pequeno 1	197	16	8,12%
Croissant Pequeno 2	191	0	0,00%

Sendo que o estudo em si foi realizado com massa do croissant 2 é possível comparar, em termos percentuais, os resultados das amostras AX e AY presentes na tabela 4.33, com os resultados do croissant 2 presentes na tabela 4.34. Uma vez que estas amostras foram feitas com a massa tradicional e com o melhor creme é esperado que os dados sejam semelhantes, e são apresentados valores 0,00% de amostras com bolores para ambos os produtos AX e AY, que quando comparados com 1,02% dos dados da inspeção visual do mesmo produto analisados em 2020, são valores que vão de encontro ao esperado.

Relativamente aos dados apresentados na tabela 4.33 tendo em conta o objetivo do estudo, estes não vão ao encontro de todas as expectativas. Ou seja, de certo modo era esperado que as amostras B e C (independentemente da temperatura e local de armazenamento em que se encontravam) que desenvolvessem alguns bolores, como o que acabou por acontecer. Contudo era esperado que as amostras D tivessem em muito piores condições que as amostras B e C, pois tinham a massa NOK (com menos 20% do conservante e creme com maior carga microbiológica), mas tal

facto não se verificou até à 14ª semana de vida útil do produto. Contudo é importante salientar que as amostras A se encontravam livres de bolores (tanto as amostras AX como a as AY), este aspeto até ao momento é muito positivo.

Um aspeto a ter em consideração neste ponto são as horas de embalagem apresentadas nas embalagens amostras registadas na tabela 4.33. Era suposto terem sido injetados os croissants B e D (primeiro os croissants com a massa NOK e com os cremes OK, amostra B; seguindo os com creme NOK, amostra D) e posteriormente os croissants A e C (massa OK com creme OK, amostra A; seguidos os com creme NOK, amostra C). Todavia, não foi o sucedido, primeiro foi feita a injeção dos croissants B, seguidos dos A, C e por fim os D. Esta troca no procedimento da injeção pode ter levado a algum erro. Contudo, como não existem dados que comprovem que os croissants foram trocados ou mal injetados, esta nota fica apenas como apreciação e todos os resultados do estudo serão tidos em consideração de acordo com a tabela 3.1 do ponto 3.6. da presente dissertação.

Contudo nem todos os resultados são negativos, nota-se efetivamente que nas amostras B a diminuição da quantidade de propionato de cálcio na massa dos bolos foi um fator determinante para o desenvolvimento de bolores que não estão diretamente relacionados com a zona de injeção. Este facto sugere que estes bolores não são provenientes do creme, mas sim que se encontravam na massa. Por outro lado, o desenvolvimento de bolores em C encontra-se diretamente relacionado com a zona de injeção o que demonstra que cremes com maior carga microbiológica podem natural desencadear o desenvolvimento de bolores nos produtos doces, sem que a quantidade de conservante nos bolos seja necessariamente mais baixa.

Por fim e de modo a completar este estudo, na tabela 4.35 encontram-se apresentados os resultados detalhados a inspeção visual feita à 17ª semana de vida útil do produto. Aqui é possível observar novamente que não se desenvolveram bolores nas amostras A. Este aspeto é muito positivo, sendo mesmo a principal conclusão que se consegue retirar deste estudo, ou seja, que se os croissants estiverem com a quantidade certa de conservante, bem como se o creme estiver em condições ótimas de utilização (com uma baixa carga microbiológica) que não se desenvolvem bolores nestes produtos.

Tabela 4.35 - Resultado da Análise Visual realizada à 17ª semana de vida útil das amostras em estudo

Amostra	Hora de Embalamento	Nº de Bolsas	Sem Bolor	Com Bolor	Percentagem com Bolor
AX	20:13	16	16	0	0,00%
BX	20:06	9	8	1	11,1%
CX	20:54	10	9	1	10,0%
DX	20:58	9	8	1	11,1%
AY	20:14	9	9	0	0,00%
BY	20:05	9	9	0	0,00%
CY	20:53	9	7	2	22,2%
DY	20:57	9	8	1	11,1%

Denotar ainda que apesar de existirem bolores nas amostras B, C e D, de uma forma geral estas rodam os 11% o que significa que basta uma das variantes estar em falta (seja a quantidade de

conservante na massa, a qualidade microbiológica do creme ou as duas variantes) para se desenvolverem bolores.

Um outro aspeto muito importante a considerar são os dados apresentados na tabela 4.33, em que se verifica que para além não se encontrarem bolores visualmente nas amostras A (tanto na semana 14 como na 17) também não são encontrados na pesquisa feita a bolores e leveduras na análise feita em laboratório, e por sua vez em algumas das restantes amostras são encontrados tanto bolores na inspeção visual, como na pesquisa por bolores o leveduras, o que vem confirmar efetivamente a presença de bolores e leveduras nestes produtos. Uma das amostras mais importantes a ter em apreciação neste ponto, é a amostra CY à 17^a semana de vida útil, esta amostra foi a que apresentou uma percentagem de amostras com bolores mais elevada, 22,2% (tabela 4.35), e ao observarmos a tabela 4.33, é possível verificar que esta amostra tem uma carga microbiana elevada, pois apresenta valores de $3,3 \times 10^3$ na pesquisa de germes totais e 7×10^2 na pesquisa de bolores.

Assim, as principais conclusões a retirar deste estudo, passam por confirmar que quando o propionato de cálcio se encontra devidamente homogeneizado na massa dos bolos e croissants e quando o creme se encontra com uma carga microbiana pequena ou inexistente, a probabilidade de existirem produtos com bolor diminuem significativamente. Também foi possível concluir que as condições de armazenamento não afetam de forma significativa o crescimento e proliferação de bolores no produto acabado, contudo se existirem condições para o desenvolvimento dos mesmos estes desenvolvem-se imediatamente, uma vez que se encontrou um primeiro bolor às 8 semanas de vida útil do produto (tabela 4.33). E por fim, lembrar apenas que o produto em estudo (com a redução de 20% da quantidade de conservante adicionada à massa) tem mais conservante por g/kg de massa do que o bolo 1 que é o produto com mais reclamações na fábrica e que tem cerca de 1,09g/kg. As fotografias da inspeção visual feita às amostras na 17^a semana estão presentes dos anexos 54 ao 66.

5. Conclusão

Antes de serem apresentadas quaisquer conclusões sobre o presente estudo, apenas referir que o presente estágio foi extremamente enriquecedor para a experiência profissional da estagiária em ambiente fabril. Foi uma experiência única que deu a oportunidade de conhecer outras realidades do mundo empresarial e permitiu à mesma adquirir conhecimentos que seriam impossíveis de adquirir noutro tipo de empresas. Esta foi uma experiência de quase um ano, que permitiu à aluna crescer não só a nível profissional, mas também a nível pessoal.

Após finalizados todos os estudos e análise documental é possível concluir que a hipótese inicialmente colocada, como causa provável para o aparecimento de bolores e fungos no produto final, se encontra na difícil homogeneização dos conservantes. Verificou-se através do estudo em laboratório certificado que o propionato de cálcio ficava mal homogeneizado na massa de bolos e croissants e que dissolver o conservante na água que é adicionada na receita, ajuda muito à homogeneização do conservante na massa. Recomendou-se assim que este procedimento (dissolver o conservante na água que é adicionada à massa) fosse adotado pela empresa, uma vez que este passo, na elaboração das massas em nada afeta a receita original dos bolos e croissants. Como resultado desta recomendação, que foi aceite e adotada pela empresa, foi possível reduzir o número de produtos alvo de reclamação de 20 para 6 no mesmo período de tempo, ou seja, de agosto a dezembro de 2020 existiram 20 reclamações no produto em causa, de agosto a dezembro de 2021 existiram 6 no mesmo período.

Posteriormente, também foi possível verificar que existe uma difícil homogeneização do sorbato de potássio nos cremes, sendo que o estudo feito mostrou que o conservante tem tendência para se acumular no fundo do tanque e tem uma concentração inferior na parte superior do tanque. Esta verificação gerou a hipótese de que os cremes podem se encontrar mais contaminados na parte superior. De facto, uma vez que o conservante se acumula na parte inferior do tanque, o creme à superfície permitirá um maior desenvolvimento microbiano, não só por ter menos conservante, mas também por estar em contacto com o oxigénio.

Também é importante salientar que se conseguiu comprovar que o desenvolvimento de bolores diminui significativamente quando o propionato de cálcio está devidamente homogeneizado nas massas dos bolos e croissants, e quando os cremes têm uma carga microbiológica mais pequena, sejam do início ou fim de tanque. O que significa que o produto é estável quando tem todas as variantes em estudo corretas e dentro dos parâmetros estabelecidos.

6. Bibliografia

- Andrade, M.A., Barbosa, C.H., Souza, V.G.L., Coelho, I.M., Reboleira, J., Bernardino, S., Ganhão, R., Mendes, S., Fernando, A.L., Vilarinho, F., Sanches Silva, A. & Ramos, F. (2021) Novel Active Food Packaging Films Based on Whey Protein Incorporated with Seaweed Extract: Development, Characterization, and Application in Fresh Poultry Meat. *Coatings*, 11, 229. <https://doi.org/10.3390/coatings11020229>
- AOAC, O. M. of A. (1990). *Preservatives in Ground Beef - Spectrophotometric Method* (p. 1144).
- Banterle, A., Ricci, E. C., & Cavaliere, A. (2018). Environmental Sustainability and the Food System. In *Regulating and Managing Food Safety in the EU - A Legal-Economic Perspective* (pp. 57–88). <http://www.springer.com/series/11927>
- Barbosa, C.H., Andrade, M.A., Vilarinho, F., Fernando, A.L. & Silva, A.S. (2021) Active Edible Packaging. *Encyclopedia*, 1, 360–370. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia1020030>
- Campos, I. C. V. (2014). *CONSEQUÊNCIAS DO TRABALHO POR TURNOS - A influência do sono no quotidiano dos trabalhadores por turnos*. 1–70.
- Cauvain, S. P. (2003). Cakes - Nature of Cakes. In *Encyclopedia of food sciences and nutrition* (pp. 751–756).
- Comissão Europeia. (2011). Regulamento (UE) N°1129/2011 da Comissão de 11 de Novembro de 2011 que altera o anexo II do Regulamento (CE) n. o 1333/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho mediante o estabelecimento de uma lista da União de aditivos alimentares. *Jornal Oficial Da União Europeia*, 6, 25.
- Corsetti, A. (2013). Chapter 4 - Technology of sourdough fermentation and sourdough applications. In *Handbook on Sourdough Biotechnology* (pp. 85–103). https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5425-0_4
- Davidson, P. M., & Branen, A. L. (2005). 1. Food Antimicrobials - An Introduction. In *Antimicrobials in Food* (pp. 1–10).
- Davidson, P. M., Sofos, J. N., & Branen, A. L. (2005). Chapter 3 - Sorbic Acid and Sorbates. In *Antimicrobials in Food* (pp. 49–91).
- DuPont. (2021). *Nutrition & Biosciences*. <https://www.dupontnutritionandbiosciences.com/products/dimodan.html>
- EC, E. C. (2021). *Food Fraud - What does it mean?* Food. https://ec.europa.eu/food/safety/food-fraud/what-does-it-mean_en
- EFSA, P. on F. A. and N. S. added to F. (2014). Scientific Opinion on the re-evaluation of propionic acid (E 280), sodium propionate (E 281), calcium propionate (E 282) and potassium propionate (E 283) as food additives. *EFSA Journal*, 12(7), 1–45. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3779>
- EFSA, P. on F. A. and N. S. added to F. (2015). Scientific Opinion on the re-evaluation of sorbic acid (E 200), potassium sorbate (E 202) and calcium sorbate (E 203) as food additives. *EFSA Journal*, 13(6), 1–91. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4144>
- Erkmen, O., & Bozoglu, T. F. (2016). Chapter 5 - Factors affecting Microbial Growth in Foods. In *Food Microbiology: Principles into Practice* (Vol. 1, pp. 91–106). <https://doi.org/10.4324/9781315102092-7>
- Esimbekova, E. N., Asanova, A. A., Deeva, A. A., & Kratasyuk, V. A. (2017). Inhibition effect of food preservatives on endoproteinases. *Food Chemistry*, 235, 294–297.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.059>

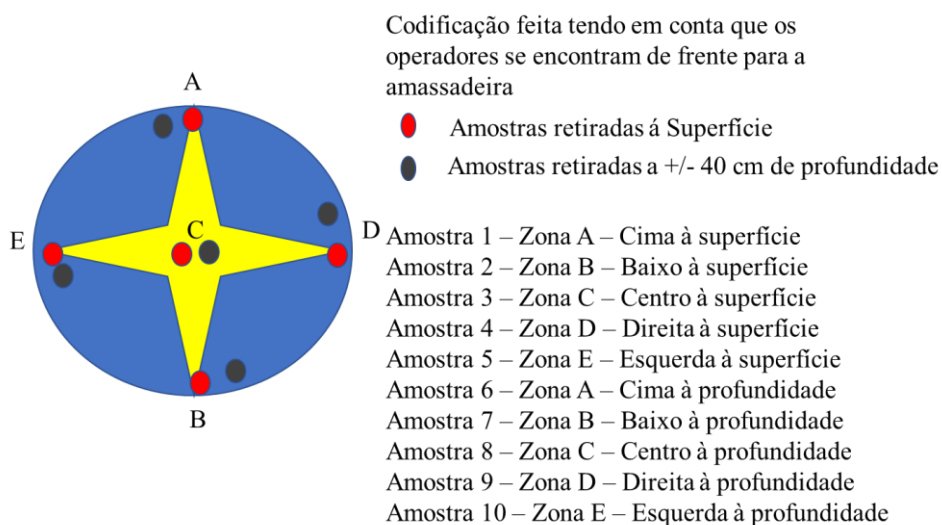
- Fan, J. J., & Chen, J. H. (1999). Inhibition of aflatoxin-producing fungi by welsh onion extracts. *Journal of Food Protection*, 62(4), 414–417. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-62.4.414>
- FAO, F. and A. O. (2021). *Food Safety and Quality - Background*. <http://www.fao.org/food-safety/background/en/>
- Kavanagh, K. (2018). Fungi - Biology and applications. In *Transactions of the British Mycological Society* (Third Edit, Vol. 55, Issue 3). [https://doi.org/10.1016/s0007-1536\(70\)80085-7](https://doi.org/10.1016/s0007-1536(70)80085-7)
- Khandelwal, G. D., Rimmer, Y. L., & Wedzicha, B. L. (1992). Reaction of sorbic acid in wheat flour doughs: Reaction with thiols. *Food Additives and Contaminants*, 9(5), 493–497. <https://doi.org/10.1080/02652039209374102>
- Koehler, P., & Wieser, H. (2013). Chapter 2 - Chemistry of cereal grains. In *Handbook on Sourdough Biotechnology* (pp. 11–45). https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5425-0_7
- Kuo, S. C., & Weng, Y. M. (2021). Effects of food safety education on knowledge, attitude, and practice of schoolchildren in southern Taiwan: A propensity score-matched observational study. *Food Control*, 124(January), 107360. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107360>
- Li, T., Lorenz, H., & Seidel-Morgenstern, A. (2017). Solubility Study and Thermal Stability Analysis of Calcium Propionate. *Chemical Engineering and Technology*, 40(7), 1221–1230. <https://doi.org/10.1002/ceat.201600479>
- Luck, E., & Jager, M. (1995). Chapter 18 - Propionic Acid. In *Antimicrobial Food Additives - Characteristics, Uses, Effects* (pp. 145–151).
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., Bender, K. S., Buckley, D. H., & Stahl, D. A. (2016). *Microbiologia de Brock* (14th ed., Vol. 148).
- Marie Skirdal, I., & Eklund, T. (1993). Microculture model studies on the effect of sorbic acid on *Penicillium chrysogenum*, *Cladosporium cladosporioides* and *Ulocladium atrum* at different pH levels. *Journal of Applied Bacteriology*, 74(2), 191–195. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1993.tb03014.x>
- Matamoros-León, B., Argáiz, A., & López-Malo, A. (1999). Individual and combined effects of vanillin and potassium sorbate on *Penicillium digitatum*, *Penicillium glabrum*, and *Penicillium italicum* growth. *Journal of Food Protection*, 62(5), 540–542. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-62.5.541>
- Min, S., Xiang, C., & Zhang, X. heng. (2020). Impacts of the COVID-19 pandemic on consumers' food safety knowledge and behavior in China. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(12), 2926–2936. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63388-3](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63388-3)
- Morassi, L. L. P., Bernardi, A. O., Amaral, A. L. P. M., Chaves, R. D., Santos, J. L. P., Copetti, M. V., & Sant'Ana, A. S. (2018). Fungi in cake production chain: Occurrence and evaluation of growth potential in different cake formulations during storage. *Food Research International*, 106(December 2017), 141–148. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.075>
- Onishi, H. (1963). Osmophilic Yeasts. In *Advances in Food Research: Vol. XXII* (pp. 53–94).
- Oshiro, M., Zendo, T., & Nakayama, J. (2020). Diversity and dynamics of sourdough lactic acid bacteria created by a slow food fermentation system. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, xxx(xxx). <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2020.11.007>
- Phechkrajang, C. M., & Yooyong, S. (2017). Fast and simple method for semiquantitative determination of calcium propionate in bread samples. *Journal of Food and Drug Analysis*,

25(2), 254–259. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.03.013>

- Pires, J.R.A., Souza, V.G.L. & Fernando, A.L. (2018) Chitosan/montmorillonite bionanocomposites incorporated with rosemary and ginger essential oil as packaging for fresh poultry meat, *Food Packaging and Shelf Life*, 17, 142-149, <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2018.06.011>
- Pitt, J. I., & Hocking, A. D. (2019). *Fungi and Food Spoilage*.
- Rodrigues, C., Souza, V.G.L., Coelho, I. & Fernando, A.L. (2021) Bio-Based Sensors for Smart Food Packaging—Current Applications and Future Trends. *Sensors*, 21, 2148. <https://doi.org/10.3390/s21062148>
- Salamandane, A., Vila-Boa, F., Malfeito-Ferreira, M., & Brito, L. (2021). High fecal contamination and high levels of antibiotic-resistant enterobacteriaceae in water consumed in the city of Maputo, Mozambique. In *Biology* (Vol. 10, Issue 6). <https://doi.org/10.3390/biology10060558>
- Santos, J. L. P., Chaves, R. D., & Sant’Ana, A. S. (2020). Modeling the impact of water activity, pH, and calcium propionate on the germination of single spores of *Penicillium paneum*. *Lwt*, 133(June), 110012. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110012>
- Severo, C., Anjos, I., Souza, V.G.L., Canejo, J.P., Bronze, M.R., Fernando, A.L., Coelho, I., Bettencourt, A.F. & Ribeiro, I.A.C. (2021) Development of cranberry extract films for the enhancement of food packaging antimicrobial properties. *Food Packaging and Shelf Life*, 28, 100646. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2021.100646>
- Shi, Z., Zhang, T., Byles, J., Martin, S., Avery, J. C., & Taylor, A. W. (2015). Food habits, lifestyle factors and mortality among oldest old Chinese: The Chinese longitudinal healthy longevity survey (CLHLS). *Nutrients*, 7(9), 7562–7579. <https://doi.org/10.3390/nu7095353>
- Smith, J. P., Daifas, D. P., El-Khoury, W., Koukoutsis, J., & El-Khoury, A. (2004). Shelf Life and Safety Concerns of Bakery Products - A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(1), 19–55. <https://doi.org/10.1080/10408690490263774>
- Soares, C., Fernando, A.L., Alvarenga, N. & Martins, A.P.L. (2016) Substitution of sodium chloride by potassium chloride in São João cheese of Pico Island, *Dairy Science & Technology*, 96 (5), 637-655, <https://doi.org/10.1007/s13594-016-0293-2>
- Soares, C., Fernando, A.L., Mendes, B. & Martins, A.P.L. (2015) The effect of lowering salt on the physicochemical, microbiological and sensory properties of São João cheese of Pico Island, *International Journal of Dairy Technology*, 68 (3), 409–419, <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12198>
- Souza, V.G.L., Pires, J.R.A., Rodrigues, P.F., Lopes, A.A.S., Braz-Fernandes, F.M., Duarte, M.P., Coelho, I.M. & Fernando, A.L. (2018a) Bionanocomposites of chitosan/montmorillonite incorporated with *Rosmarinus officinalis* essential oil: Development and physical characterization, *Food Packaging and Shelf Life*, 16, 148-156, <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2018.03.009>
- Souza, V.G.L., Pires, J.R.A., Vieira, E.T., Coelho, I.M., Duarte, M.P. & Fernando, A.L. (2018b) a Shelf life assessment of fresh poultry meat packaged in novel bionanocomposite of chitosan/montmorillonite incorporated with ginger essential oil, *Coatings*, 8 (5), 177, <https://doi.org/10.3390/coatings8050177>
- Souza, V.G.L., Pires, J.R.A., Vieira, E.T., Coelho, I.M., Duarte, M.P., Fernando, A.L. (2019a) Activity of chitosan-montmorillonite bionanocomposites incorporated with rosemary essential oil: from in vitro assays to application in fresh poultry meat, *Food Hydrocolloids*, 89, 241–252, <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.10.049>

- Souza, V.G.L., Rodrigues, C., Valente, S., Pimenta, C., Pires, J.R.A., Alves, M.M., Santos, C.F., Coelho, I.M. & Fernando, A.L. (2020) Eco-Friendly ZnO/Chitosan Bionanocomposites Films for Packaging of Fresh Poultry Meat, *Coatings*, 10 (2), 110, <https://doi.org/10.3390/coatings10020110>
- Troller, J. A., & Christian, J. H. B. (1978a). Microbial Growth. In *Water Activity and Food* (pp. 86–102).
- Troller, J. A., & Christian, J. H. B. (1978b). Water Activity - Basic Concepts. In *Water Activity and Food* (pp. 1–12).
- Ulberth, F. (2020). Tools to combat food fraud – A gap analysis. *Food Chemistry*, 330(May), 127044. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127044>
- Wang, F. C., & Marangoni, A. G. (2016). Advances in the application of food emulsifier α -gel phases: Saturated monoglycerides, polyglycerol fatty acid esters, and their derivatives. *Journal of Colloid and Interface Science*, 483, 394–403. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2016.08.012>
- Wood, R., Foster, L., Damant, A., & Key, P. (2004). E200-3: Sorbic Acid and its salts. In *Analytical methods for food additives* (pp. 35–51).

7. Anexo



Anexo 1 - Codificação das mostras recolhidas para laboratório no dia 19 de fevereiro de 2021



Anexo 2 - Inspeção Visual à 14ª semana - Amostra AX



Anexo 3 - Inspeção Visual à 14ª semana - Amostra AX
(continuação)



Anexo 4 - Inspeção Visual à 14ª
semana - Amostra BX



Anexo 5 - Inspeção Visual à 14ª semana - Amostra BX
(continuação)



Anexo 6 - Inspeção Visual à 14ª semana - Amostra BX
Bolor



Anexo 7 - Inspeção Visual à 14ª
semana - Amostra CX



Anexo 8 - Inspeção Visual à 14ª semana - Amostra CX
(Continuação)



Anexo 9 - Inspeção Visual à 14ª
semana - Amostra DX



Anexo 10 - Inspeção Visual à 14ª semana - Amostra DX
(continuação)



Anexo 11 - Inspeção Visual à 14ª semana - Amostra AY



Anexo 12 - Inspeção Visual à 14ª semana - Amostra AY (continuação)



Anexo 13 - Inspeção Visual à 14ª semana - Amostra BY



Anexo 14 - Inspeção Visual à 14ª semana - Amostra BY (continuação)



Anexo 15 - Inspeção Visual à 14ª semana - Amostra BY Bolor



Anexo 16 - Inspeção Visual à 14ª semana - Amostra CY



Anexo 17 - Inspeção Visual à 14ª semana - Amostra CY (continuação)



Anexo 18 - Inspeção Visual à 14ª semana - Amostra CY Bolor



Anexo 19 - Inspeção Visual à 14ª semana - Amostra DY



Anexo 20 - Inspeção Visual à 14ª semana - Amostra DY (continuação)



Anexo 21 - Inspeção Visual à 14ª semana - Amostra DY Bolor



Anexo 22 - Inspeção Visual à 17ª semana - Amostra AX



Anexo 23 - Inspeção Visual à 17ª semana - Amostra BX



Anexo 24 - Inspeção Visual à 17ª semana - Amostra BX Bolor



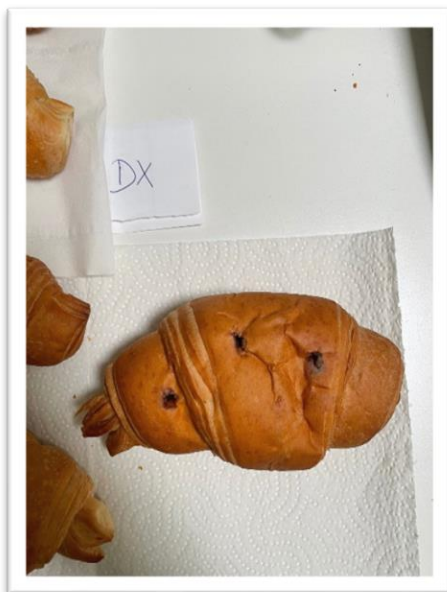
Anexo 25 - Inspeção Visual à 17ª semana - Amostra CX



Anexo 26 - Inspeção Visual à 17ª semana - Amostra CX Bolor



Anexo 27 - Inspeção Visual à 17ª semana - Amostra DX



Anexo 28 - Inspeção Visual à 17ª semana - Amostra DX Bolor



Anexo 29 - Inspeção Visual à 17ª semana - Amostra AY



Anexo 30 - Anexo 61 - Inspeção Visual à 17ª semana - Amostra BY



Anexo 31 - Inspeção Visual à 17ª semana - Amostra CY



Anexo 32 - Inspeção Visual à 17ª semana - Amostra CY
bolor



Anexo 33 - Inspeção Visual à 17ª semana - Amostra DY
bolor



Anexo 34 - Inspeção Visual à 17ª semana - Amostra DY
bolor