



Universidade de Aveiro Departamento de Química
Ano 2012

**ANA CATARINA
DE ALBUQUERQUE
BERNARDO**

**PLANO DE HACCP DO CROISSANT
TRADICIONAL SALGADO**



Universidade de Aveiro Departamento de Química
Ano 2012

**ANA CATARINA
DE ALBUQUERQUE
BERNARDO**

**PLANO DE HACCP DO CROISSANT
TRADICIONAL SALGADO**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Bioquímica, especialização em Bioquímica Alimentar, realizada sob a orientação científica do Doutor Manuel António Coimbra Rodrigues da Silva, Professor associado com agregação do Departamento de Química da Universidade de Aveiro e coorientação da Mestre Patrícia Cláudia Cardoso Teixeira Freitas da Naia Barros, Técnica superiora da Associação de Produtores de Ovos Moles de Aveiro.

Dedico este trabalho a todos aqueles que de alguma forma estiveram sempre presentes e me apoiaram quando mais precisava...

o júri

Presidente

**Prof.^a Doutora Maria do Rosário Gonçalves dos Reis
Marques Domingues**
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof.^a Doutora Ivonne Delgadillo Giraldo
professora associada com agregação da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutor Manuel António Coimbra Rodrigues da
Silva**
professor associado com agregação da Universidade de Aveiro

**Mestre Patrícia Cláudia Cardoso Teixeira Freitas da Naia
Barros**
técnica superiora da Associação de Produtores de Ovos Moles de
Aveiro

Agradecimentos

Agradeço ao Prof. Doutor Manuel António Coimbra e à Mestre Patrícia Cláudia C. T. Freitas da Naia Barros por toda a atenção, incentivo e ajuda prestados.

Agradeço também ao Dr. José Francisco Silva pela compreensão demonstrada e pelo facto de possibilitar a realização desta dissertação.

Ainda a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a concretização deste trabalho o meu Muito Obrigada.

Palavras-chave

Croissant tradicional salgado, segurança alimentar, Plano de HACCP.

Resumo

O presente trabalho aborda a concepção de um plano baseado no sistema Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) para implementação na produção do croissant tradicional salgado, realizado em ambiente empresarial na Pastelaria Central Lda (Pastelaria Latina). Em primeiro lugar é efetuada uma revisão bibliográfica referente às matérias-primas utilizadas na produção dos produtos de panificação, em que se inclui o croissant. É abordada também a aplicação da metodologia do sistema HACCP, descrevendo-se esta metodologia através da implementação dos pré-requisitos e dos sete princípios que permitem analisar os potenciais perigos que podem ocorrer ao longo da cadeia alimentar, identificar os passos de produção em que realmente esses perigos constituem um risco alimentar (determinação dos PCCs) e estabelecer um controlo eficaz desses PCCs.

O croissant tradicional salgado, tal como outros produtos de panificação, pode apresentar problemas de segurança alimentar, identificados em três categorias de perigos: biológicos, químicos ou físicos. Para além destes, podem ocorrer defeitos de produção, nomeadamente alterações a nível de cor, sabor ou aparência, que podem levar também à rejeição do produto. Neste trabalho identificou-se a etapa de cozedura como um PCC no processo de fabrico do croissant tradicional salgado. Para prevenção da ocorrência de defeitos de produção, para a obtenção de um croissant com as características desejadas: miolo leve e fofo e crosta de cor marron e estaladiça, é fundamental controlar o binómio temperatura/tempo dos passos de levedação (23 °C, 2h45 a 3h00) e cozedura (200 °C, 1 h).

Keywords

Salty croissant, food safety, HACCP Plan.

Abstract

The present work proposes a plan based on the Hazard Analysis and Critical Control Points system (HACCP) to implement on the production of baked salty croissant. A bibliographic review of the state of the art concerning the raw materials used for baked products, which included the croissant is performed. Also, the implementation of the HACCP methodology is described. This includes the implementation of the prerequisites and the seven principles which allow to analyze 1) the potential hazards that may occur along the food chain, 2) the identification of the production steps where these hazards constitute a real risk (determination of CCPs), and 3) the establishment of an effective monitoring of these CCPs.

The salty croissant, such as other baked products, can present food safety problems, identified in three hazard categories: microbiological, chemical, or physical. Beyond these, production defects, namely, changes in color, flavor or appearance, may also cause a rejection of the product.

In this work, the cooking phase was identified as a CCP for the production of the salty croissant. To prevent the occurrence of production defects, in order to obtain a croissant with the desired characteristics: soft and fluffy crumb and a brown and crisp crust, a tight control of the temperature/time of fermentation (23 °C, 2h45 a 3h00) and cooking steps (200 °C, 1 h) is required.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	xix
LISTA DE FIGURAS	xxi
ABREVIATURAS	xxiii
GLOSSÁRIO.....	xxv
I. INTRODUÇÃO	1
I.1. Âmbito e objetivos	1
I.2. Estrutura	2
II. REVISÃO DA LITERATURA	3
II.1. Características dos produtos de panificação	3
II.2. Ingredientes dos produtos de panificação	3
II.2.1. Farinha de trigo e os seus componentes	4
II.2.1.1. Amido	6
II.2.1.1.1. Propriedades do amido	10
II.2.1.2. Proteínas	13
II.2.1.2.1. Importância na panificação.....	14
II.2.1.3. Outros componentes da farinha	17
II.2.1.3.1. Água	17
II.2.1.3.2. Lípidos.....	17
II.2.1.3.3. Minerais e vitaminas.....	18
II.2.1.3.4. Arabinoxilanas.....	18
II.2.2. Água	19
II.2.3. Sal.....	19
II.2.4. Fermento de padeiro	20
II.2.5. Manteiga e óleos.....	21
II.2.6. Açúcar.....	22

II.2.7. Leite e ovo	23
II.2.8. Aditivos	24
II.2.8.1. Emulsificantes	24
II.2.8.2. Agentes oxidantes.....	25
II.2.8.3. Enzimas	26
II.3.Possíveis contaminantes dos ingredientes dos produtos de panificação	28
II.3.1. Micotoxinas	29
II.3.2. Bactérias	34
II.4. O sistema HACCP.....	39
III. METODOLOGIA HACCP – Elaboração de um plano de HACCP para o croissant tradicional salgado.....	49
III.1. Pré-requisitos do HACCP	49
III.1.1. Instalações, Equipamentos e Viaturas de transporte	49
III.1.2. Plano de Higienização.....	50
III.1.3. Controlo de pragas	50
III.1.4. Controlo analítico (água, alimentos, superfícies e mãos de manipuladores) .	51
III.1.5. Gestão de resíduos.....	51
III.1.6. Controlo de fornecedores e receção de matéria-prima e embalagens	51
III.1.7. Plano de Saúde e Higiene Pessoal.....	52
III.1.8. Formação.....	53
III.1.9. Controlo de temperaturas	53
III.1.10. Manutenção e Calibração de instrumentos de medida.....	53
III.1.11. Rastreabilidade.....	53
III.1.12. Gestão de reclamações	54
III.2. Plano de HACCP	55
III.2.1. Etapa 1 - Formação da Equipa de HACCP	55
III.2.2. Etapas 2 e 3 - Descrição do produto e Identificação/determinação do uso pretendido do produto	55

III.2.3. Etapa 4 - Elaboração do Fluxograma	57
II.2.3.1. Descrição do fluxograma.....	58
III.2.4. Etapa 5 - Verificação do fluxograma <i>in loco</i>	66
III.2.5. Etapa 6 - Identificação dos perigos associados a cada passo (Princípio 1)....	66
III.2.6. Etapa 7 - Aplicação da Árvore de Decisão para determinação dos PCCs (Princípio 2)	83
III.2.7. Etapas 8, 9 e 10 - Estabelecimento dos Limites Críticos para cada PCC (Princípio 3), Estabelecimento de Procedimentos de Monitorização para cada PCC (Princípio 4) e Estabelecimento das Ações Corretivas (Princípio 5).....	92
III.2.8. Etapa 11 - Estabelecimento de procedimentos para verificação do sistema de HACCP (Princípio 6)	93
III.2.9. Etapa 12 - Estabelecimento de documentação e manutenção de registos (Princípio 7)	94
III.3. Correção de erros de panificação	95
IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
IV.1. Conclusões.....	103
IV.2. Propostas para trabalhos futuros.....	103
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
ANEXO 1	113
ANEXO 2	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Limites máximos de algumas micotoxinas presentes no géneros alimentícios (adaptado do Regulamento (CE) nº1881/2006, de 19 de dezembro).	33
Tabela 2. Bactérias implicadas em doenças de origem animal e alimentos mais frequentemente associados (adaptado de Veiga <i>et al.</i> , 2009).	34
Tabela 3. Exemplos dos tipos de perigos, alimentos aos quais geralmente estão associados e potenciais doenças (adaptado de ASAE, 2012).	43
Tabela 4. Classificação dos MOs de acordo com o seu risco e difusão segundo o <i>National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods</i> (adaptado de Veiga <i>et al.</i> , 2009).	44
Tabela 5. Descrição e determinação do uso pretendido do produto	56
Tabela 6. Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas.	67-82
Tabela 7. Aplicação da Árvore de Decisão para a determinação dos PCCs.	84-91
Tabela 8. Estabelecimento dos Limites Críticos e dos Procedimentos de Monitorização para cada PCC e das ações corretivas.	92
Tabela 9. Croissants sujeitos a diferentes tempos de levedação.	97
Tabela 10. Croissants sujeitos a diferentes tempos de cozedura	98

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Corte longitudinal de um grão de trigo (adaptado de Scheuer <i>et al.</i> , 2011).	5
Figura 2. A) Estrutura da amilose; B) Estrutura da amilopectina (Denardin e Silva, 2009). 7	
Figura 3. A) Classificação das cadeias da amilopectina em tipo A, B e C (Denardin e Silva, 2009); B) Estrutura da amilopectina formando as regiões amorfas e cristalinas no grânulo de amido (Denardin e Silva, 2009).	9
Figura 4. Representação esquemática das transformações do amido ao longo do processo de panificação (Delcour <i>et al.</i> , 2010).	12
Figura 5. Uma folha de glúten esticada para demonstrar as suas propriedades coesivas (Shewry <i>et al.</i> , 2002).	15
Figura 6. Influência do sal na multiplicação de levedura (Luchian e Canja, 2010).	20
Figura 7. Algumas micotoxinas que podem estar presentes nos alimentos (Murphy <i>et al.</i> , 2006).	32
Figura 8. Esquematização do Regulamento 852/2004, de 29 de abril.	39
Figura 9. Descrição dos sete princípios do HACCP.	40
Figura 10. Árvore de decisão utilizada para determinar quando uma etapa, ponto ou procedimento particular no processo ou preparação de alimentos, deve ser considerada PCC (Bolton e Maunsell, 2004).	45
Figura 11. Fluxograma.	57
Figura 12. “Método francês” para obtenção das várias camadas do croissant	62
Figura 13. Dobragem da massa	62
Figura 14. Croissant após divisão e moldagem.	63
Figura 15. A) Croissant em fase final de levedação; B) Croissant excessivamente levedado (união das camadas).	64
Figura 16. Croissant pincelado com ovo batido.	64
Figura 17. Croissant após cozedura.	65
Figura 18. Diferenciação de perigos não significativos e significativos e decisão sobre respetivo controlo, através de pré-requisitos ou do Plano de HACCP (Bolton e Maunsell, 2004).	83
Figura 19. Croissants com diferente número de voltas	96
Figura 20. Croissants sujeitos a 1h40 de levedação e a uma cozedura de 200 °C durante 1 h; A) Croissants inteiros; B) Croissant cortado mostrando o miolo.	99

Figura 21. Croissant sujeito a 2h45 de levedação e a uma cozedura de 200 °C durante 1 h 100

Figura 22. Imagem demonstrativa de um miolo fofo e leve, característico de um croissant bem folhado 100

Figura 23. A) Croissant com estrias; B) Croissant com superfície lisa 101

ABREVIATURAS

- AM – amilose
- AP – amilopectina
- HMW-GS - High Molecular Weight – Glutenins (Gluteninas de alta massa molar)
- LMW-GS - Low Molecular Weight – Glutenins (Gluteninas de baixa massa molar)
- AX - arabinosilana
- DTA – Doença Transmitida por Alimentos
- AF - aflotoxina
- DON – desoxinivalenol
- OTA – ocratoxina A
- MO – microorganismo
- ASAE – Autoridade de Segurança Alimentar e Económica
- HACCP – Hazard Analysis and Critical Control Points (Análise de Perigos e Controlo de Pontos Críticos)
- PCC – Ponto Crítico de Controlo
- a_w – atividade de água
- MP – material-prima
- SHST – Saúde, Higiene e Segurança no Trabalho

GLOSSÁRIO

Ação Corretiva

Qualquer ação tomada quando os resultados das monitorizações num PCC indicam uma perda de controlo ou uma tendência para a perda de controlo.

Análise de Perigos e Pontos de Controlo Críticos (HACCP)

Sistema que identifica, avalia e controla perigos que sejam significativos para a segurança alimentar.

Árvore de Decisão

Sequência de questões que permitem determinar se um ponto de controlo é ponto crítico.

Contaminação Cruzada

Transferência direta ou indireta de contaminantes biológicos, químicos ou físicos de alimentos crus ou de outras fontes para outros alimentos, tornando estes não seguros para consumo humano.

Controlar

Adotar todas as medidas necessárias para assegurar e manter o cumprimento dos critérios estabelecidos no plano de HACCP.

Critério

Requisito no qual se baseia uma decisão.

Fluxograma

Representação esquemática da sequência das etapas ou operações usadas na produção de um determinado produto.

Limite Crítico

Critério ou valor que separa o aceitável do inaceitável.

Medidas Preventivas

Atividades que reduzem ou eliminam a ocorrência de perigos a um nível aceitável.

Perigo

Agente biológico, químico ou físico com capacidade de causar efeitos adversos na saúde.

Plano HACCP

Documento elaborado de acordo com os princípios do HACCP, para assegurar o controlo dos perigos que são significativos para a segurança alimentar, no segmento da cadeia alimentar considerado.

Ponto de Controlo (PC)

Qualquer ponto, procedimento, operação ou etapa no qual o controlo pode ser exercido ou aplicado.

Ponto de Controlo Crítico (PCC)

Ponto, procedimento, operação ou etapa no qual o controlo deve ser aplicado sendo essencial para prevenir, eliminar ou reduzir a níveis aceitáveis, um perigo para a segurança alimentar.

Probabilidade

Possibilidade de um perigo ocorrer. A probabilidade pode ser:

Alta: quando é frequente;

Média: quando pode acontecer;

Baixa: quando é improvável que aconteça.

Risco

Consequência de um dado perigo ocorrer, medido em função da probabilidade e da severidade da ocorrência.

Segurança Alimentar

Garantia que os alimentos não causarão danos ao consumidor na sua preparação e/ou consumo de acordo com o uso a que se destinam.

Severidade

Seriedade ou impacto de um perigo na saúde do consumidor. A severidade pode ser:

Alta: perigo que conduz a um produto não seguro;

Média: perigo que pode resultar num produto não seguro;

Baixa: o que não resulta num produto não seguro.

Sistema de Monitorização

Conjunto de observações ou medições dos parâmetros de controlo para avaliar se um ponto crítico de controlo está dentro dos valores aceitáveis.

Validação

Obtenção de evidências que demonstrem a eficácia dos elementos do plano HACCP.

Verificação

Métodos, procedimentos ou testes, adicionais aos utilizados na monitorização, que permitem determinar a eficácia do sistema e se este está de acordo com o plano.

I. INTRODUÇÃO

I.1. Âmbito e Objetivos

Os perigos alimentares têm sido apontados, ao longo dos tempos, como um problema para a saúde do Homem. Apesar do enorme esforço, por parte de uma série de entidades de todo o Mundo em melhorar a segurança da cadeia alimentar, a ocorrência de doenças com origem em alimentos, em especial as que são ocasionadas por microrganismos patogénicos continua a ser um problema de saúde pública, não só nos países em desenvolvimento como nos países desenvolvidos. O sistema HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) surge assim como uma ferramenta fundamental para a análise e prevenção de perigos ligados à cadeia produtiva de alimentos (possibilitando a determinação dos potenciais perigos ao longo da produção do alimento e o estabelecimento dos PCCs e respetivas medidas corretivas; processos fundamentais para prevenir a produção de alimentos inseguros). O Regulamento (CE) nº 852/2004, obriga desde 2006, à implementação do sistema HACCP. Dos vários sectores alimentares, a panificação é a área na qual existem menos Planos de HACCP editados.

Com este trabalho pretende-se aplicar o sistema de segurança alimentar para um produto de panificação – croissant tradicional salgado e propor o respetivo plano de HACCP de forma a:

- analisar quais os potenciais perigos que podem ocorrer ao longo da cadeia produtiva do croissant tradicional, desde a receção de matérias-primas/ingredientes até à venda do produto final;
- identificar quais as etapas de produção em que realmente esses perigos constituem um risco alimentar (determinação dos PCCs).
- estabelecer um controlo eficaz desses PCCs, através do estabelecimento de limites críticos, da monitorização dos PCCs e do estabelecimento de medidas corretivas e dos procedimentos de verificação.

É ainda objetivo deste trabalho diminuir os defeitos de produção, nomeadamente alterações de aparência, cor e sabor, através do controlo eficaz das etapas de levedação e cozedura do fluxograma de produção.

I.2. Estrutura

A estrutura desta dissertação inclui quatro capítulos. Seguidamente, refere-se o conteúdo global de cada uma deles. No capítulo I - Introdução apresenta-se o âmbito e objetivos deste trabalho e a estrutura do mesmo. O capítulo II – Revisão da Literatura aborda os conhecimentos teóricos relativos aos ingredientes de panificação e seus possíveis contaminantes e descreve a metodologia HACCP. No capítulo III – Metodologia HACCP é elaborado o Plano de HACCP do croissant tradicional, onde são analisados os potenciais perigos (PC) que podem ocorrer ao longo do processo, identificados os passos de produção em que realmente esses perigos constituem um risco alimentar e estabelecido um controlo eficaz dos PCCs. Por fim, no capítulo IV – Considerações finais são retiradas as principais conclusões deste trabalho e indicadas algumas propostas para trabalhos futuros.

II. REVISÃO DA LITERATURA

II. 1. Características dos produtos de panificação

De acordo com a Portaria nº 425/98 de 25 de julho, pode ser usado para a elaboração dos produtos de panificação “ qualquer um dos tipos de farinha definidos por lei, estremes ou em mistura, água potável, sal, fermento ou levedura, podendo também ser utilizados farinha de glúten, extrato de malte, farinha de malte, açúcares e aditivos nas condições legalmente estabelecidas”. Podendo ainda ser usados ingredientes como:

- Leite inteiro, desnatado ou magro, pasteurizado, ultrapasteurizado, esterilizado, concentrado, condensado ou em pó, leiteiro e soro de leite;
- Manteiga;
- Gorduras e óleos comestíveis, margarinas e *shortenings*;
- Ovos, em natureza ou desidratados;
- Preparados e enchidos de carne;
- Gérmen de trigo;
- Sêmea e sêmola de trigo, de centeio ou de milho;
- Flocos de cereais;
- Sementes comestíveis, em natureza;
- Farinha de leguminosas ou mandioca;
- Fruta, em natureza, seca ou cristalizada, escorrida ou em calda;
- Alho, cebola ou tomate;
- Especiarias, em natureza;
- Mel.

II.2. Ingredientes dos produtos de panificação

No ramo de panificação usam-se como ingredientes base a farinha, principalmente a farinha de trigo, a água, o sal e o fermento. No entanto a panificação engloba muitos outros produtos para além do pão que incluem na sua receita outros ingredientes como o leite, o ovo, a manteiga, a margarina ou o óleo e os melhorantes.

II.2.1. Farinha de trigo e os seus componentes

A palavra trigo provém do vocábulo latino *triticum* que significa quebrado, triturado. O trigo, pertencente à família *Poaceae*, subfamília *Pooideae* e ao género *Triticum*, é classificado em diferentes espécies, conforme o número de cromossomas: *Triticum monococcum* com 14 cromossomas, *Triticum durum* com 28 cromossomas e *Triticum aestivum* com 42 cromossomas, este último, conhecido como o trigo comum (Scheuer *et al.*, 2011).

A aptidão dos trigos para diferentes usos industriais pode ser determinada por várias características do grão e da farinha, as quais dependem tanto do genótipo como das condições ambientais de produção (Yonemoto *et al.*, 2007; Scheuer *et al.*, 2011).

As cultivares de trigo mais comumente plantadas podem ser separadas em duas classes distintas de dureza: trigo duro e trigo mole. Os termos “duro” e “mole”, quando aplicados aos cereais, estão relacionados com a textura da semente. Os trigos duros requerem maior força para se desintegrarem e apresentam maior tamanho de partículas quando comparados com os trigos moles. No entanto as várias classes de trigo também diferem entre si pela composição em proteína e absorção de água o que influencia o seu destino final. O trigo mole proporciona farinha muito fina, de coloração branca, formada por fragmentos irregulares das células do endosperma e partículas planas que se aderem umas às outras com mais coesividade do que as de trigo duro. O trigo mole possui baixo conteúdo proteico e, por isso, resulta numa massa de glúten fraca com baixa absorção de água. Os trigos moles são usados na fabricação de bolos, “crackers” e biscoitos. O trigo duro produz farinha com maior granulometria e de aspeto arenoso composta por partículas de forma regular. Este tipo de trigo é indicado para a produção de pães e produtos fermentados, pois origina farinhas que se destacam pelo seu elevado conteúdo de proteína e qualidade de glúten desejável. O trigo *durum*, por sua vez, é caracterizado por apresentar alto grau de vitreosidade, endosperma com dureza relativamente alta e cor âmbar e é utilizado para fabricar sêmolas e semolinas usadas na produção de macarrão, esparguete e outras massas, por causa da coloração única (pigmentos amarelos), sabor, aroma e qualidade de cozedura. Para além do trigo comum e do trigo *durum*, também o trigo clube (*T. compactum*) é de grande importância comercial. O trigo *T. compactum* tem características brandas, possuindo, geralmente, baixo teor de glúten, sendo por isso usado

no fabrico de biscoitos (*cookies* e *crackers*), bolos e tortas (Caldeira *et al.*, 2003; Yonemoto *et al.*, 2007; Scheuer *et al.*, 2011).

O trigo é de todos os cereais o mais utilizado para a produção de produtos de panificação não só pelo seu paladar agradável, mas sobretudo devido às propriedades únicas (propriedades reológicas) que residem principalmente nas proteínas de glúten do seu endosperma (Gianibelli *et al.*, 2001).

Estruturalmente, o grão de trigo é um cariopse, ou seja, possui semente única com 6 a 8 milímetros de comprimento e 3 a 4 milímetros de largura, em que o gérmen e os tricomas se encontram em extremidades opostas. A presença de um sulco ao longo de praticamente toda a extensão longitudinal da parte ventral (lado oposto ao gérmen) dificulta a extração da farinha. O grão de trigo (Figura 1) é constituído, basicamente, por três partes: pericarpo (7,8 a 8,6%), endosperma (87 a 89%) e gérmen (2,8 a 3,5%).

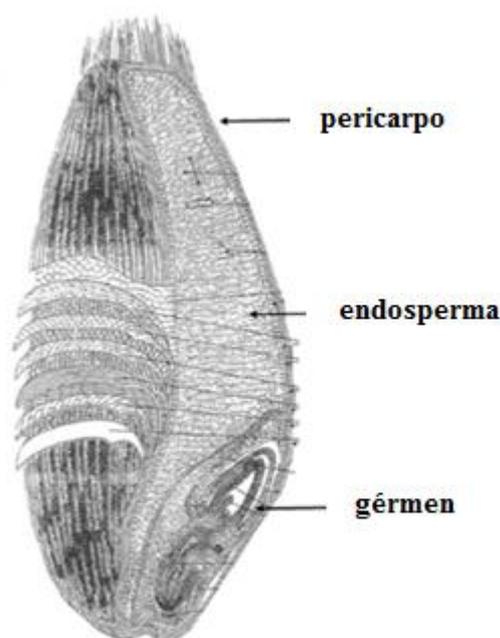


Figura 1. Corte longitudinal de um grão de trigo (adaptado de Scheuer *et al.*, 2011).

O pericarpo, também conhecido como casca ou farelo, é rico em fibras e sais minerais e constitui a camada mais externa e protetora do grão. O endosperma consiste numa matriz proteica, no qual está inserido grande número de grânulos de amido, ou seja, o endosperma constitui a farinha de trigo branca propriamente dita. O gérmen, a parte

embrionária da planta, é onde se encontra grande parte dos lípidos e dos compostos fundamentais à germinação do grão (Dupont *et al.*, 2003; Scheuer *et al.*, 2011).

A farinha de trigo branca resulta do processo de moagem, precedido da separação do farelo e do gérmen do endosperma. A farinha de trigo é o principal produto do trigo e é obtida da espécie *Triticum aestivum* ou de outras espécies do género *Triticum* conhecidas, exceto *T. durum* (Caldeira *et al.*, 2003).

De uma forma geral, a farinha de trigo é composta sobretudo por amido (70 a 75%), água (12 a 14%), proteínas (8 a 16%) e outros constituintes menores, como polissacarídeos não amiláceos (2 a 3%), lípidos (2%) e cinzas (1%); pelo que as quantidades e as diferentes características das composições a partir de diversas cultivares influenciarão a qualidade da farinha de trigo. (Scheuer *et al.*, 2011).

II.2.1.1. Amido

O amido é um hidrato de carbono de reserva de origem vegetal dos mais abundantes da natureza, que se encontra naturalmente sob a forma de grãos minúsculos (partículas de 2 a 100 μm) em raízes, sementes e caules de numerosos tipos de plantas como milho, trigo, arroz, cevada e batatas (Toneli *et al.*, 2005; Yonemoto *et al.*, 2007).

Os vários tipos de amido existentes diferem entre si na fonte da qual foram extraídos e/ou pela forma de obtenção. As diferenças entre os diversos tipos de amido podem ser encontradas na morfologia granular, no peso molecular, na composição (grau de ramificação das macromoléculas) e nas propriedades físico-químicas (Toneli *et al.*, 2005).

O amido é o principal responsável pelas propriedades tecnológicas que caracterizam a maioria dos produtos processados, dado que contribui para propriedades como: volume, humidade, consistência, textura dos alimentos, possuindo aplicações industriais como espessante, estabilizador de coloides e agente gelificante (Denardin e Silva, 2009). Este polissacarídeo é constituído, basicamente, por resíduos de glucose: a amilose (AM) e a amilopectina (AP). O amido de trigo comum está presente em cerca de 25% na forma de AM. Por sua vez, a AP está presente na maioria dos amidos, de 60 a 90%. Os polímeros de AM e AP (Figura 2) são ambos constituídos por resíduos de D-glucopiranosose com ligações glicosídicas α -1,4, no entanto, a AP possui nos pontos de ramificação ligações glicosídicas α -1,6 (Ball *et al.*, 1998; Rahman *et al.*, 2000; Roder *et al.*, 2005; Delcour *et al.*, 2010).

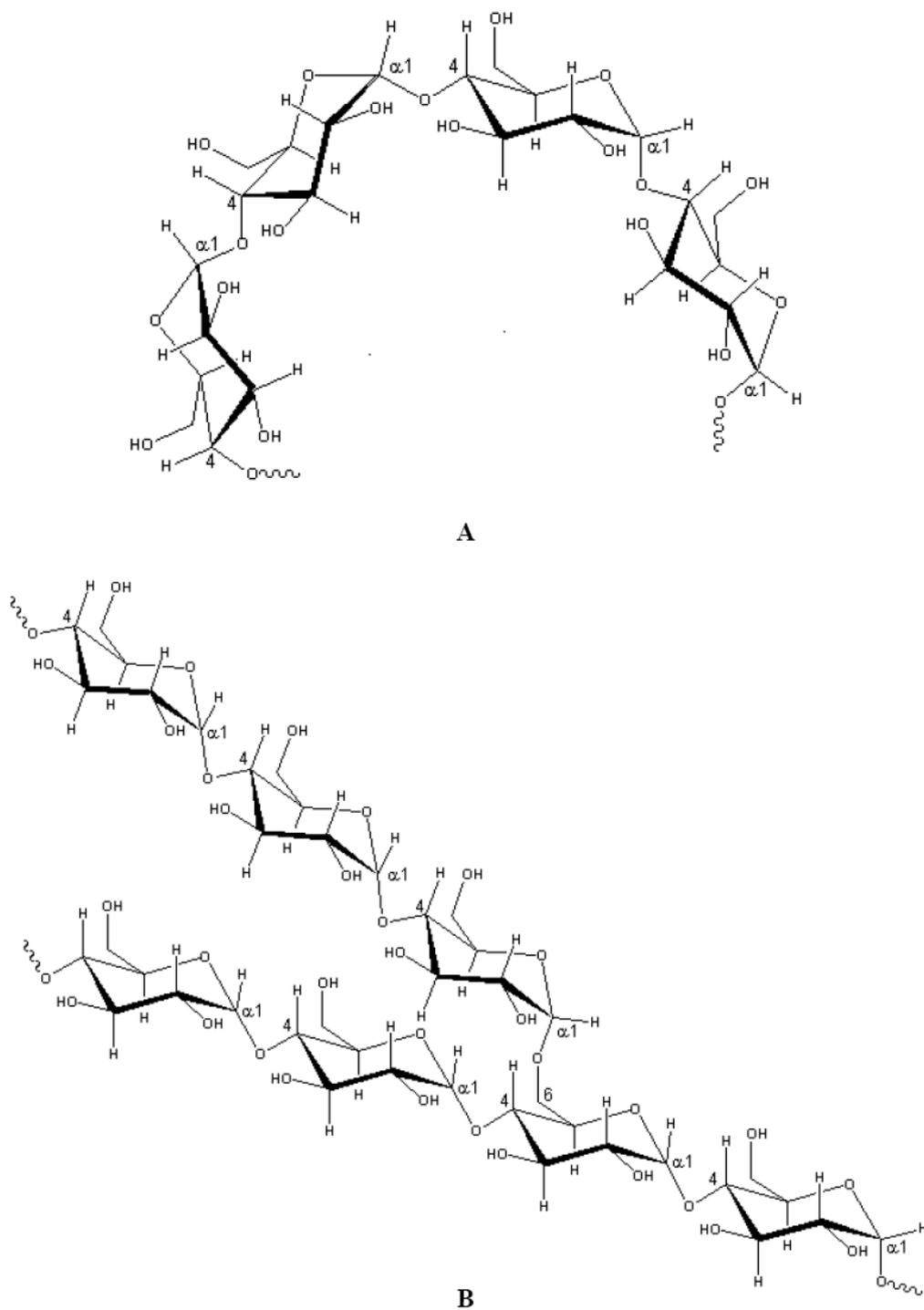


Figura 2. A) Estrutura da amilose; B) Estrutura da amilopectina (Denardin e Silva, 2009).

A AP tem uma massa molecular superior a AM, sendo um dos maiores polímeros encontrados na natureza (Ball *et al.*, 1998; Delcour *et al.*, 2010). A AM pode estar presente no amido sob a forma de complexos amilose-lipídios ou sob a forma de AM livre. Os complexos de amilose-lipídios, embora detetados no amido nativo, são formados, possivelmente, em maior extensão durante o tratamento hidrotérmico ou gelatinização (este processo consiste no inchamento irreversível dos grânulos de amido quando aquecidos em água e será abordado pormenorizadamente mais adiante nas “Propriedades do amido”). Muitas das propriedades da AM são explicadas pela sua capacidade em gerar diferentes estruturas moleculares. Em soluções aquosas neutras, a estrutura de espiral pode interagir com o iodo, produzindo complexo de inclusão helicoidal com aproximadamente seis moléculas de AM, no qual o iodo se encontra na cavidade central da hélice. As mudanças moleculares também tornam possível a formação de complexos com moléculas de lipídios nas regiões superficiais do grânulo, o que inibe a degradação enzimática do amido.

A AP é degradada pela ação da β -amilase nas ligações α -(1,4), produzindo dextrinas β -limite (cadeias residuais que contêm os pontos de ramificação). Posteriormente, por ação das enzimas pululanase e isoamilase que atuam nas ligações α -(1,6), produz maltose e glucose. As cadeias de AP são classificadas em cadeias A, B e C (Figura 3) de acordo com a sua organização. A cadeia do tipo A é constituída por uma cadeia não-redutora de glucoses unidas por ligações α -(1,4) sem ramificações, sendo unida a uma do tipo B por meio de ligações α -(1,6). Por sua vez, as cadeias do tipo B são formadas por glucoses ligadas em α -(1,4) e α -(1,6), contendo uma ou várias cadeias do tipo A e podem possuir cadeias do tipo B unidas por meio de um grupo hidroxilo primário. A cadeia do tipo C é formada por ligações α -(1,4) e α -(1,6) e é a única numa molécula de AP composta por um grupo terminal redutor. Cada um destes tipos de cadeias pode ser, especificamente, classificado de acordo com o seu comprimento (CL) e, conseqüentemente, a sua disposição dentro dos grânulos. A AP tem uma distribuição polimodal com cadeias dos tipos A (CL 12-16) e B (cadeias B1 (CL 20-24), B2 (CL 42-48), B3 (CL 69-75) e B4 (CL 104-140)). As cadeias dos tipos A e B1 são mais externas e organizadas em duplas hélices, formando “cachos” simples, já as dos tipos B2, B3 e B4 estendem-se em dois, três ou mais de quatro cachos. As cadeias do tipo C são muito semelhantes entre as fontes botânicas, variando no tamanho de 10 a 130 unidades de glucose (a maioria tendo por volta de 40 unidades) (Denardin e Silva, 2009). A região cristalina é constituída pelas duplas hélices das cadeias paralelas dos tipos A e B da AP,

sendo mais compacta, enquanto a região amorfa, menos ordenada, contém os pontos de ramificação das cadeias laterais da AP e possivelmente alguma AM (Denardin e Silva, 2009). À semelhança da maioria dos amidos, o amido de trigo apresenta uma distribuição de tamanhos de grânulos bimodal, sendo constituído por dois tipos de grânulos: os grânulos do tipo A e os grânulos do tipo B. Os grânulos do tipo A, de forma biconvexa ou lenticular são maiores (diâmetro $>10\ \mu\text{m}$) do que os grânulos do tipo B de forma esférica (diâmetro $\leq 10\ \mu\text{m}$) (Chiotelli *et al.*, 2002; Yonemoto *et al.*, 2007; Denardin e Silva, 2009).

A AP é suficiente para formar sozinho o grânulo. Quanto à AM ainda não se sabe exatamente qual a sua localização dentro do grânulo, mas acredita-se que esteja localizada entre as cadeias da AP e aleatoriamente entremeadada entre as regiões amorfas e cristalinas (Figura 3). As moléculas de AM maiores estão presentes no centro do grânulo e, provavelmente, participam das duplas hélices com a AP, enquanto as moléculas menores encontram-se na periferia e podem ser lixiviadas para fora do grânulo. Apesar da AM ter um papel limitado na formação de cristais, pode influenciar a organização das duplas hélices, interferindo na densidade de empacotamento das cadeias de AP (Denardin e Silva, 2009).

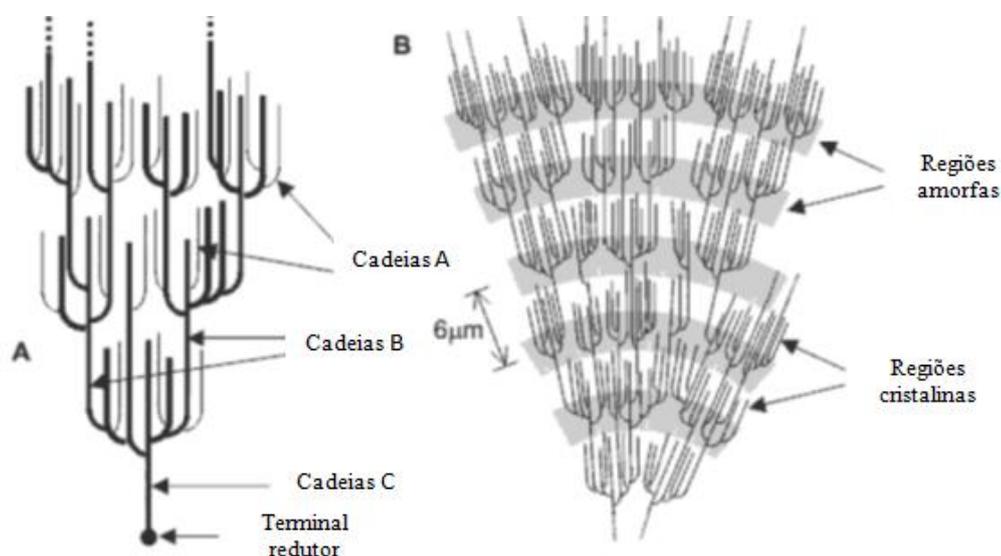


Figura 3. A) Classificação das cadeias da amilopectina em tipo A, B e C (Denardin e Silva, 2009); B) Estrutura da amilopectina formando as regiões amorfas e cristalinas no grânulo de amido (Denardin e Silva, 2009).

O amido encontra-se nas plantas sob a forma de grânulos. Os grânulos de amido encontram-se armazenados nas células do endosperma (amiloplastos) e podem ser classificados como simples ou compostos. Nos grânulos simples cada plastídio contém um só grânulo, como acontece em cereais como trigo, milho, cevada, centeio e sorgo, enquanto que os grânulos compostos (arroz e aveia) possuem esta designação pelo facto de cada amiloplasto possuir muitos grânulos (Denardin e Silva, 2009; Delcour *et al.*, 2010). A sua forma e tamanho variam de acordo com a origem botânica. O grânulo de amido é birrefringente em solução aquosa, quando visto microscopicamente sob luz polarizada. Essa propriedade de birrefringência deve-se ao alto grau de orientação molecular interna, não tendo qualquer relação com a forma cristalina em particular. Estruturalmente, o material do grânulo está presente na forma de anéis concêntricos, conhecidos como anéis de crescimento. Estas estruturas podem ser visíveis, sob microscópio ótico, em grânulos grandes (batata e trigo) e raramente são vistas em grânulos pequenos (cevada e arroz). Os anéis são organizados em regiões cristalinas e amorfas alternadas, pelo que o amido é frequentemente descrito como um polímero semicristalino ou parcialmente cristalino. É a fusão dos cristais e o rompimento dessa estrutura organizada que formam a base para a gelatinização (Roder *et al.*, 2005; Denardin e Silva, 2009; Delcour *et al.*, 2010).

II.2.1.1.1. Propriedades do amido

As propriedades funcionais e nutricionais do amido são devidas, em grande parte, ao estado físico do alimento, que muda durante a sua preparação. Os grânulos são insolúveis em água fria, requerendo um processo de cozedura para que a dispersão seja alcançada. Com o aquecimento o amido nativo transforma-se numa pasta e depois, com o arrefecimento e armazenamento, num gel (Scheuer *et al.*, 2011). Apesar do amido nativo ser isolado de forma relativamente fácil o seu uso em alimentos é limitado dado às suas propriedades físicas e químicas. A viscosidade do amido nativo cozido é, geralmente, muito elevada para que este possa ser utilizado em certas aplicações. Além disso, a maior parte dos amidos nativos, também, têm uma tendência a perder a sua viscosidade e poder espessante, durante a cozedura, particularmente, na presença de alimentos ácidos (Toneli *et al.*, 2005).

a) Gelatinização

Quando o amido entra em contacto com a água fria, os grânulos incham ligeiramente (10 a 20%) devido à difusão e absorção de água nas regiões amorfas. Este processo é reversível pela secagem. No entanto, quando os grânulos são aquecidos em água, incham irreversivelmente, fenómeno designado por gelatinização, em que ocorre perda da birrefringência, ou seja perda da organização estrutural e cristalinidade (fusão dos cristais). A gelatinização (Figura 4) tem início no *hilum* e expande-se rapidamente para a periferia, ocorrendo inicialmente nas regiões amorfas, devido à fragilidade das ligações de hidrogénio nessas áreas. À medida que os grânulos continuam a expandir-se, devido ao prolongamento da ação térmica, ocorre a lixiviação da AM da fase intergranular para a fase aquosa, resultando no aumento da viscosidade do sistema. Quando o amido é aquecido em excesso de água, ocorre rotura da estrutura cristalina e as moléculas de água formam pontes de hidrogénio entre a AM e a AP, expondo os seus grupos hidroxilo, o que conduz a um aumento no inchamento e na solubilidade do grânulo. O poder de inchamento e solubilidade varia de acordo com a fonte do amido, facilitando a interação entre as cadeias de amido dentro dos domínios amorfos e cristalinos. Após total solubilização do amido e com o arrefecimento do sistema, observa-se um aumento considerável na viscosidade da pasta formada, estágio que termina com a formação de um gel. A gelatinização geralmente ocorre numa ampla faixa de temperatura característica para cada fonte de amido. A gelatinização do amido do trigo ocorre em temperaturas entre 58 e 66 ° C. Há vários fatores que afetam essa temperatura de gelatinização, sendo o principal a presença de água. A água atua como agente plastificante nos cristais de amido, além de exercer efeito na condução de energia. As altas temperaturas de transição têm sido associadas a altos graus de cristalinidade, os quais fornecem a estabilidade estrutural e tornam os grânulos mais resistentes à gelatinização (Denardin e Silva, 2009; Delcour *et al.*, 2010; Rahman *et al.*, 2000; Scheuer *et al.*, 2011).

b) Retrogradação

A retrogradação (Figura 4) consiste na cristalização das cadeias de amido gelatinizado em que há um novo arranjo molecular formando-se uma estrutura mais ordenada, podendo ser desenvolvida nova forma cristalina. O nome “retrogradação” é dado porque o amido volta à sua condição de insolubilidade em água fria. Com o passar do tempo as ligações de hidrogénio tornam-se mais abundantes e as cadeias começam a

reassociar-se num estado mais ordenado, o que conduz à formação de um corpo gelatinoso e firme. A AM retrograda mais rapidamente que AP, uma vez que tem uma forte tendência de se reassociar por meio da formação de pontes de hidrogénio com outras moléculas de AM adjacentes, formando estruturas cristalinas de duplas hélices quando a solução arrefece. A presença de ácidos gordos livres ou lípidios favorece a formação de complexos de inclusão. A retrogradação é um fenómeno complexo e varia de acordo com uma série de fatores, nomeadamente: temperatura e tempo de armazenamento, pH, estrutura, presença de outros componentes (lípidios, eletrólitos e açúcares) e condições de processamento. O processo de retrogradação tem uma grande influência no envelhecimento de pães (alteração da textura) e produtos de panificação, bem como na perda de água (sinérese) de algumas sobremesas que utilizam o amido como espessante. O envelhecimento do sistema resulta numa forte interação das cadeias e promove a sinérese. A eliminação da água leva à formação de cristais. A repetição de ciclos congelamento-descongelamento acelera drasticamente a retrogradação e a sinérese (Denardin e Silva, 2009; Delcour *et al.*, 2010; Scheuer *et al.*, 2011).

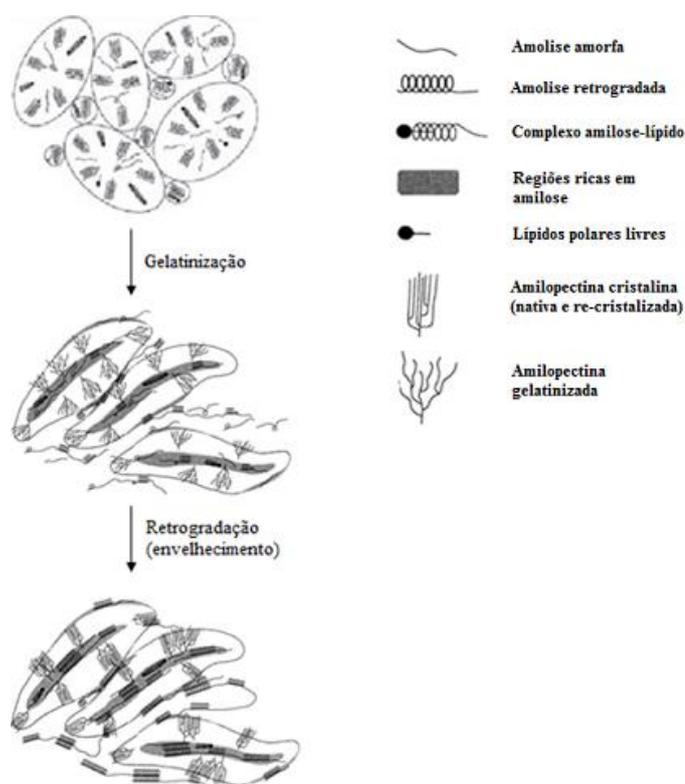


Figura 4. Representação esquemática das transformações do amido ao longo do processo de panificação (Delcour *et al.*, 2010).

II.2.1.2. Proteínas

As proteínas de acordo com a sua solubilidade classificam-se em quatro categorias: as albuminas - solúveis em água, as globulinas - solúveis em soluções salinas, as prolaminas - solúveis em soluções de álcoois e as gluteninas - solúveis em solução ácidas ou pela ação de agentes redutores (Shewry e Halford, 2001; Scheuer *et al.*, 2011).

As gliadinas e gluteninas são os nomes dados respetivamente às prolaminas e glutelinas do trigo (Pomeranz e Chung, 1987). As gluteninas e gliadinas compreendem 85% das proteínas do grão e são facilmente isoladas, pois são insolúveis em água.

O nome dado às prolaminas foi originalmente baseado na observação de que estas são geralmente ricas em prolina e outros aminoácidos específicos (Shewry e Halford, 2001). As proteínas de trigo ocorrem naturalmente como oligómeros de polipéptidos diferentes que contêm mais de 35% de resíduos de aminoácidos hidrofóbicos (isoleucina, leucina, triptofano, tirosina, valina, fenilalanina e prolina). A prolina existe numa percentagem de 6 a 12% nas proteínas de trigo. Geralmente, a massa molecular de uma proteína varia de milhares a milhões, sendo que as proteínas do trigo variam de cerca de 30000 a mais de 10 milhões de Daltons (Wieser, 2007; Sivam *et al.*, 2010).

As gliadinas, prolaminas de massa molar de 28 a 55 kDa são pobres em cisteína e são constituídas por cadeias polipeptídicas simples (monoméricas) apresentando apenas ligações intramoleculares. As gliadinas podem ser divididas em três grupos com base no conteúdo de enxofre e massa molares: as α – gliadinas, as γ - gliadinas e as ω – gliadinas. Relativamente à sua mobilidade eletroforética, as gliadinas podem ser classificadas em α , β , γ e ω . A diferença entre as duas primeiras é pequena, sendo designadas de α/β . As gliadinas α , β , γ têm estrutura compacta, são ricas em enxofre e não são estáveis ao tratamento térmico. As gliadinas ω podem ser subdivididas, de acordo com a sua composição de aminoácidos e sequência de N terminais, em dois formatos: $\omega 5$ e $\omega 1,2$. A fração das gliadinas ω não contém cisteína e, como tal, não está envolvida na troca de ligações dissulfeto, sendo por esta razão termoestável (Dupont *et al.*, 2003; Barbosa *et al.*, 2007; Wieser, 2007).

Já as gluteninas são um grupo heterogéneo de proteínas poliméricas formadas por subunidades estabilizadas por pontes dissulfeto, resultantes da ligação dos resíduos de cisteína (Shewry e Tatham, 1996; Caldeira *et al.*, 2003; Chen *et al.*, 2011). Após redução das pontes de dissulfeto, as subunidades de glutenina mostram solubilidade similar à das

gliadinas. Essas subunidades, com base na estrutura primária, foram divididas em dois grupos de acordo com as suas massas molares: subunidade de glutenina de alta massa molar, HMW-GS (MW = 67 a 88 kDa) e subunidades de glutenina de baixa massa molar, LMW-GS (MW = 32 a 35 kDa) (Dupont *et al.*, 2003; Wieser, 2007). As subunidades diferem em hidrofobicidade, sendo as LMW-GS as mais hidrofóbicas.

As subunidades de HMW-GS são um dos componentes minoritários das proteínas do endosperma de trigo, representado 5 a 10% de proteína total (Tatham *et al.*, 1985; Sivam *et al.*, 2010) e apresentam conteúdo elevado de prolina e glicina e baixo conteúdo de lisina. As subunidades LMW-GS representam 60% do total de gluteninas presente no endosperma do trigo, no entanto recebem menos atenção por parte dos investigadores que as HMW-GS, dada a similaridade de massas molares com as gliadinas o que dificulta a sua identificação (Gianibelli *et al.*, 2001). A composição de aminoácidos e a estrutura das LMW-GS são consideradas similares as γ – gliadinas.

II.2.1.2.1. Importância na panificação

As proteínas podem ainda ser classificadas como proteínas não formadoras de glúten (as albuminas e as globulinas) que representam 7 a 15% das proteínas totais do trigo e proteínas formadoras de glúten (gliadinas e gluteninas) que compreendem 80 a 90% das proteínas do grão (Sivam *et al.*, 2010). As proteínas do glúten formam um complexo de proteínas-lipídios-hidratos de carbono com a seguinte composição: proteína (75%); hidratos de carbono (15%); lipídios (6%) e minerais (0,8%) (Barbosa *et al.*, 2007). As gliadinas e gluteninas para além de serem proteínas formadoras de glúten são também funcionais. Não possuem atividade enzimática, mas quando combinadas possuem a propriedade de formar com água, associada à energia mecânica, uma rede tridimensional viscoelástica, o glúten. O glúten tem a capacidade de reter o dióxido de carbono libertado durante o processo de fermentação da massa pelas leveduras permitindo, assim, a sua expansão. Essa capacidade que o glúten tem de reter o gás formado durante a fermentação, confere uma estrutura mais leve aos produtos de panificação, sendo extremamente importante devido à sua capacidade de influenciar a qualidade do produto final (Junior e Saraiva, 2009; Sivam *et al.*, 2010).

Os principais aminoácidos responsáveis pelo desenvolvimento do glúten são a prolina (10%), a glicina (20%) e a glutamina (cerca de 35%) (Sivam *et al.*, 2010). Ainda é desconhecida a razão por que as proteínas do glúten interagem entre si para formar uma

massa forte. Entretanto, vários fatores podem estar relacionados com essa capacidade, tais como: proporção glutenina-gliadina, distribuição média da massa molar, presença de certos grupos de glutenina com alta massa molar e presença de certas subunidades de gliadina.

As proteínas formadoras de glúten desempenham um papel fundamental na determinação da qualidade da farinha de trigo, conferindo capacidade de absorção de água, coesividade (Figura 5), viscosidade e elasticidade na massa (Wieser, 2007; Schewer *et al.*, 2011). As gliadinas formam os componentes principais da fração de proteína do glúten (Shewry e Halford, 2001). As gliadinas são extremamente pegajosas quando hidratadas e a sua conformação (cadeias polipeptídicas simples com ligações intermoleculares) conferem uma baixa elasticidade, pelo que parecem ser as responsáveis pela coesividade da massa que formam. Estas proteínas têm uma atuação plastificante pelo que são geralmente correlacionadas às características de viscosidade (Sivam *et al.*, 2010) e extensibilidade do glúten (Caldeira *et al.*, 2003; Wieser, 2007). Por sua vez, as gluteninas proporcionam resistência à massa (Schewer *et al.*, 2011) e são fisicamente elásticas e flexíveis (Wieser, 2007; Sivam *et al.*, 2010). A elasticidade é uma propriedade característica do glúten de trigo próprio para a panificação (Caldeira *et al.*, 2003; Schewer *et al.*, 2011).



Figura 5. Uma folha de glúten esticada para demonstrar as suas propriedades coesivas (Shewry *et al.*, 2002).

As medidas reológicas são efetuadas após a hidratação da farinha para formar a massa e relacionam-se com as suas propriedades mecânicas de deformação (Junior e Saraiva, 2009). A alveografia é uma análise onde se usa o alveógrafo para registar curvas de extensão sob pressão de um volume de ar determinado, onde as massas são testadas até à rutura, simulando o comportamento da massa na fermentação, imitando em grande escala a formação de alvéolos originados na massa pelo CO₂ produzido pelos fermentos (Junior e Saraiva, 2009).

As características viscoelásticas duma massa podem ser avaliadas por diferentes parâmetros da análise de alveografia, tais como:

- Tenacidade (P): Traduz a resistência que uma massa oferece ao ser esticada;
- Extensibilidade/Elasticidade (L): Capacidade que oferece uma massa para esticar sem se romper;
- Relação (P/L): Equilíbrio do gráfico;
- Trabalho/Força (W): Característica que concretiza a força da farinha (10⁻⁴ J/g), ou seja energia requerida para que ocorra a deformação da massa até à sua rutura (Junior e Saraiva, 2009).

Para além da estrutura da proteína do glúten, as ligações que ocorrem no interior da proteína desempenham papéis fundamentais no desenvolvimento da massa e funcionalidade. As proteínas contêm ligações covalentes e não covalentes que contribuem para a formação de massa e estrutura, sendo que as ligações não covalentes incluem ligações de hidrogénio, interações hidrofóbicas, ligações iónicas e interações de Van der Waals (Sivam *et al.*, 2010). Dentro das ligações não covalentes, as ligações de hidrogénio são individualmente fracas, mas dão estabilidade à massa quando um grande número de ligações é estabelecido durante o seu desenvolvimento. Já as ligações hidrofóbicas e iónicas estão presentes em menor número, mas desempenham um papel importante nas interações entre os biopolímeros na massa de pão que, conseqüentemente, promovem a estabilidade da massa (Sivam *et al.*, 2010). As ligações covalentes (nomeadamente ligações dissulfeto) existem entre os aminoácidos pelo que, normalmente, permanecem inalteradas durante a panificação. Dos aminoácidos presentes no glúten, a cisteína, apesar de representar apenas 2% de proteína do glúten, pode influenciar significativamente a estrutura e funcionalidade do glúten (Wieser, 2007; Sivam *et al.*, 2010). A maioria das cisteínas estão presentes num estado oxidado e podem formar quer ligações dissulfeto (-SS-) intracadeias, dentro de uma proteína, quer ligações dissulfeto intercadeias entre

proteínas (Wieser, 2007; Sivam *et al.*, 2010). Quando as proteínas do glúten são aquecidas até 75 °C (ou seja durante o processo de cozedura), as pontes de sulfeto entre as proteínas de farinha podem formar fortes ligações cruzadas dentro e entre as cadeias polipeptídicas que estabilizam a ligação energética, como pontes de hidrogénio e interações hidrofóbicas (Sivam *et al.*, 2010). Ligações covalentes adicionais podem ser formadas durante a panificação: ligações tirosina-tirosina, ligações cruzadas entre as proteínas de glúten e ligações cruzadas de tirosina-ácido di-hidroferúlico entre proteínas do glúten e arabinoxilanas (Wieser, 2007; Sivam *et al.*, 2010). As arabinoxilanas são polissacarídeos não amiláceos presentes nos grãos de cereais, as quais serão retratadas no subcapítulo 2.1.1.3.4.).

II.2.1.3. Outros componentes da farinha

II.2.1.3.1. Água

O teor de água do grão representa um índice comercial significativo, pois influencia o seu peso específico, rendimento de moagem, conservação e características tecnológicas. Um exemplo disso é a influência que as condições climáticas exercem durante a colheita e a influência que as condições de humidade do ambiente exercem durante o armazenamento sobre a quantidade de água a ser adicionada na elaboração de determinado produto.

De forma a preservar as características dos grãos a atividade de água e a temperatura devem ser controladas, uma vez que podem contribuir para o crescimento de fungos e, conseqüentemente, na produção de micotoxinas (Scheuer *et al.*, 2011).

II.2.1.3.2. Lípidos

No trigo os lípidos estão presentes em pequena percentagem (1,5 a 2,0%). E localizam-se principalmente no gérmen, rico em vitamina E, que é retirado no início do processo da moagem do grão, previamente à moagem do endosperma (Rahman *et al.*, 2000; Scheuer *et al.*, 2011). Os lípidos do trigo podem ser divididos em dois grupos: os lípidos polares e os lípidos não polares. Os lípidos não polares são constituídos por triglicerídeos e têm origem no embrião e nos lipossomas do endosperma. Os lípidos polares são, maioritariamente, constituídos por fosfolípidos, tais como a lisofosfatidilcolina

e os glicolípidos. Apesar dos lípidos, particularmente os fosfolípidos, estarem presentes em pequenas quantidades no trigo, têm um efeito significativo na textura final dos produtos alimentares, uma vez que interagem primariamente com as proteínas de glúten do trigo (Mohamed *et al.*, 2009).

II.2.1.3.3. Minerais e vitaminas

De forma geral, os cereais contêm cerca de 1,5 a 2,5% de minerais, sendo que o mineral em concentração mais alta (16 a 22% do total do conteúdo de cinzas) é o fósforo. O trigo também é fonte importante de selênio, um micronutriente essencial aos humanos, com efeito anticancerígeno, antiviral e antioxidante (Scheuer *et al.*, 2011).

II.2.1.3.4. Arabinoxilanas

A arabinoxilana (AX) é um polissacarídeo não amiláceo presente nos grãos de cereais que contém uma cadeia principal linear α -(1,4) constituída por unidades xilopiranosilo à qual os substituintes α -L-arabinofuranosilo estão ligados através das ligações de O-3, O-2 ou ambas. A AX também pode estabelecer ligações cruzadas com resíduos de ácido ferúlico (Sun *et al.*, 2011). As propriedades da AX são influenciadas pelo comprimento da cadeia principal da xilana, pelo grau de substituição da cadeia principal com arabinose (indicado pela razão arabinose / xilose), padrão de substituição (por exemplo, a frequência de resíduos mono- e dissubstituídos) e acoplamento do ácido ferúlico a moléculas AX ou outros componentes da parede celular.

Os polissacarídeos não amiláceos têm uma capacidade significativa de afetar as propriedades de massa e qualidade do produto cozido e compreendem, aproximadamente, 75% do peso seco da parede celular no endosperma de trigo, sendo as AX predominantes (~ 85%) entre eles. As AX podem absorver a água e quando adicionadas à massa do pão, a resistência da mistura pode ser compensada pela adição de 2-10 vezes o seu peso em água. A absorção de água, geralmente, é indesejável em farinhas de trigo moles, porque aumenta o tempo de cozedura dos produtos de baixa humidade (Cauvain e Young, 2006; Guttieri *et al.*, 2008; Pasha *et al.*, 2010, Sun *et al.*, 2011).

II.2.2. Água

A água é também um ingrediente imprescindível na formação da massa. A quantidade de água adicionada é fundamental para o inchamento do grânulo de amido (Pereira *et al.*, 2004). A água atua como agente plastificante (Denardin e Silva, 2009), permitindo que durante a cozedura do pão ocorra o fenómeno de gelatinização do amido. A quantidade de água necessária depende dos ingredientes da receita e do processo de panificação utilizados, constituindo o meio dispersante para os outros ingredientes da formulação (Pereira *et al.*, 2004; Cauvain e Young, 2006; César *et al.*, 2006). A água também é responsável pela formação de complexos, como o glúten das massas de pão e outras massas fermentadas (Cauvain e Young, 2006). A adição de quantidades crescentes de água à massa torna-a mais macia e pegajosa, enquanto que a adição de pouca água torna a massa dura e sem aderência (Pereira *et al.*, 2004). Em suma, a água desempenha funções importantes na fermentação, elasticidade do glúten, consistência da massa, textura e maciez do pão (César *et al.*, 2006). No produto final, o teor de água (humidade) tem uma contribuição importante na qualidade e vida de prateleira do produto (Cauvain e Young, 2006).

II.2.3. Sal

O sal é um ingrediente obrigatório nos produtos de panificação. Uma das funções mais importantes do sal é a sua contribuição para o sabor e aroma (Pereira *et al.*, 2004; Cauvain e Young, 2006; César *et al.*, 2006; Luchian e Canja, 2010; Oliveira, 2011). O sal de certa forma potencia o aparecimento de cor através da redução da ação de açúcar na massa de pão. Ou seja, se houver menos sal na massa, a ação de levedura será mais do que o normal e haverá menos açúcar para caramelização resultando numa crosta com cor mais clara. Por outro lado, se um excesso de sal está presente, não haverá açúcar disponível suficiente no momento da cozedura e a cor da crosta será escura. Além das características sensoriais este ingrediente também tem influência no processamento e na preservação do produto (Luchian e Canja, 2010).

No que respeita à preservação, o sal devido à sua natureza iónica, desempenha um papel fundamental no controlo da atividade de água do produto e, por conseguinte, no tempo de prateleira do produto final (Cauvain e Young, 2006).

O sal também tem um efeito de retardamento sobre a atividade da levedura. O sal pela sua natureza é higroscópico, isto é, absorve água. Na presença de sal, a levedura liberta alguma da sua água no sal, por osmose e esta, por sua vez, reduz a fermentação da levedura ou atividade reprodutiva. O sal, ao abrandar a ação de levedura, permite que a fermentação seja controlada e conseqüentemente ocorre um controlo da textura mediante o reforço do glúten (César *et al.*, 2006; Luchian e Canja, 2010). Por outro lado, uma quantidade excessiva de sal destrói algumas das células de levedura, não permitindo um crescimento adequado da massa (redução do volume do produto) e tornando-a pegajosa. Se nenhum sal for adicionado, o processo de fermentação ocorre muito rapidamente, a massa resultante é de trabalho difícil e o volume de pão é pobre (Luchian e Canja, 2010). Uma quantidade de sal ideal na mistura da massa também aumenta a atividade da β -amilase que contribui para a produção de maltose. A influência do sal na multiplicação de levedura é mostrada na Figura 6.

O controlo na dosagem deste ingrediente é fundamental, pois o sal influencia o comportamento do glúten, diminui a atividade da levedura na massa retardando a produção de gás, melhora o sabor pão, assim como as propriedades físicas de massa, volume e textura do produto (Cauvain e Young, 2006; Luchian e Canja, 2010; Oliveira, 2011).

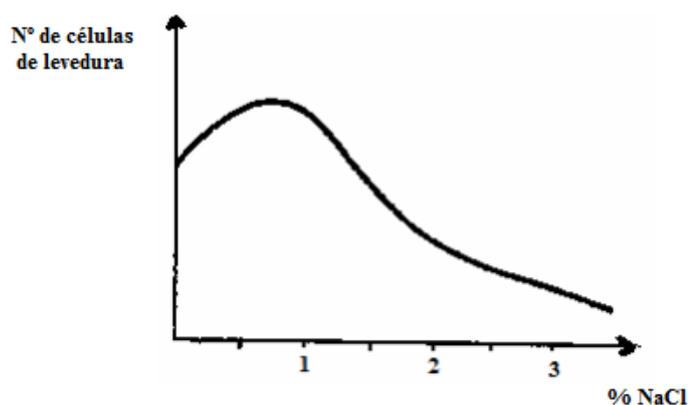


Figura 6. Influência do sal na multiplicação de levedura (Luchian e Canja, 2010).

II.2.4. Fermento de padeiro

O fermento fresco de padeiro é composto por aproximadamente 30-33% de materiais secos, 6,5-9,3% de nitrogénio, 40,6-58,0% de proteínas, 35,0-45,0% de hidratos de carbono, 4,0-6,0% de lipídios, 5,0-7,5% de minerais e várias quantidades de vitaminas, dependendo do seu tipo e condições de crescimento. A composição da levedura de

panificação (vitaminas do complexo B, proteínas e minerais) melhora o valor nutritivo dos produtos de padaria, (Oliveira, 2011). A levedura fresca de padeiro inclui produtos na forma líquida, cremosa ou compactada e levedura seca ativa (Bekatorou *et al.*, 2006). Dos vários tipos de levedura fresca a levedura prensada é o produto mais comumente usado na panificação, composto por apenas uma espécie de levedura, a *Saccharomyces cerevisiae* (Fleuri e Sato, 2005; Bekatorou *et al.*, 2006; Cauvain e Young, 2006; Oliveira, 2011). A parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae* é formada por três componentes principais: glucana, um polímero de β -1,3 e β -1,6 glucose (48-60%), mananoproteínas (20-23%) e quitina, um polímero de β -1,4 N-acetilglicosamina (0,6-2,7%). As mananoproteínas encontram-se na camada externa da parede celular e a glucana na camada interna (Fleuri e Sato, 2005).

O fermento biológico, como é conhecido o fermento de padeiro, é utilizado para o fabrico de produtos de padaria, pão, produtos de panificação especiais e massas congeladas (Oliveira, 2011).

A maltose libertada pela ação das amilases pode ser utilizada como um substrato pela levedura na massa (Cauvain e Young, 2006). Nessa etapa, formam-se também compostos orgânicos responsáveis pelo aroma e sabor típicos dos pães (César *et al.*, 2006).

A levedura ao usar como substrato a maltose produz dióxido de carbono e etanol, ou seja ocorre o processo biológico designado por fermentação alcoólica. O etanol é libertado durante a cozedura e, por isso, é de relevância limitada aos produtos de panificação. O dióxido de carbono promove a expansão da massa, permitindo o seu crescimento, ou seja a obtenção de um produto com volume ideal (Cauvain e Young, 2006; César *et al.*, 2006; Oliveira, 2011). Todavia, a adição de fermento em excesso pode prejudicar o sabor e alterar a textura da massa (César *et al.*, 2006). Quanto maior é a quantidade de levedura presente na receita, mais rapidamente se forma o dióxido de carbono. A taxa de libertação de dióxido de carbono aumenta com a temperatura e atinge o seu máximo à temperatura de 40-43 ° C. Depois disso, a taxa de libertação de dióxido de carbono cai até que a levedura é inativada a 55 ° C (Cauvain e Young, 2006).

II.2.5. Manteiga e óleos

As gorduras e os óleos naturais são compostos por uma mistura complexa de 96 a 99% de triacilgliceróis, que são formados pela esterificação completa do glicerol com

ácidos gordos. As gorduras e os óleos diferem na forma como se apresentam na natureza à temperatura ambiente, as gorduras são sólidas e os óleos são líquidos (Tan e Che Man, 2000; Mottram *et al.*, 2001).

As propriedades físicas das gorduras e dos óleos, tais como textura e plasticidade, dependem principalmente dos ácidos gordos que contêm. Devido às suas propriedades físicas, as gorduras e os óleos têm grande importância na formulação de diversos alimentos, pois são considerados um ingrediente-chave para os aspetos sensoriais e físicos dos alimentos (Cauvain e Young, 2006). As gorduras contribuem para a cremosidade, aparência, sabor, aroma, odor e sensação de saciedade após as refeições, além de outros atributos sensoriais altamente desejáveis como a maciez (Pereira *et al.*, 2004; Pinheiro e Penna, 2004; César *et al.*, 2006).

O ponto de fusão natural de manteiga é relativamente baixo (25-28 °C), passando facilmente ao estado líquido sob condições de padaria normais.

As principais funções da gordura em produtos de panificação podem ser resumidas ao seguinte:

- Estabilização de bolhas de gás incorporados na massa de pão, que conduz a uma melhoria das propriedades de retenção de gás-da massa;
- Inibição da bolha de gás-coalescência que leva à formação de um miolo de estrutura fina (tamanho de célula menor) no produto cozido;
- Contribuição para a suavidade do miolo em níveis mais elevados de adição.

Os produtos que são submetidos ao laminador após a adição da gordura à massa inicial são denominados produtos laminados. Nos produtos laminados a adição de gordura pode conduzir a melhorias na elevação/volume do produto, diminuindo a difusão de vapor entre as camadas de massa. A elevação da massa laminada aumenta com a quantidade e a qualidade da gordura adicionada. Neste último caso, quanto maior for o ponto de fusão ou maior a proporção de gordura a uma temperatura dada, maior será a elevação da massa (Cauvain e Young, 2006).

II.2.6. Açúcar

A sacarose, normalmente designado em panificação como “açúcar”, é um elemento fundamental nesta atividade. Por um lado, a sacarose serve como fonte de carbono fermentável para a levedura. Pães sem açúcar suficiente desenvolvem volumes baixos dado não existir alimento suficiente para que ocorra a fermentação desejada. Por outro lado, o

açúcar contribui para melhorar o sabor e o aroma do pão. A sacarose tem sido utilizada, tradicionalmente, para o adoçamento, aumento de maciez e volume e desenvolvimento do sabor e cor do pão (Esteller *et al.*, 2004; César *et al.*, 2006). No fim da cozedura é formada uma crosta fina com o aparecimento da cor castanho-dourada característica, em função da caramelização dos açúcares e da reação de Maillard (Ramírez-Jiménez *et al.*, 2000; Esteller *et al.*, 2004).

A reação de Maillard é favorecida em alimentos com um teor de proteína e de hidratos de carbono elevados e um teor de humidade intermédio a temperaturas acima de 50 °C e a um pH de 4 a 7, produzindo alterações na cor (melanoidinas), no aroma (compostos de cadeia curta, normalmente aldeídos e cetonas), nas propriedades funcionais e no valor nutricional (bloqueio ou destruição de lisina). Inicialmente ocorre a reação entre um grupo hidroxilo de um açúcar redutor e um grupo amina livre de um aminoácido, peptídeo ou proteína. No decurso da reação de Maillard formam-se os seguintes derivados: bases de Schiff e compostos de Amadori (ou desoxicetoses). Nas etapas seguintes verifica-se a degradação dos compostos de Amadori que levam à formação de vários compostos, muitos deles moléculas insaturadas que se polimerizam e que originam pigmentos castanhos (melanoidinas). As aldossilaminas (bases de Schiff), as desoxicetoses e outros produtos intermediários são também designados por pré-melanoidinas (Ramírez-Jiménez *et al.*, 2000; Martins *et al.*, 2001; Nunes e Baptista, 2001).

A caramelização necessita de condições mais drásticas para ocorrer do que a reação de Maillard, nomeadamente, temperaturas superiores a 120 °C, pH <3 ou pH > 9 e a_w baixa, e dá-se na ausência de compostos aminados. A caramelização tem como produto intermédio o hidroximetilfurfural (Hidalgo e Zamora, 2000; Ramírez-Jiménez *et al.*, 2000).

II.2.7. Leite e ovo

O leite líquido é uma mistura de água, gorduras e proteínas. E tal como a água contribui para a hidratação de massas e batedores, além de conferir cor e sabor (Cauvain e Young, 2006). Geralmente, o leite quando usado como ingrediente substitui uma parte da água adicionada.

Relativamente ao ovo, sendo constituído por 75% de água foi, tradicionalmente, o ingrediente mais utilizado para fornecer água no fabrico de produtos de panificação (Cauvain e Young, 2006). Os ovos são também uma excelente fonte de proteína na dieta,

sendo compostos por fosfolípidos, ácidos gordos essenciais e vitaminas (Yeung *et al.*, 2000). Quando usados como um ingrediente alimentar, os ovos também servem como um emulsionante e um agente de formação de espuma e de gelificação, devido ao facto da gema de ovo ser rica em lecitina que é um agente emulsificante. Tal como o leite, o ovo também transmite sabor e cor (Yeung *et al.*, 2000; Cauvain e Young, 2006).

II.2.8. Aditivos

Os aditivos são substâncias que inibem, revelam, complementam, otimizam e/ou alteram componentes ou características da farinha de trigo (Queji *et al.*, 2006)

A utilização de aditivos tornou-se uma prática comum na indústria de panificação, dado que inúmeros benefícios estão associados ao seu uso, o que não só resulta na melhoria da qualidade dos produtos de panificação, mas também num aumento da vida de prateleira (Lopes *et al.*, 2007; Pereira *et al.*, 2009).

As substâncias usadas no tratamento da farinha podem ser muito diversificadas, geralmente incluem o sal, as enzimas amilases e proteolíticas, os amaciadores, os agentes branqueadores e oxidantes, os inibidores da flora microbiana, os espessantes, os emulsificantes, os enriquecedores vitamínicos e os agentes redutores (Queji *et al.*, 2006). No entanto, os aditivos mais comuns incluem: emulsificantes, oxidantes, enzimas e redutores (Lopes *et al.*, 2007; Pereira *et al.*, 2009). O tipo e a quantidade do condicionador de massa influenciam as características reológicas da massa viscoelástica obtida da mistura de farinha de trigo e água.

A qualidade do pão é normalmente determinada pela avaliação das características externas, onde se inclui o volume específico, a cor da crosta, a quebra e a simetria, pelas características internas de característica da crosta, cor do miolo, célula do miolo e textura do miolo, além de aroma e sabor (Lopes *et al.*, 2007).

II.2.8.1. Emulsificantes

As emulsões são sistemas de duas fases, em que uma das fases (a fase dispersa) encontra-se suspensa na forma de pequenas gotículas na segunda fase (a fase contínua). As substâncias que promovem a estabilidade em emulsões são conhecidas como emulsionantes (Cauvain e Young, 2006).

Em geral, os emulsionantes são essenciais para o processo de cozedura. Estes aditivos pertencem à classe geral de compostos chamados agentes tensioativos que são substâncias que apresentam características lipófilas e hidrófilas. Os dois tipos comuns de emulsão são óleo em água (ex. molhos para salada) e água em óleo (ex. margarinas). Além das potenciais interações com óleos, outros líquidos e gases, os emulsionantes podem desempenhar um papel no amido-complexante (anti-endurecimento) e interagir com as proteínas (Cauvain e Young, 2006; Kohajdová *et al.*, 2009).

Os emulsificantes constituem um grupo extremamente importante dentro dos vários aditivos alimentares usados na panificação, uma vez que são responsáveis por uma série de benefícios, que vão desde a maior facilidade de manipulação das massas até incrementos em volume e vida de prateleira dos produtos finais.

Os emulsificantes são classificados em duas classes: os que formam complexos com o amido, favorecendo a macieza do miolo e prevenindo o envelhecimento, como por exemplo, os monoglicerídeos e os que atuam interagindo com as proteínas, fortalecendo a massa pelo aumento da capacidade do glúten de formar um filme que retém a produção de gás pela levedura (Gandra *et al.*, 2008), como por exemplo, o SSL (estearoil-2-lactil lactato de sódio) e o DATEM (ésteres de ácido diacetil tartárico de mono e diglicerídeos) (Cauvain e Young, 2006; Gandra *et al.*, 2008).

Os monoglicerídeos são os emulsificantes mais empregues nas indústrias de alimentos, cosméticos e fármacos. E no setor de panificação, são os principais amaciadores que se complexam com a amilose, dificultando a sua recristalização (retrogradação) e a perda de água libertada neste processo (Gandra *et al.*, 2008).

II.2.8.2. Agentes oxidantes

Os agentes oxidantes têm grande importância na tecnologia de panificação. Estes aditivos atuam diretamente sobre a estrutura das proteínas do glúten, reforçando a rede de glúten, através da formação de ligações dissulfeto (Lopes *et al.*, 2007; Junior e Saraiva, 2009). Os diferentes agentes oxidantes reagem de forma similar, essencialmente pela oxidação dos grupos tiol (-SH) dos resíduos de cisteína das proteínas do glúten em ligações dissulfeto (-SS-). No entanto, os seus efeitos são consideravelmente diferentes, principalmente se for considerado o estágio em que cada um reage durante o desenvolvimento da massa. As ligações formadas afetam a reologia da massa, aumentando

a elasticidade e diminuindo a extensibilidade. Como consequência direta da ação reforçadora dos oxidantes sobre o glúten, ocorre um aumento da retenção de gases, o que resulta em pães com maior volume (Lopes *et al.*, 2007; Junior e Saraiva, 2009) e melhoria na granulidade e na textura do pão (Lopes *et al.*, 2007). Os agentes oxidantes também aumentam o “oven-rise” ou “salto de forno” (aumento rápido de volume que ocorre nos primeiros minutos após a massa entrar no forno) (Junior e Saraiva, 2009).

O ácido ascórbico é o agente oxidante mais usado na indústria de panificação (Cauvain e Young, 2006; Lopes *et al.*, 2007; Pereira *et al.*, 2009). O ácido ascórbico, apesar de ser em si um agente de redução, pode exercer um efeito oxidante sobre as propriedades da massa após a sua oxidação pelo oxigénio durante a amassadura e repouso da massa. A ação do ácido ascórbico deve-se à atividade de duas enzimas endógenas presentes na farinha, a ascorbato oxidase e a glutathione desidrogenase. A glutathione é um tripeptídeo formado por glutamina, cisteína e glicina e pode ser encontrada na farinha de trigo na forma oxidada e na forma reduzida (Chen e Schofield, 1996). Para exercer o efeito oxidante, o ácido ascórbico é oxidado a ácido desidroascórbico pela ascorbato oxidase. Posteriormente o ácido desidroascórbico formado pode oxidar a glutathione pela glutathione desidrogenase. O nível de glutathione reduzida disponível para reduzir as ligações de dissulfeto inter-gluteninas e enfraquecer a estrutura do glúten é assim diminuído. (Chen e Schofield, 1996; Hrušková e Novotná, 2003; Pečivová *et al.*, 2011).

II.2.8.3. Enzimas

A farinha de trigo contém enzimas, principalmente amilases e proteases, que devido a estarem presentes em pequenas quantidades não são ideais para princípios de panificação. Torna-se necessário a adição de diversas enzimas que são utilizadas não só para padronizar a qualidade das matérias-primas e produtos, mas também para diversificar a gama de produtos oferecidos ao consumidor (Canilha *et al.*, 2006). As enzimas aplicadas na panificação têm como objetivo melhorar as características reológicas do pão (Cauvain e Young, 2006; Queji *et al.*, 2006; Gandra *et al.*, 2008), o volume, o sabor, o aroma, a estrutura da casca e do miolo e a maciez e aumentar a vida útil dos produtos (Queji *et al.*, 2006; Gandra *et al.*, 2008).

As amilases são das enzimas mais usadas na panificação e podem ser obtidas a partir de cereais, bactérias ou fungos, bem como do pâncreas do porco (Cauvain e Young, 2006; Queji *et al.*, 2006). Além das amilases, têm vindo a ser introduzidas novas enzimas

na tecnologia da panificação. Entre as enzimas geralmente usadas na panificação encontram-se:

- α -Amilases - aumentam a disponibilidade de açúcares fermentáveis na massa, aumentando o volume do pão e melhorando a qualidade de tostagem e o paladar.
- Xilanases - utilizadas para a hidrólise de arabinoxilanas, melhorando as propriedades reológicas da massa e facilitando o seu processamento; promovem também o aumento no volume do pão.
- Lípases - melhoram o condicionamento da massa, aumentando a sua elasticidade e o volume do pão.
- Oxidases - principalmente a glucose oxidase, para reforçar a massa, aumentando a sua elasticidade.
- Lipoxigenases - são usadas como alvejantes no fabrico de pães com miolo branco.
- Proteases - alteram a elasticidade e a textura do glúten em biscoitos e crackers, permitindo a manutenção da forma e tamanho durante o processamento (Canilha *et al.*, 2006).

O amido pode ser danificado pela ação da moagem ou pela dureza dos grãos, o que conduz à ocorrência de problemas na sua hidratação, uma vez que há um aumento na absorção de água pela farinha de trigo, influenciando negativamente o produto final (a massa adquire uma consistência mais pegajosa, ocorrendo redução de volume nos pães e alteração da textura do miolo). Por esta razão, a indústria de panificação, dada a complexidade e possibilidade de formação de amido danificado, suplementa a farinha de trigo com amilases (especificamente α -amilase) para melhorar a qualidade tecnológica da farinha. Quando estas enzimas atuam sobre o amido danificado alteram a absorção de água e, conseqüentemente, a consistência e extensibilidade da massa. Se atuarem sobre o amido gelatinizado, na etapa da cozedura, proporcionam a ocorrência de melhorias no volume e na coloração da crosta e miolo, bem como, maciez e retardam o envelhecimento precoce dos pães. A enzima α -amilase age simbioticamente sinergisticamente com a β -amilase (naturalmente presente na farinha) e atuam sobre os grânulos de amido quebrando-os primeiramente em dextrina e, em seguida, em maltose (Cauvain e Young, 2006).

II.3. Possíveis contaminantes dos ingredientes dos produtos de panificação

São conhecidas aproximadamente 250 tipos de doenças alimentares e, entre elas, muitas são causadas por microrganismos patogénicos que são responsáveis por sérios problemas de saúde pública e expressivas perdas económicas. As síndromes, resultantes da ingestão de alimentos contaminados por esses microrganismos, são conhecidas como Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA), Doenças Veiculadas por Alimentos (DVA) ou simplesmente toxinfecções (Oliveira *et al.*, 2010). A Organização Mundial de Saúde (OMS) define doença transmitida por alimento (DTA) como “uma doença de natureza infecciosa ou tóxica causada por ou através do consumo de alimento ou água” (Andreotti *et al.*, 2003; Zandonadi *et al.*, 2007). Um surto de DTA é a ocorrência de dois ou mais casos que apresentem sintomas semelhantes após a ingestão de alimento ou água, de mesma origem, implicados como veículo da doença.

No caso de patogénicos altamente virulentos, como *Clostridium botulinum* e *Escherichia coli* O157:H7 uma única ocorrência já é considerada um surto (Zandonadi *et al.*, 2007; Oliveira *et al.*, 2010). Os sintomas mais comuns de DTA incluem dor de estômago, náusea, vômitos, diarreia e, por vezes, febre.

Na maioria dos casos, a duração dos sintomas pode variar de poucas horas até mais de cinco dias, dependendo do estado físico do paciente, do tipo de microrganismo ou toxina ingerida ou suas quantidades no alimento. Conforme o agente etiológico envolvido, o quadro clínico pode ser mais grave e prolongado, apresentando desidratação grave, diarreia sanguinolenta, insuficiência renal aguda e insuficiência respiratória (Oliveira *et al.*, 2010).

Uma alimentação saudável pressupõe a ingestão de alimentos com controlo higio-sanitário adequado, por forma a evitar que a contaminação dos produtos provoque sérios danos à saúde (Zandonadi *et al.*, 2007). Uma grande parte dos surtos alimentares resulta da associação entre o consumo de alimentos contaminados através da manipulação inadequada e conservação ou distribuição em condições impróprias (Oliveira *et al.*, 2010). A contaminação dos alimentos pode ocorrer em qualquer fase da cadeia dos alimentos, desde a matéria-prima até às etapas de transporte, receção, armazenamento (Zandonadi *et al.*, 2007). Por definição, o termo “contaminação” significa a presença indesejada de

qualquer situação que coloque em causa a qualidade do alimento. A contaminação pode ser de origem física, química ou microbiológica (Andreotti *et al.*, 2003).

Os patogénicos envolvidos em surtos alimentares podem ser bactérias, parasitas, vírus e fungos produtores de micotoxinas (Oliveira *et al.*, 2010).

II.3.1. Micotoxinas

Em todo o mundo tem sido relatada a contaminação de alimentos por micotoxinas, principalmente em alimentos suscetíveis ao crescimento fúngico, como grãos e cereais (Murphy *et al.*, 2006; Aydin *et al.*, 2008; Valle-Algarra *et al.*, 2009; Maziero e Bersot, 2010). As farinhas de trigo, das mais usadas na indústria de panificação, encontram-se muitas vezes contaminadas por micotoxinas.

As micotoxinas são metabolitos secundários, de baixo peso molecular, produzidos por fungos e apresentam efeito tóxico para o homem e outros vertebrados, além de alguns invertebrados, plantas e microrganismos. Os fungos, também designados por mofos ou bolores, são microrganismos eucarióticos, multicelulares e filamentosos, como as leveduras. A atividade de fungos ocasiona alterações no sabor e na qualidade dos alimentos. Apesar de algumas destas alterações serem desejáveis, como na fabricação de queijos, em muitos casos os fungos podem causar transformações indesejáveis nos alimentos, produzindo sabores e odores desagradáveis, causados por diferentes graus de deterioração (Maziero e Bersot, 2010). Alguns géneros de fungos podem produzir micotoxinas, entre as quais se destacam a aflatoxina, a ocratoxina, a zearalenona, a patulina, a fumonisina e o desoxinivalenol. As micotoxinas podem crescer facilmente devido a condições inadequadas de colheita, crescimento, transporte e armazenamento (Baydar *et al.*, 2005). Para os fungos se desenvolverem e produzirem micotoxinas são necessárias condições favoráveis de humidade, temperatura, pH, composição química do alimento e potencial redox. Um mesmo tipo de micotoxina pode ser produzido por diferentes espécies de fungos, mas também vários tipos de toxinas podem ser produzidas por uma única espécie de fungo (Maziero e Bersot, 2010).

A presença do fungo no alimento não implica, obrigatoriamente, que haja produção da micotoxina, assim como, a toxina pode estar presente no alimento mesmo na ausência do fungo. Tal ocorre, porque a maioria das micotoxinas são termoestáveis, ou seja resistem a determinados tratamentos térmicos ou a processos de desidratação que são suficientes para destruir o micélio vegetativo dos fungos que as produziram (Maziero e Bersot, 2010).

As micotoxinas podem entrar na cadeia alimentar humana direta ou indiretamente. Diretamente, através do consumo dos cereais, oleaginosas e derivados. E indiretamente através do consumo de micotoxinas presentes em ovos, leite e carne que foram previamente contaminados pelos animais que se alimentaram com rações também elas contaminadas. A ingestão de alimentos que contenham micotoxinas pode causar graves efeitos sobre a saúde animal e humana, conhecidos como micotoxicoses. A gravidade de tais efeitos depende da toxicidade da micotoxina, grau de exposição, idade e estado nutricional do indivíduo e dos possíveis efeitos sinérgicos de outros agentes químicos aos quais está exposto. O efeito de uma micotoxina pode ser agudo (letal ou não) ou subagudo. O efeito agudo resulta da ingestão de doses geralmente elevadas e é de manifestação e percepção rápidas, podendo levar à morte por que causa alterações irreversíveis. Já o efeito subagudo é o resultado de doses menores que provocam distúrbios e alterações nos órgãos dos humanos e dos animais (Maziero e Bersot, 2010).

A entrada da micotoxina no organismo dá-se comumente pela via digestiva e sua absorção geralmente causa reações sob a forma de hemorragias, ou mesmo, necroses. Muitas destas toxinas têm afinidade por determinado órgão ou tecido, sendo o fígado, os rins e o sistema nervoso frequentemente os mais atingidos. Os efeitos tóxicos das micotoxinas podem ser potencializados pelo sinergismo que pode haver entre elas ou com doenças, principalmente imunossupressoras (Maziero e Bersot, 2010).

As micotoxinas são produzidas principalmente por cinco géneros de fungos: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Claviceps* e *Alternaria*. As principais micotoxinas encontradas em alimentos são: aflatoxinas (B₁, B₂, G₁, G₂ e M₁), ácido fusárico, fumonisinas (B₁ e B₂), ocratoxinas (A, B e C), patulina, citrinina, zearalenona e tricotecenos (Aydin *et al.*, 2008; Maziero e Bersot, 2010).

As AFs são encontradas em frutos secos e cereais em condições de humidade e temperatura elevadas e constituem um risco à saúde humana, devido aos seus efeitos tóxicos imediatos, imunossupressores, mutagénicos, teratogénicos e carcinogénicos. As espécies mais importantes de *Aspergillus* produtoras de AFs são *A. flavus*, que só produz aflatoxinas do tipo B (B₁ e B₂) e *A. parasiticus*, que produz AFs dos tipos B e G (Baydar *et al.*, 2005, Aydin *et al.*, 2008, Valle-Algarra *et al.*, 2009; Fallah, 2010; Maziero e Bersot, 2010). A AF M₁ é um metabolito da AF B₁, encontrada no leite e urina de animais alimentados com rações contaminadas. A AF B₁ é a mais predominante de AFs em alimentação humana e animal e tem sido relatada como o mais poderoso cancerígeno natural (hepatocarcinogénico) em mamíferos (Baydar *et al.*, 2005; Aydin *et al.*, 2008;

Fallah, 2010). As AFs têm recebido grande atenção em comparação com as demais micotoxinas, devido aos efeitos carcinogénicos que podem provocar em animais e o efeito agudo tóxico em seres humanos, para além de representarem o grupo de micotoxinas com mais resultados positivos em alimentos já relatados (Maziero e Bersot, 2010).

O DON é produzido principalmente por *Fusarium graminearum* e, em algumas regiões, por *F. culmorum*. Esta toxina pode coexistir com zearalenona, também produzida por estes microrganismos (Maziero e Bersot, 2010). O DON foi relatado por alguns autores como sendo muito estável em processos de panificação devido à sua estabilidade térmica. Por outro lado alguns autores relatam que o próprio processo pode reduzir a contaminação pelo DON devido à adição de determinados aditivos (Valle-Algarra *et al.*, 2009).

A zearalenona é produzida principalmente por *Fusarium graminearum*, sobretudo em trigo e milho, mas também em sorgo, cevada e rações animais. A zearalenona e seus derivados têm efeitos estrogénicos em várias espécies animais (infertilidade, edema vulvar, prolapso vaginal e hipertrofia mamária em fêmeas e feminização de machos, atrofia testicular e aumento de tamanho das glândulas mamárias) (Maziero e Bersot, 2010).

As ocratoxinas são produzidas por cepas de *Aspergillus* e *Penicillium*, mais concretamente pelos fungos *Aspergillus ochraceus* e *Penicillium verrucosum* presentes em cereais, café e pão. (Baydar *et al.*, 2005; Aydin *et al.*, 2008; Bento *et al.*, 2009; Maziero e Bersot, 2010). A OTA é conhecida por ser uma potente toxina renal para todas as espécies de animais testados (Valle-Algarra *et al.*, 2009). Apresenta efeitos nefrotóxicos, imunossupressores, carcinogénicos e teratogénicos (Murphy *et al.*, 2006; Aydin *et al.*, 2008; Maziero e Bersot, 2010).

Em Portugal foram realizados estudos onde se usaram amostras de pão de superfícies comerciais em toda a região do Algarve e na cidade de Bragança durante o inverno de 2007 para testar a presença de OTA (através de extração com colunas de imunoafinidade e quantificação por cromatografia líquida acoplada com detetor de fluorescência). Todas as amostras possuíam limites máximos abaixo do permitido pela legislação da União Europeia. O conteúdo de OTA atingiu máximos de 0,49 ng /g em Algarve e 0,43 ng /g em Bragança, sendo estes valores abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação europeia para o pão de 3,0 ng /g (Bento *et al.*, 2009).

Na Figura 7 estão representadas algumas das micotoxinas a que se refere o Regulamento (CE) nº 1881/2006.

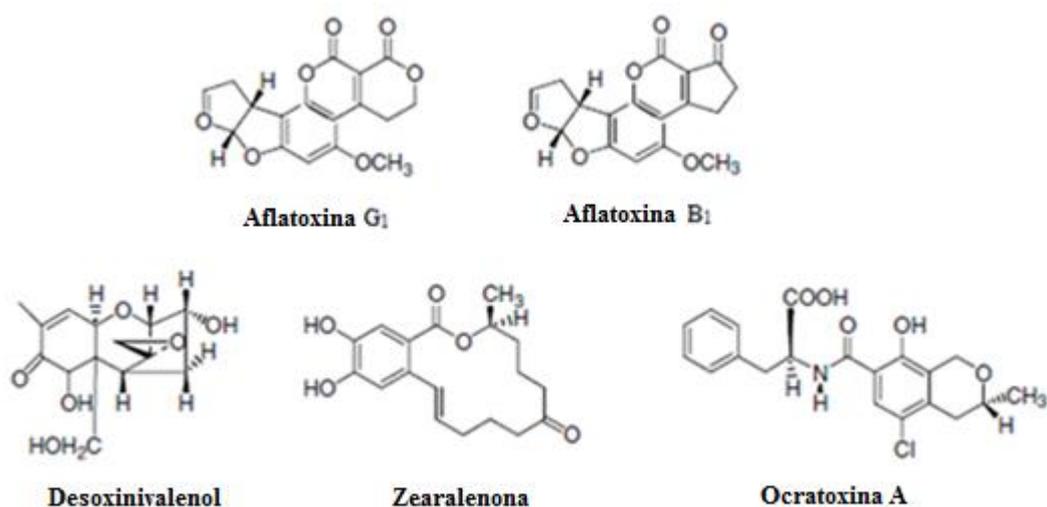


Figura 7. Algumas micotoxinas que podem estar presentes nos alimentos (Murphy *et al.*, 2006).

O Regulamento (CE) n.º 1881/2006 de 19 de dezembro fixa os limites máximos de algumas micotoxinas presentes nos géneros alimentícios (Tabela 1). Em Portugal a situação referente às micotoxinas e a outras substâncias contaminantes, nomeadamente resíduos de pesticidas, medicamentos veterinários ou metais pesados, é ainda pouco conhecida. Esta circunstância relaciona-se com diversos fatores/factos designadamente o reduzido número de estudos nacionais relativos à exposição pela via alimentar aos diversos contaminantes químicos e também a necessidade de conhecimento dos hábitos alimentares atuais da população portuguesa (ASAE).

Tabela 1. Limites máximos de algumas micotoxinas presentes nos géneros alimentícios (adaptado de Regulamento (CE) nº 1881/2006, de 19 de dezembro).

Géneros alimentícios	Micotoxinas	Teor máximo (µg/kg)
Todos os cereais e produtos derivados de cereais, incluindo os produtos derivados da sua transformação com exceção de: milho destinado a ser submetido a um método de triagem ou a outro tratamento físico antes do consumo humano ou utilização como ingrediente de géneros alimentícios; alimentos à base de cereais transformados e alimentos para bebés destinados a lactentes e crianças jovens; alimentos dietéticos destinados a fins medicinais específicos, especificamente destinados a lactentes	Aflatoxina B ₁	2,0
	Somatórios de B ₁ , B ₂ , G ₁ e G ₂	4,0
Alimentos à base de cereais transformados e alimentos para bebés destinados a lactentes e crianças jovens	Aflatoxina B ₁	0,10
Todos os produtos derivados de cereais não transformados, incluindo produtos à base de cereais transformados e cereais destinados ao consumo humano direto, com exceção dos géneros alimentícios: alimentos à base de cereais e alimentos para bebés destinados a lactentes e crianças jovens; alimentos dietéticos destinados a fins medicinais específicos, especificamente destinados a lactentes	Ocratoxina A	3,0
Cereais destinados ao consumo humano direto, farinha de cereais, sêmola enquanto produto final comercializado para consumo humano direto e gérmen, com exceção de alimentos transformados à base de cereais e alimentos para bebés destinados a lactentes e a crianças jovens	Desoxinivalenol	750
Pão (incluindo pequenos produtos de panificação), produtos de pastelaria, bolachas, refeições leves à base de cereais e cereais para pequeno-almoço	Desoxinivalenol	500
Cereais destinados ao consumo humano direto, farinha de cereais, sêmola enquanto produto final comercializado para consumo humano direto e gérmen, com exceção de: milho destinado ao consumo humano direto, farinha de milho, sêmola de milho, <i>grits</i> , gérmen de milho e óleo de milho refinado; alimentos à base de cereais transformados e alimentos para bebés destinados a lactentes e a crianças jovens; alimentos transformados à base de milho destinados a lactentes e crianças jovens	Zearalenona	75
Pão (incluindo pequenos produtos de panificação), produtos de pastelaria, bolachas, refeições leves à base de cereais e cereais para pequeno-almoço, com exceção de refeições leves à base de milho e cereais para pequeno-almoço à base de milho	Zearalenona	50

II.3.2. Bactérias

Dos organismos patogénicos envolvidos em surtos alimentares, as bactérias continuam a ser apontadas como as principais causadoras de DTA (Oliveira *et al.*, 2010). Na Tabela 2 estão representadas as bactérias implicadas em doenças de origem alimentar mais frequentemente associadas aos ingredientes de panificação.

Tabela 2. Bactérias implicadas em doenças de origem animal e alimentos mais frequentemente associados (adaptado de Veiga *et al.*, 2009).

Bactérias Implicadas em Doenças de Origem Alimentar		
Género	Espécies / Estirpes	Alimentos mais frequentemente associados
<u>Bacillus</u>	<i>B. cereus</i>	Cereais Alimentos que tenham tido contacto com o solo ou o pó
<u>Campylobacter</u>	<i>C. jejuni</i>	Alimentos proteicos crus ou pouco cozinhados Lacticínios
<u>Escherichia</u>	<i>E. coli</i>	Água ou alimentos com contaminação fecal
<u>Listeria</u>	<i>L. monocytogenes</i>	Leite, Derivados do leite
<u>Salmonella</u>	<i>S. typhimurium</i>	Ovos
	<i>S. typhi</i>	Água
	<i>S. Paratyphi</i>	
<u>Shigella</u>	<i>S. dysenteriae</i>	Leite
<u>Staphylococcus</u>	<i>S. aureus</i>	Leite, Ovos e derivados (Resulta da manipulação); Alimentos ricos em proteína e água

Os microrganismos como *Salmonella*, *S. aureus*, *B. cereus* e *E. coli* são agentes bacterianos importantes nas DTA ocorridas em diferentes países, enquanto a *L. monocytogenes* parece ser a principal responsável pelos óbitos relacionados as DTA ocorridas nos EUA. Os alimentos mais frequentemente envolvidos com as DTA são os crus ou parcialmente cozidos, essencialmente produtos à base de ovos e produtos cárneos. Os principais fatores que conduzem à ocorrência das DTA são a manipulação inadequada de alimentos, a exposição prolongada dos alimentos à temperatura ambiente, a refrigeração e a cocção inadequadas dos alimentos (Oliveira *et al.*, 2010).

A intoxicação causada por alimentos contendo enterotoxinas de *Staphylococcus aureus* é um dos tipos mais comuns de doenças de origem alimentar em todo o mundo (Zandonadi *et al.*, 2007; Oliveira *et al.*, 2010). Esta intoxicação está associada à manipulação inadequada de alimentos dado que é frequentemente encontrada na pele,

mucosas do trato respiratório superior e intestinos. Diversas cepas de *S. aureus* podem produzir enterotoxinas desde que ocorram condições apropriadas, como por exemplo, temperaturas entre 10 e 46°C. Essas enterotoxinas são termoresistentes, ou seja, podem resistir aos processos de aquecimento, ao contrário das células bacterianas vegetativas que são eliminadas quando aquecidas acima de 60°C. Todavia trata-se de uma doença de curso rápido e não muito grave. Os indivíduos afetados, geralmente, não necessitam de atendimento médico e a maioria dos casos não é notificada, não obstante o facto de ocasionar absentismo no trabalho (Oliveira *et al.*, 2010).

No que respeita à salmonelose, trata-se de uma zoonose de grande importância e apresenta-se como um desafio para a saúde pública dada a elevada endemicidade, alta morbidade e, acima de tudo, pela dificuldade do seu controlo (Kottwitz *et al.*, 2008). Há aproximadamente 2300 serotipos de *Salmonella* que foram identificados, mas a *Salmonella enteritidis* serotipo tem sido associada a mais de 20% de surtos de salmonelose.

Considerada como um microrganismo de ampla disseminação, a salmonela é capaz de se difundir com facilidade pelos alimentos a partir de um produto contaminado (Peresi *et al.*, 1998; Kottwitz *et al.*, 2008). A ingestão de uma a dez células de uma estirpe causadora de doença por *Salmonella* pode levar à sua penetração no revestimento epitelial do intestino delgado. O crescimento no tecido subjacente provoca a destruição do revestimento epitelial. A doença é geralmente autolimitada em adultos saudáveis, mas pode colocar em risco a vida de crianças pequenas, idosos ou indivíduos debilitados (Cox *et al.*, 2000). A grande maioria dos sorotipos de salmonelas que são patogénicas para o homem pode ser dividida em três grupos de acordo com os sintomas clínicos que apresentam: a febre tifoide, a febre entérica e as infeções entéricas em decorrência de outras salmonelas, ou também chamadas de salmoneloses. A febre entérica tem como agente etiológico as *Salmonella paratyphi* A, B e C. É causada pelo consumo de água e alimentos, nomeadamente leite e vegetais crus, mariscos e ovos. Os sintomas clínicos são mais brandos quando comparadas com os da febre tifoide, podendo, no entanto, evoluir para septicemia e frequentemente desenvolver um quadro de gastroenterite, febre e vômitos. O período de incubação é geralmente de 6 a 48 horas e a doença dura em média três semanas (Shinohara *et al.*, 2008). As salmoneloses ocorrem devido ao consumo de ovos crus e de carne de aves e seus derivados (Peresi *et al.*, 1998; Cox *et al.*, 2000; Kottwitz *et al.*, 2008; Shinohara *et al.*, 2008). As salmoneloses desenvolvem um quadro de

infecção gastrointestinal (Cox *et al.*, 2000; Shinohara *et al.*, 2008; Cao *et al.*, 2009), tendo como sintomas dores abdominais, diarreia, febre baixa e vômito, sendo raro os casos clínicos fatais. Os sintomas usualmente aparecem de 12 a 36 horas, podendo durar os sintomas até 72 horas (Shinohara *et al.*, 2008). Trata-se da manifestação mais comum de infecção por *Salmonella* (Shinohara *et al.*, 2008; Cao *et al.*, 2009). Os riscos da infecção humana estão associados a uma série de fatores, nomeadamente: comércio de ovos com casca defeituosa, fina, porosa ou rachada, ou sujos com matéria orgânica, à falha ou inexistência de refrigeração ao longo da produção e comércio e à manipulação inadequada do ovo não só nos locais de classificação como durante o seu uso na preparação de alimentos (Kottwitz *et al.*, 2008; Pinto e Silva, 2009).

A *Bacillus cereus* é reconhecida como uma bactéria patogénica importante que provoca intoxicação alimentar e produz doenças gastrintestinais de 2 tipos: eméticas e diarreias (Shiota *et al.*, 2010). A síndrome emética está muitas vezes ligada à massa e arroz e é causada pela ingestão da toxina emética estável ao calor, cereulide, (um péptido cíclico de 1,2 kDa) produzida em alimentos. Já a síndrome diarreica é devida, principalmente, à ingestão de células de *B. cereus* nos alimentos, seguida pela produção de toxina no intestino delgado (Carlin *et al.*, 2006; Shiota *et al.*, 2010). A enterotoxina termolábil provoca diarreia e a toxina cereulide provoca vômitos (Fricker *et al.*, 2007). Apesar de existir uma ampla variação para a temperatura de crescimento dadas as características das diferentes estirpes de *B. cereus*, as referências bibliográficas mais recentes apontam para uma gama de temperatura de crescimento a partir de 7 °C, até 38 °C (Guinebretière *et al.*, 2008). Este patógeno é encontrado naturalmente em ambientes de solo e pode contaminar grande variedade de alimentos: cereais, legumes frescos, frutos e frutas, tendo sido também encontrado em alimentos prontos-a-comer e em molhos (Luksiene *et al.*, 2009). Geralmente, doenças transmitidas por alimentos causados por *Bacillus cereus* são relativamente leves e auto-limitadas, não durando mais de 24 h. No entanto, durante os últimos anos, as formas graves de doença causada por *B. cereus* eméticas têm, ocasionalmente, envolvido internamento ou até mesmo a morte (Fricker *et al.*, 2007; Hoton *et al.*, 2005).

A *Escherichia coli* é uma bactéria Gram-negativa, anaeróbia facultativa pertencente à Família *Enterobactereacea* (Santos *et al.*, 2009; Reche *et al.*, 2010). Os patógenos intestinais são genericamente denominados de DEC (“Diarrhegenic *Escherichia coli*” – *E.*

coli diarreiogénica) e podem ser divididos em patótipos, os quais são geralmente definidos por uma variedade de características como: modo de transmissão, características do hospedeiro afetado, sorotipos e sorogrupos, fenótipos de interação com as células epiteliais intestinais, mecanismos de patogenicidade e determinantes genéticos de virulência. Tendo em conta estas características, atualmente são reconhecidos pelo menos seis patótipos de DEC: EPEC (*E. coli* enteropatogénica), ETEC (*E. coli* enterotoxigénica), EIEC (*E. coli* enteroinvasora), EAEC (*E. coli* enteroagregativa), DAEC (*E. coli* difusamente aderente) e STEC/EHEC (*E. coli* produtora de toxina Shiga) (Santos et al., 2009; Fernandes e Ribeiro, 2010). Todas as amostras de *E. coli* isoladas de infeções extra-intestinais, independentemente do hospedeiro e do sítio de isolamento são designadas ExPEC (“Extraintestinal Pathogenic *Escherichia coli*” – *E. coli* patogénica extraintestinal) (Fernandes e Ribeiro, 2010). A EPEC predomina como causa de diarreia em crianças com menos de um ano, principalmente em países emergentes. Os sintomas apresentados são diarreia aquosa contendo muco, febre e desidratação (Fernandes e Ribeiro, 2010). A *Escherichia coli* enteropatogénica é um patogénio de alta difusão (ASAE, 2009). As ETEC são responsáveis por cerca de 20% dos casos de diarreia em crianças com menos de 5 anos (Fernandes e Ribeiro, 2010), assim como pela chamada “diarreia dos viajantes” (Loguercio e Aleixo, 2001). Este patogénio produz dois tipos de toxinas, as toxinas termolábeis e as toxinas termoestáveis e têm períodos de incubação de 24 a 72h com sintomas que duram de 1 a 3 dias (Loguercio e Aleixo, 2001). A EIEC é mais frequente em crianças com mais de dois anos de idade e adultos e produz uma toxina semelhante à produzida por *Shigella sp.*.

Os sintomas comuns da EIEC são diarreia aquosa com muco e sangue, febre, mal estar e cólica (Fernandes e Ribeiro, 2010). A EHEC reside, muitas vezes, em reservatórios de bovinos e é transmitida através de a carne cozinhada, tais como hambúrgueres e salame, e matérias-primas vegetais, como alface e espinafre. Na última década, a *E. coli* EHEC sorotipo O157: H7 foi reconhecida como causa emergente de doença entérica e insuficiência renal (síndrome urémica) (Fernandes e Ribeiro, 2010).

As estirpes de EHEC O157: H7 podem causar uma série de complicações clínicas, incluindo diarreia, colite hemorrágica, trombocitopenia e a síndrome hemolítica urémica (Tarr et al., 2005; Fernandes e Ribeiro, 2010), geralmente altamente letal em crianças com menos de dez anos e indivíduos debilitados. A *E. coli* O157:H7 verotoxigénica também já surgiu em cães e gatos, denotando o risco dos animais de companhia na transmissão deste

sorotipo (Fernandes e Ribeiro, 2010). O período de incubação é geralmente de 3 a 9 dias (Hoffmann, 2001).

O Regulamento (CE) 1441/2007 de 5 de dezembro obriga para os produtos de panificação, somente, a análise laboratorial aos parâmetros microbiológicos *Salmonella*, *E. coli* e *Enterobacteriaceae* (família de bactérias Gram-negativas que inclui uma grande variedade de patogénios: tais como: *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella* e *Yersinia*). Segundo o regulamento, as *Enterobacteriaceae* são os agentes mais frequentemente encontrados e podem ser utilizadas como indicador dos perigos e risco associado; a família *Enterobacteriaceae* pode ser utilizada na monitorização de rotina e, caso estes microrganismos estejam presentes, podem efetuar-se testes para deteção de agentes patogénicos específicos. É no entanto importante referir que é comum por parte dos responsáveis das indústrias alimentares optarem por efetuar análise a outros parâmetros microbiológicos, tais como Estafilococos coagulase positiva (*Staphylococcus aureus*), Coliformes, Bolores e Leveduras.

Os produtos panificados, sendo sujeitos a altas temperaturas, raramente contêm contaminação significativa. Quando ocorre contaminação, geralmente deve-se à manipulação incorreta por parte dos manipuladores.

A higiene alimentar é fundamental para garantir a qualidade dos produtos alimentícios e insere-se em todas as operações relacionadas com a manipulação de um género alimentício. As principais razões para a ocorrência de contaminação durante a manipulação são as condições precárias de higiene de manipuladores, equipamentos, utensílios, ambiente e as condições inadequadas de armazenamento dos produtos prontos a consumir. A transgressão às regras fundamentais de lavagem das mãos (após uso dos sanitários, antes das refeições e em outras situações de risco) possibilita a contaminação de produtos. As mãos são um importante veículo de contaminação, quando em contato com indivíduos, indivíduo e alimento, indivíduo e equipamento, utensílio, ambiente. O ato de espirrar sobre as mãos, ou sobre outra superfície qualquer, pode conduzir à contaminação com uma quantidade significativa de microrganismos (Zandonadi *et al.*, 2007).

De forma a garantir a qualidade higio-sanitária dos alimentos são usados recursos, como: a aplicação do HACCP, a elaboração manual de boas práticas de manipulação e processamento e a realização de ações de formação continuada para manipuladores de alimentos (Montarjemi *et al.*, 1998; Andreotti *et al.*, 2003).

II.4. O sistema HACCP

Com o Regulamento (CE) nº 852/2004 de 29 de abril surgiram um conjunto de princípios que se baseiam nos 7 princípios do HACCP e dois anexos (anexo I – referente à produção primária, que inclui disposições gerais aplicáveis à produção animal e vegetal e recomendações para a elaboração dos Códigos de Boas Práticas de Fabrico; anexo 2 – que segue os princípios gerais de higiene do *Codex Alimentarius*) - Figura 8.

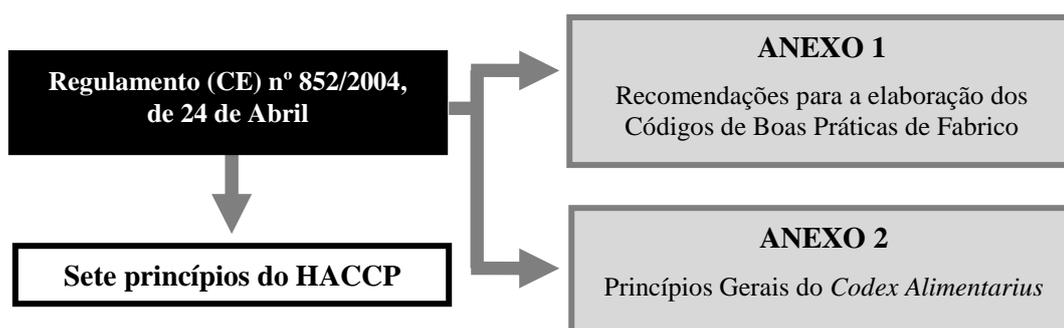


Figura 8. Esquematização do Regulamento 852/2004, de 29 de abril.

O sistema HACCP foi desenvolvido, na década de 60, pela Pillsbury Company em colaboração com a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) e o U.S. Army Laboratories em Natick, com o objetivo de gerar um programa de qualidade que, através do uso de algumas técnicas, possibilitasse o fornecimento de alimentos para os astronautas da NASA (Figueiredo e Neto, 2001; Ribeiro-Furtini e Abreu, 2006). Nessa época, foram reconhecidas as limitações no controlo baseado em testes microbiológicos do produto final, pelo que era fundamental realizar uma abordagem preventiva na produção de alimentos seguros (Figueiredo e Neto, 2001).

O sistema HACCP foi criado para garantir a segurança de produtos alimentares específicos, assim como dos seus processos associados.

O HACCP, sigla que deriva de “Hazard Analysis and Critical Control Points”, em português “Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controlo”, é um sistema preventivo de Segurança Alimentar que se baseia na identificação e avaliação de perigos específicos e na implementação de medidas para o seu controlo de forma a prevenir a produção de alimentos inseguros (Figueiredo e Neto, 2001).

Este sistema é constituído por sete princípios (Figura 9).

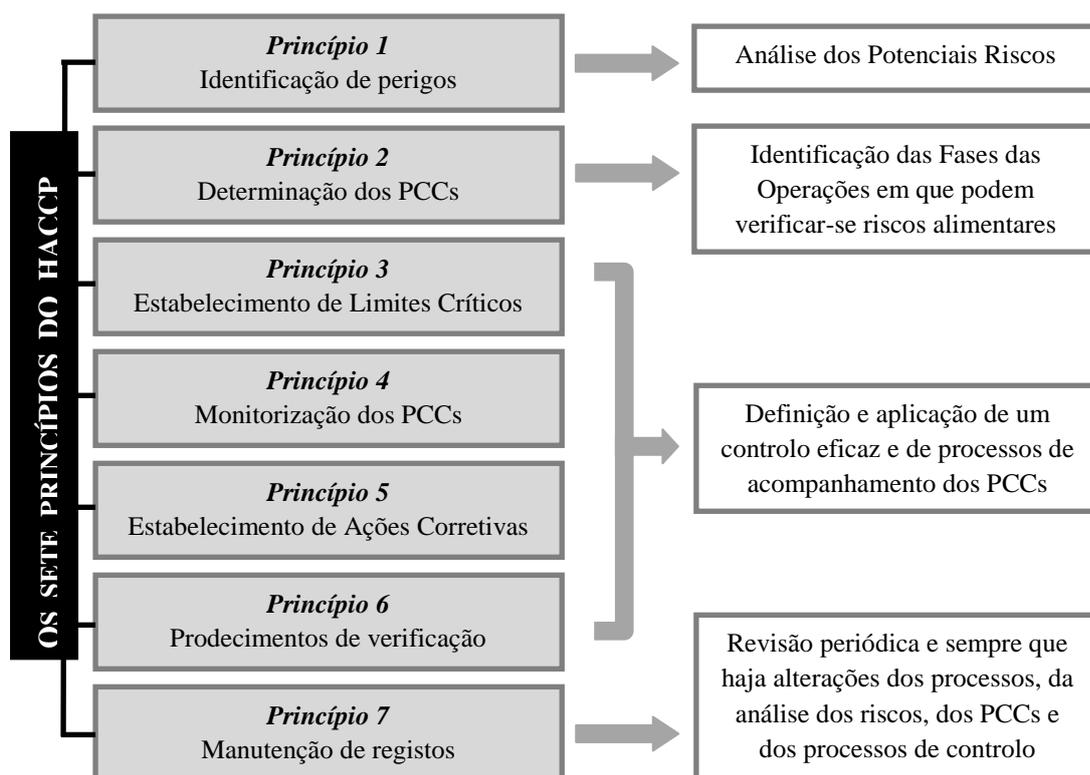


Figura 9. Descrição dos sete princípios do HACCP.

A aplicação do sistema HACCP pode ser efetuada segundo a orientação de guias como o CAC, o qual inclui uma sequência de atividades para a aplicação dos sete Princípios. Deve-se assim, seguir as 12 etapas descritas abaixo.

Etapa 1: Formação da Equipa de HACCP

Esta equipa deve ser multidisciplinar para que assim possa existir um desenvolvimento efetivo de um plano HACCP. As pessoas devem estar familiarizadas com os produtos e os seus métodos de elaboração (Figueiredo e Neto, 2001).

Cada empresa de alimentos deve garantir que existam os conhecimentos e a competência técnica na sua equipa de HACCP ou, quando tal não for possível, recorrer a assessoria especializada a partir de outras fontes, como por exemplo, associações comerciais e industriais, especialistas independentes ou autoridades reguladoras (Figueiredo e Neto, 2001; CAC, 2003).

Etapa 2: Descrição do Produto

Deve ser feita uma detalhada descrição do produto (Figueiredo e Neto, 2001). A descrição do produto deve incluir os seguintes pontos:

- Designação do produto;
- Composição/ingredientes;
- Estrutura e características físico-químicas (incluindo a_w e pH);
- Fases do processamento (tratamentos microbicidas/estático: tratamento por calor, congelamento, salmoura, defumação, etc.);
- Condições de conservação (armazenamento e distribuição);
- Tipo de embalagens;
- Durabilidade (prazo de validade);
- Instruções de rótulo;
- Instruções de utilização;
- Parâmetros microbiológicos a respeitar;
- Distribuição especial.

Etapa 3: Identificação/determinação do uso pretendido do produto

O uso previsto do produto deve ser identificado com base nos usos esperados do mesmo por parte do consumidor final. Em determinados casos é necessário identificar grupos vulneráveis, como bebés, idosos e doentes (Figueiredo e Neto, 2001; CAC, 2003).

Etapa 4: Elaboração do fluxograma

O fluxograma deve abranger todas as etapas da operação relativas a um determinado produto. Sempre que se aplica o HACCP a uma dada operação, deve-se ter em consideração os passos anteriores e posteriores à operação especificada. É importante não negligenciar nenhuma etapa que possa afetar a segurança do produto (Figueiredo e Neto, 2001). Pode ser utilizado o mesmo fluxograma para vários produtos desde que a sua fabricação contemple etapas de processamento semelhantes. Deve ser de fácil interpretação (CAC, 2003).

Etapa 5: Verificação do Fluxograma in loco

Em todas as fases e períodos de operação devem ser adotadas medidas para confirmar que existe coerência entre o fluxograma e o processamento. Esta etapa irá assegurar que os principais passos do processo terão sido identificados e possibilitar os ajustes necessários (Figueiredo e Neto, 2001). A confirmação do fluxograma deve ser executada pela(s) pessoa(s) com conhecimento suficiente das etapas de processamento (CAC, 2003). O fluxograma deve ser verificado *in loco* e validado por todos os elementos da equipa e pelos vários turnos de produção (Figueiredo e Neto, 2001; CAC, 2003).

Etapa 6: Identificação dos perigos associados a cada passo (Princípio 1)

A equipa de HACCP deve listar todos os perigos potenciais que possam ocorrer em cada etapa de acordo com o âmbito de aplicação previsto, desde a produção primária até ao momento de consumo (CAC, 2003; Ribeiro-Furtini e Abreu, 2006). Podem-se classificar os perigos, de acordo com a sua natureza como: químicos, físicos ou biológicos (Tabela 3) (CAC, 2003). Após a listagem de todos os perigos potenciais, devem-se identificar quais os perigos cuja eliminação ou redução a níveis aceitáveis é essencial à produção de um alimento seguro (CAC, 2003; Ribeiro-Furtini e Abreu, 2006).

Ao se realizar a análise de perigos devem ser considerados, sempre que possível, os seguintes fatores:

- Provável ocorrência de perigos e a severidade dos efeitos (Tabela 4) prejudiciais à saúde;
- Avaliação qualitativa e/ou quantitativa da presença de perigos;
- Sobrevivência ou multiplicação dos microrganismos perigosos;
- Produção ou persistência de toxinas e agentes químicos ou físicos nos alimentos;
- Condições que causam os fatores acima referidos (Figueiredo e Neto, 2001; CAC, 2003).

Tabela 3. Exemplos dos tipos de perigos, alimentos aos quais geralmente estão associados e potenciais doenças (adaptado de ASAE, 2012).

	Tipos de perigos	Exemplos de perigos	Exemplos alimentos associados	Potenciais doenças
BIOLÓGICOS	Bactérias	<i>Salmonella</i>	Ovos, leite cru e derivados	Salmonelose
	Vírus	Vírus da Hepatite A	Água, leite	Hepatite A
	Parasitas	<i>Toxoplasma</i> <i>Giardia</i>	Água	Toxoplasmose Giardose
QUÍMICOS	Toxinas naturais	Aflatoxinas	Frutos secos, milho, leite e derivados	Cancro, malformações congénitas, partos prematuros, alterações do sistema imunitário, doenças degenerativas do sistema nervoso, alterações hormonais, disfunção ao nível de diversos órgãos, alterações de fertilidade, doenças osteomusculares, alteração de comportamentos.
	Poluentes de origem industrial	Dioxinas, PCBs	Gorduras animal	
	Contaminantes resultantes do processamento alimentar	Acrilamida Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos	Pão, Fumados, óleos vegetais	
	Aditivos não autorizados	Sudan I-IV, Para Red (corantes)	Molhos, especiarias	
	Materiais em contacto com alimentos	Alumínio, estanho, plástico	Alimentos enlatados ou embalados em plástico	
	Outros	Produtos de limpeza, lubrificantes		
FÍSICOS	Ossos, espinhas, vidros, metal, pedras		Todo o tipo de alimentos	Lesões

Devem ser consideradas as medidas de controlo, caso existam, que possam ser aplicadas a cada perigo (Figueiredo e Neto, 2001; CAC, 2003).

Tabela 4. Classificação dos MOs de acordo com o seu risco e difusão segundo o *National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods* (adaptado de Veiga *et al.*, 2009).

Risco severo	Risco moderado/ Alta difusão	Risco moderado/ Difusão limitada
<i>Clostridium botulinum</i> tipos A, B, E, F	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Bacillus cereus</i>
<i>Shigella dysenteriae</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>Campylobacter jejuni</i>
<i>Salmonella typhi</i>	<i>Shigella</i> spp.	
<i>Salmonella paratyphi</i> A, B		<i>Staphylococcus aureus</i>
Vírus das hepatites A e E	<i>Escherichia coli</i> enteropatogénica	

Etapa 7: Aplicação da Árvore de Decisão para a determinação dos PCCs (Princípio 2)

O PCC não é mais do que uma etapa de fabrico de um alimento onde se pode exercer controlo com objetivo de prevenir, eliminar ou reduzir um perigo significativo para níveis aceitáveis. Pode haver mais que um PCC identificado num processo.

Para determinação dos PCCs geralmente utilizam-se as seguintes ferramentas:

- Matriz de risco (Anexo 1);
- Árvore de decisão (Figura 10) – que consiste em se fazer uma série de perguntas para cada etapa de elaboração do produto (Figueiredo e Neto, 2001; Furtini e Abreu, 2006).

A árvore de decisão deve ser usada como orientação para determinar os PCCs e sua aplicação deve ser flexível (pode não ser aplicável a todas as situações, outras abordagens podem ser utilizadas) (Figueiredo e Neto, 2001; CAC, 2003).

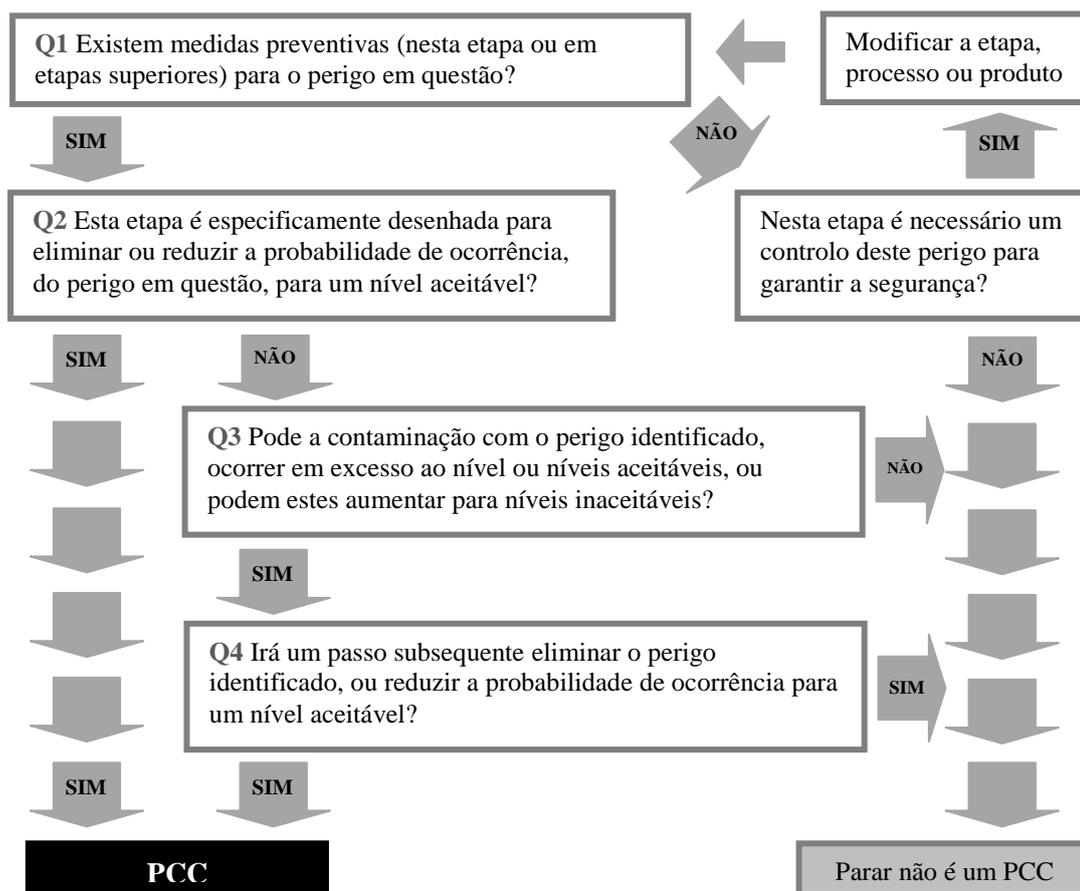


Figura 10. Árvore de decisão utilizada para determinar quando uma etapa, ponto ou procedimento particular no processo ou preparação de alimentos, deve ser considerada PCC (Bolton e Maunsell, 2004).

Muitos pontos críticos de controlo surgem numa análise de riscos irreal, enquanto poucos PCCs identificados indicam que podem existir riscos que não foram considerados. Por isso, a etapa de identificação dos PCCs é um aspeto crítico do estudo de HACCP. Note-se que existem algumas partes do processo ou equipamento que a empresa quer monitorar, mas não são PCCs levantados pelo HACCP. Estes pontos podem ser identificados como pontos de controlo da qualidade e são controlados para evitar um desvio nos PCCs que protegem a saúde pública (Figueiredo e Neto, 2001).

Etapa 8: Estabelecimento dos Limites Críticos para cada PCC (Princípio 3)

Para cada PCC devem-se estabelecer limites críticos. Em alguns casos, poderá ser determinado mais do que um limite crítico para uma determinada etapa (CAC, 2003). Os critérios frequentemente utilizados incluem medidas de temperatura, tempo, teor de humidade, pH, a_w , cloro disponível, assim como parâmetros sensoriais, tais como aspeto e textura (CAC, 2003; Ribeiro-Furtini e Abreu, 2006).

Os limites críticos são aqueles que separam os produtos aceitáveis dos inaceitáveis, podendo ser qualitativos ou quantitativos (Figueiredo e Neto, 2001; Ribeiro-Furtini e Abreu, 2006). Cada parâmetro estabelecido deve ter o seu limite crítico estabelecido, de forma a manter a visão clara das medidas de controlo dos PCCs. O estabelecimento desses limites deve estar baseado nos conhecimentos disponíveis tais como: legislação, literatura científica, dados de pesquisas reconhecidas, normas internas da empresa, etc. (Figueiredo e Neto, 2001). Sempre que se utilizam guias de HACCP elaborados por especialistas para estabelecer os limites críticos, deve-se garantir que esses limites sejam plenamente aplicáveis à operação específica e ao produto ou grupo de produtos em questão (CAC, 2003). O Regulamento (CE) 852/2004 refere que “é necessário reconhecer que, em pequenas empresas do sector alimentar, não é possível identificar PCCs e que, em certos casos, as boas práticas de higiene podem substituir a monitorização dos PCCs. Do mesmo modo, o requisito que estabelece “limites críticos” não implica que é necessário fixar um limite numérico em cada caso”.

Etapa 9: Estabelecimento Procedimentos de Monitorização para cada PCC (Princípio 4)

A monitorização é a medição ou observação programada de um PCC em relação aos seus limites críticos. Os procedimentos de monitorização devem permitir detetar a perda de controlo do PCC. A maioria dos procedimentos de monitorização de PCCs necessitará de ser executada com rapidez, uma vez que se referem a processos contínuos, não havendo possibilidade para efetuar testes analíticos demorados. As medições físicas e químicas são frequentemente preferíveis aos testes microbiológicos uma vez que podem ser efetuadas rapidamente e podem frequentemente indicar o controlo microbiológico do produto (Figueiredo e Neto, 2001; CAC, 2003; Ribeiro-Furtini e Abreu, 2006).

Todos os registos e documentos associados à monitorização de PCCs devem ser assinados pela(s) pessoa(s) que executam a monitorização e por um funcionário da empresa responsável pela sua verificação (CAC, 2003; Ribeiro-Furtini e Abreu, 2006).

Etapa 10. Estabelecimento das Ações Corretivas (Princípio 5)

As ações corretivas específicas devem ser desenvolvidas para cada PCC no sistema HACCP, de forma a lidar com os desvios que possam ocorrer. As ações devem garantir que seja retomado o controlo do PCC. As ações adotadas devem também incluir o destino adequado dado ao produto afetado (Figueiredo e Neto, 2001; CAC, 2003; Ribeiro-Furtini e

Abreu, 2006). Os desvios e procedimentos para disposição dos produtos devem estar documentados (CAC, 2003).

Etapa 11. Estabelecimento de procedimentos para verificação do sistema de HACCP (Princípio 6)

Devem ser estabelecidos procedimentos para verificação do sistema HACCP. Para determinar se o sistema HACCP funciona corretamente devem ser usados métodos de verificação e de auditoria, procedimentos e testes, incluindo amostragem aleatória e análises. A frequência de verificação deve ser suficiente para confirmar que o sistema HACCP funciona eficazmente (Figueiredo e Neto, 2001; CAC, 2003; Ribeiro-Furtini e Abreu, 2006).

Os exemplos de atividades de verificação incluem:

- A revisão do sistema e do plano HACCP, bem como dos seus registos;
- A revisão dos desvios e do destino dos produtos;
- A confirmação de que os PCCs são mantidos sob controlo (CAC, 2003).

Etapa 12. Estabelecimento de documentação e manutenção de registos (Princípio 7)

Para aplicação do sistema HACCP é essencial que a manutenção dos registos seja eficiente e correta (organizar método de gestão de toda a documentação). Todos os procedimentos do sistema HACCP devem ser documentados (Figueiredo e Neto, 2001; Bolton e Maunsell, 2004; Ribeiro-Furtini e Abreu, 2006).

São exemplos de documentação:

- A análise de perigos;
- A determinação dos PCC;
- A determinação dos limites críticos.

São exemplos de registo:

- As atividades de monitorização dos PCC;
- Os desvios e ações corretivas correspondentes;
- Os procedimentos de verificação efetuados;
- As modificações no plano HACCP (Bolton e Maunsell, 2004).

III. METODOLOGIA HACCP – Elaboração de um plano de HACCP para o croissant tradicional salgado

III. 1. Pré-requisitos do HACCP

Em qualquer setor alimentar, para que a aplicação do sistema HACCP seja efetuada com êxito, é necessário primeiramente estabelecer um programa de pré-requisitos de HACCP. O controlo só é atingido quando se cumpre com o programa de pré-requisitos e o Plano de HACCP. Os programas de pré-requisitos exigidos para o sector alimentar, são aqui apresentados em seguida de uma forma sucinta.

III.1.1. Instalações, Equipamentos e Viaturas de transporte

As instalações alimentares devem permitir a aplicação de boas práticas de higiene, incluindo a proteção contra a contaminação entre e durante as operações.

De acordo com o Regulamento (CE) 852/2004, “Pela sua disposição relativa, concepção, construção, localização e dimensões, as instalações do sector alimentar devem:

a) Permitir a manutenção e a limpeza e/ou desinfecção adequadas, evitar ou minimizar a contaminação por via atmosférica e facultar um espaço de trabalho adequado para permitir a execução higiénica de todas as operações;

b) Permitir evitar a acumulação de sujidade, o contacto com materiais tóxicos, a queda de partículas nos géneros alimentícios e a formação de condensação e de bolores indesejáveis nas superfícies;

c) Possibilitar a aplicação de boas práticas de higiene e evitar nomeadamente a contaminação e, em especial, o controlo dos parasitas;

d) Sempre que necessário, proporcionar condições adequadas de manuseamento e armazenagem a temperatura controlada, com uma capacidade suficiente para manter os géneros alimentícios a temperaturas adequadas e ser concebidas de forma a permitir que essas temperaturas sejam controladas e, se necessário, registadas”.

As superfícies e equipamentos devem ser de materiais lisos, impermeáveis, não tóxicos e resistentes à correção e desinfetantes. Os equipamentos devem ser instalados de forma a permitir a manutenção e higienização adequadas. Todos os equipamentos de frio devem possuir capacidade suficiente para manter os alimentos a temperatura corretas. Os equipamentos de refrigeração, congelação e ultracongelação devem estar equipados como

sistemas de monitorização de temperatura e têm de ser periodicamente calibrados, de forma a verificar que a temperatura digitada no visor da câmara é a prevista. Este tipo de equipamentos devem ser sujeitos a um plano regular de higienização (atenção à acumulação de gelo, que dificulta a limpeza e desinfeção das mesmas), previamente elaborado na empresa.

De acordo com o Regulamento (CE) nº 852/2004, no *capítulo V - Requisitos aplicáveis ao equipamento*, todos os utensílios, aparelhos e equipamento que entrem em contacto com os alimentos devem ser fabricados com materiais adequados e mantidos em boas condições de arrumação e bom estado de conservação, de modo a minimizar qualquer risco de contaminação.

As viaturas de transporte devem obedecer a um conjunto de requisitos gerais que permita o transporte de géneros alimentícios de acordo com a legislação em vigor.

III.1.2. Plano de Higienização

Na indústria alimentar a higienização é fundamental para minimizar o risco de todo o tipo de contaminações. Para tal, os operadores das empresas alimentares devem manter as suas instalações, equipamentos, utensílios e veículos de transporte em bom estado de higienização.

A existência de um programa de limpeza e de instruções de limpeza facilita este processo, pelo que devem ser implementado um Plano de Higienização onde conste informação relativa à superfície a higienizar, detergente/desinfetante a utilizar e respetiva dosagem, modo de higienização e periodicidade. A higienização deve ser realizada por funcionários com formação adequada, de acordo com o definido no Plano de Higienização. Os detergentes/desinfetantes utilizados têm de ser adequados para o sector alimentar, estar acondicionados em armário próprio e identificado. As fichas técnicas e de segurança dos detergentes e desinfetantes utilizados são solicitadas aos fornecedores.

III.1.3. Controlo de Pragas

Tendo em conta que as pragas podem colocar em risco a saúde pública, por contaminação microbiana dos alimentos, devem tomar-se medidas de prevenção eficazes, de forma a eliminá-las das áreas de processamento. Em todas as empresas do sector alimentar tem de existir um plano de desinfestação, definido por técnicos especializados (Empresa de Controlo de Pragas), de modo a ser adequado ao tipo de pragas existentes no local.

III.1.4. Controlo analítico (água, alimentos, superfícies e mãos de manipuladores)

De forma a garantir a produção de alimentos seguros devem ser efetuadas regularmente análises físico-químicas e microbiológicas a água e alimentos e análises microbiológicas às mãos de manipuladores e superfícies de trabalho. A água utilizada na indústria alimentar tem de ser própria para consumo e obedecer à legislação nacional em vigor – Decreto-lei 306/2007, de 27 de agosto. Todas as torneiras devem estar devidamente identificadas.

A análise microbiológica ao produto final deve obedecer ao Regulamento (CE) n° 1441/2007, de 5 dezembro que altera o Regulamento (CE) n° 2073/2005 de 15 de novembro.

III.1.5. Gestão de resíduos

Os resíduos alimentares, subprodutos não comestíveis e outros resíduos devem ser tratados, transportados e descartados, diariamente para locais adequados, afastados das instalações, de forma a minimizar a contaminação dos alimentos, das instalações e das superfícies/equipamentos (principalmente se em contacto com alimentos) e abastecimento de águas.

O circuito de recolha e eliminação dos lixos deve ser diferente do circuito dos alimentos, permitindo no final o acondicionamento do lixo em local próprio. A separação dos diferentes tipos de resíduos: cartão, vidro, resíduos líquidos, resíduos alimentares, deve ser realizada. Os óleos de fritura têm de se colocar em recipientes próprios e devidamente identificados, de forma a serem recolhidos e reciclados por empresas especializadas. Também os subprodutos de origem animal devem ser separados e colocados em local adequado até à sua recolha por parte de empresas aprovadas para o seu tratamento/armazenamento, de acordo com o Regulamento (CE) n° 1774/2002 de 3 de outubro (alterado pelo Regulamento (CE) n° 1432/2007, de 5 de dezembro).

III.1.6. Controlo de fornecedores e receção de matéria-prima e embalagens

Os operadores do sector alimentar, de forma a cumprir com a legislação alimentar, não devem aceitar matérias-primas (MPs), ingredientes e embalagens, que apresentem ou possam apresentar contaminação por: MOs patogénicos ou substâncias tóxicas, pragas,

corpos estranhos ou substâncias em decomposição. Todos os alimentos devem ser inspecionados no ato de receção por parte de um responsável do estabelecimento.

A empresa deve-se preocupar em obter MP e material de embalagem, a fornecedores qualificados. De forma a comprovar que a empresa fornecedora está a cumprir com os requisitos exigidos a nível de qualidade e segurança das MPs, devem ser solicitados os seguintes documentos: declaração que comprove a implementação de um Sistema de Segurança Alimentar; certificados de conformidade e fichas técnicas das matérias-primas, assim como documento comprovativo de que possui licença de exploração industrial e Número de Controlo Veterinário (quando se trata de fornecedores de matérias-primas de origem animal não transformada). Toda a MP fornecida deverá permitir a respetiva rastreabilidade. A unidade alimentar deve possuir uma Lista de Verificação para aplicação aquando da entrega de géneros alimentícios. Esta lista de regras deverá incluir a adequação do veículo de transporte, verificação dos lotes e datas de durabilidade mínima ou de limite de consumo das MPs, o estado das embalagens, a verificação da temperatura dos géneros alimentícios (refrigerados e congelados).

Após a receção de MP, esta tem de ser encaminhada para locais destinados à sua armazenagem. As MPs devem estar separadas dos alimentos produzidos, de modo a prevenir contaminações cruzadas. Todas as MPs perecíveis, de risco elevado, devem ser armazenadas em locais adequadas de acordo com as instruções de temperatura de armazenagem indicadas nos rótulos (refrigerados ou congelados). A armazenagem deve ser efetuada permitindo a rotação dos stocks na base do FIFO (“First In, First Out”) - primeiro a entrar, primeiro a sair e FEFO (“First Expire, First Out”) - primeiro a expirar, primeiro a sair.

III.1.7. Plano de Saúde e Higiene Pessoal

As toxinfecções alimentares surgem na sua maioria, devido a não se cumprir as boas práticas de higiene. Os manipuladores são muitas vezes os responsáveis pelas toxinfecções, através das bactérias *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Os MOs podem desenvolver-se em certas partes do organismo, como cabelo, nariz, boca, garganta, intestino, pele e unhas, daí a importância de haver por parte dos manipuladores uma boa higiene pessoal e responsabilidade a nível do seu estado de saúde, de forma a evitar e minimizar o risco de contaminação dos alimentos.

Os operadores do setor alimentar devem criar e documentar regras de higiene pessoal a cumprir por todos os funcionários e fornecer vestuário adequado para todos os

funcionários e visitantes; assegurar que os manipuladores de alimentos são supervisionados e possuem informação/instrução e formação adequadas, em matéria de higiene alimentar, para o desempenho das suas funções; garantir que é cumprida a legislação a nível de Medicina do Trabalho (avaliação médica de todos os funcionários).

III.1.8. Formação

Os colaboradores da empresa alimentar devem ter formação contínua, principalmente a nível de Higiene e Segurança Alimentar e Segurança no Trabalho. Sempre que um novo operador da área alimentar inicie atividade na empresa é importante que lhe seja dada formação antes ou no seu primeiro dia de trabalho. A empresa alimentar deve possuir um Plano de Formação Anual, o qual deve especificar os temas a abordar em cada formação.

III.1.9. Controlo de temperaturas

Nas instalações devem existir todas as condições necessárias à realização das operações de aquecimento, arrefecimento, refrigeração e congelação, assim como equipamentos para o armazenamento de alimentos refrigerados ou congelados. Quando necessário, deve ser efetuado o controlo da temperatura do ambiente a fim de garantir a segurança alimentar.

III.1.10. Manutenção e Calibração de instrumentos de medida

A empresa alimentar deve definir um Plano de Manutenção Preventiva de equipamentos e instalações para assegurar a sua conservação em condições adequadas e evitar que estes comprometam a Higiene e Segurança Alimentar. Todo o material de medição, ensaio, monitorização ou inspeção deve ser regularmente calibrado.

III.1.11. Rastreabilidade

Todas as empresas do sector alimentar devem possuir um plano de rastreabilidade de forma a garantir que, em caso de suspeita de que um produto possa constituir um risco para a saúde pública, este seja facilmente identificado (através do lote) e seja efetuada a sua retirada ou bloqueio do mercado (gestão de incidentes). O sistema de rastreabilidade deve incluir a rastreabilidade a montante (origem das matérias-primas) e a rastreabilidade a jusante (destino do produto final).

No sector de padaria/pastelaria a única forma de efetuar o rastreio do produto é através da realização de um mapa de produção onde conste informação relativa às MP/ingredientes usadas e respetiva quantidade e o lote respeitante à elaboração do produto.

III.1.12. Gestão de reclamações

Os gestores das empresas devem dispor de procedimentos adequados para responder às reclamações por parte do consumidor, bem como para atuar em situações de emergência (necessidade de retirada de produto do mercado) que possam afetar a Segurança Alimentar.

III. 2. Plano de HACCP

Após o estabelecimento do programa de pré-requisitos, o plano HACCP pode ser desenvolvido e implementado. Os planos de HACCP visam garantir a segurança dos géneros alimentícios de acordo com o *Codex Alimentarius*, ao longo de todo o processo produtivo, desde a receção de MP até à venda/distribuição do produto alimentar.

O plano de HACCP é constituído por doze etapas, das quais sete constituem os princípios de HACCP.

III.2.1. Etapa 1- Formação da Equipa de HACCP

A Equipa de HACCP deveria ser, idealmente, formada pelos seguintes elementos:

- responsável de Qualidade (diretor e/ou supervisor da Qualidade);
- diretor de produção;
- chefe de linha;
- responsável pela manutenção;
- supervisor de compras;
- e por um elemento de uma empresa prestadora de serviços de externa.

Em pequenas empresas, a equipa de HACCP é constituída somente pelo gestor (dono) da empresa, que é muitas vezes o responsável pelas compras e manutenção, pelo responsável pela elaboração do produto e por um elemento, geralmente de uma empresa externa, responsável pela implementação do sistema HACCP.

Neste caso, a equipa de HACCP é constituída pelo gerente da empresa, pelo chefe de produção, pelo responsável pelas compras e manutenção e por dois elementos com formação em Bioquímica e Química Alimentar (um dos elementos faz parte do quadro interno da empresa e outro pertence a uma empresa exterior). No entanto sempre que necessário são chamados os responsáveis pela elaboração do produto.

III.2.2. Etapas 2 e 3 - Descrição do produto e Identificação/determinação do uso pretendido do produto

A descrição e determinação do uso pretendido do croissant tradicional salgado encontram-se na Tabela 5. Nas pequenas empresas os produtos pré-embalados são muito poucos, a maioria dos produtos é vendido a granel, não sendo por isso efetuado o pedido de análise para as características físico-químicas. As instruções de rótulo e de utilização não são aplicáveis neste caso.

Tabela 5. Descrição e determinação do uso pretendido do produto.

DESCRIÇÃO DO PRODUTO													
Denominação do produto	Croissant tradicional salgado												
Descrição	Produto folhado obtido a partir da mistura de farinha de trigo, água, fermento, ovo, sal e manteiga. O aspecto folhado do croissant é obtido através da adição de manteiga em camadas alternadas à massa.												
Ingredientes	Farinha de trigo tipo 55, manteiga, açúcar, água, ovo, levedura de panificação, sal e melhorante.												
Características gerais do produto	<p>Características microbiológicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantificação de <i>Enterobacteriaceae</i>*: Máximo 100 UFC/g • Pesquisa de <i>Salmonella spp.</i>*: Ausência em 25 g • Quantificação de <i>E. coli</i>: Máximo 10 UFC/g • Quantificação de Coliformes: Máximo 100 UFC/g • Quantificação de Estafilococos coagulase positiva: Máximo 100 UFC/g • Bolores: Máximo 500 UFC/g • Leveduras: Máximo 500 UFC/g <p>*Parâmetros obrigatórios de acordo com Regulamento (CE) n.º 1441/2007 e regras internas da empresa</p>												
	<p>Características físico-químicas</p> <table border="0"> <tr> <td>• Hidratos de carbono totais</td> <td>• Açúcares totais</td> </tr> <tr> <td>• Gordura total</td> <td>• Cinza total</td> </tr> <tr> <td>• Humidade</td> <td>• Fibra alimentar total</td> </tr> <tr> <td>• Proteína total</td> <td>• Fibra bruta</td> </tr> <tr> <td>• Ácidos gordos saturados</td> <td>• Sódio</td> </tr> <tr> <td></td> <td>• Valor energético</td> </tr> </table>	• Hidratos de carbono totais	• Açúcares totais	• Gordura total	• Cinza total	• Humidade	• Fibra alimentar total	• Proteína total	• Fibra bruta	• Ácidos gordos saturados	• Sódio		• Valor energético
	• Hidratos de carbono totais	• Açúcares totais											
• Gordura total	• Cinza total												
• Humidade	• Fibra alimentar total												
• Proteína total	• Fibra bruta												
• Ácidos gordos saturados	• Sódio												
	• Valor energético												
Sem adição de corantes e conservantes													
Rotulagem (so é obrigatória quando se trata de um produto pré-embalado)	Denominação de venda; Lista de ingredientes; Data limite de consumo ou Data de durabilidade mínima; Quantidade líquida; Nome, Firma ou denominação e morada do produtor; Local de Origem; Condições especiais de conservação; Lote; Número de Controlo Veterinário												
Apresentação	Embalagem destinadas ao contato com alimentos												
Validade	24 horas (trata-se de um produto de fabrico diário)												
Distribuição	Veículos de transporte de produtos alimentares												
Conservação	Conservar em local seco e fresco; Proteger do sol												
USO PRETENDIDO DO PRODUTO													
Destino do produto	Consumidor em geral												
População Alvo	Consumidor geral, exceto o consumidor hipersensível (alérgico e/ou intolerante) a um ou mais dos seguintes ingredientes: <ul style="list-style-type: none"> • cereais que contêm glúten e produtos à base de cereais; • ovos e produtos à base de ovos; • leite e produtos à base de leite, incluindo lactose. 												
Recomendações	(não aplicável)												

III.2.3. Etapa 4 – Elaboração do fluxograma

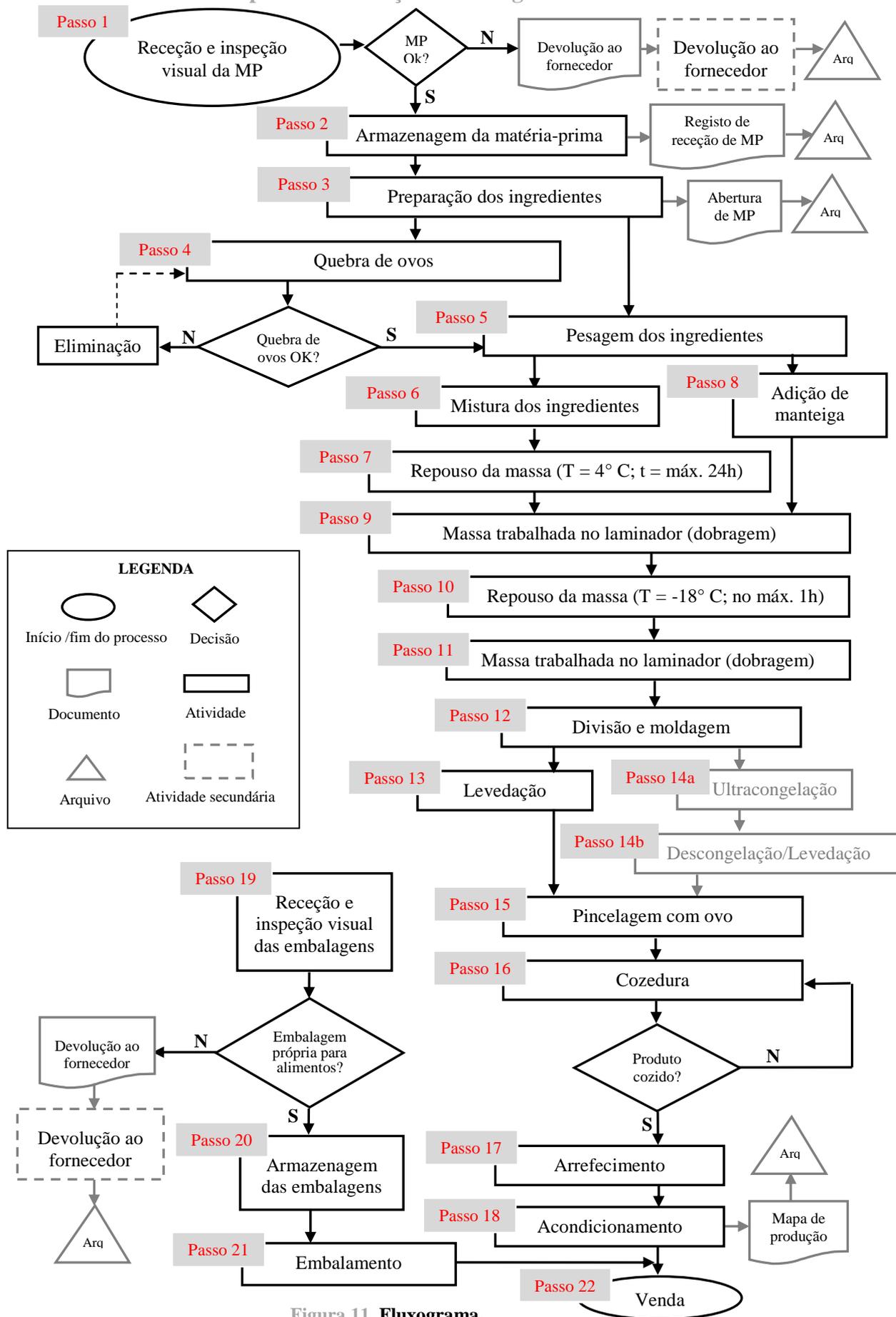


Figura 11. Fluxograma.

III.2.3.1. Descrição do Fluxograma

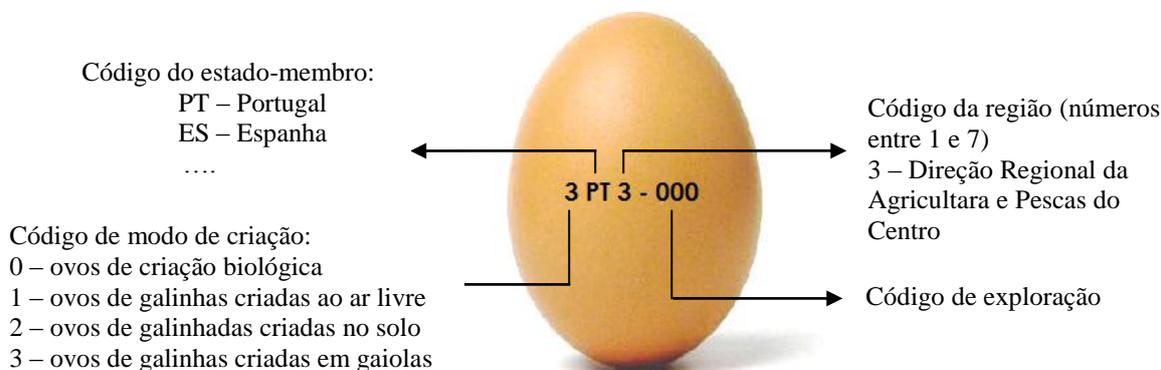
Passo 1 – Receção e inspeção visual da matéria-prima

As MPs provêm de fornecedores qualificados sendo que, aquando a sua receção, o responsável da empresa verifica se estas estão conformes. Todos os alimentos devem ser inspecionados quanto às suas características, assim que forem rececionados no estabelecimento. Nesta fase é preenchido um documento de receção de MP onde consta a informação mais relevante da mesma para a rastreabilidade (Data, Nome do produto, Nome do fornecedor, Quantidade, Lote, Validade, ...).

Aos fornecedores é solicitado anualmente um documento que comprove a implementação do sistema HACCP (declaração de HACCP) e as fichas técnicas dos produtos. Além destes documentos, também é solicitado periodicamente uma cópia das análises realizadas à MP. Quando se deteta na inspeção visual da matéria-prima alguma não conformidade (contaminação física, embalagem suja ou danificada, rotulagem incompleta, validade expirada,...) procede-se a uma devolução da mesma. As MPs rececionadas para produção do croissant são: a farinha de trigo do tipo 55, a manteiga, o açúcar, o ovo, a levedura de panificação, o sal e o melhorante ou aditivo.

Na receção de ovos frescos, verificar-se se os ovos são provenientes de explorações devidamente autorizadas, se possuem marca de exploração, lote, validade e ainda o seu aspeto físico (os ovos devem-se apresentar limpos, secos, isentos de odores estranhos, eficazmente protegidos dos choques e ao abrigo da exposição direta ao sol; os ovos que se encontram partidos ou rachados devem ser rejeitados; ovos com pintas vermelhas de sangue, sinais de fezes ou pragas é motivo para devolução de todo o produto rececionado).

A codificação dos ovos está descrita no esquema que se segue:



Passo 2 – Armazenagem da matéria-prima

As MPs são armazenadas e conservadas em condições adequadas que evitem a sua deterioração e as protejam de qualquer tipo de contaminação e conforme as especificações técnicas, ou seja, conforme as indicações dadas pelo fornecedor relativamente à temperatura (e também de acordo com o seu prazo de validade). A manteiga e o fermento, tratando-se de matérias-primas que necessitam de ambiente refrigerado ($T = 4 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$), têm prioridade no acondicionamento. A farinha de trigo tipo 55, o ovo, o açúcar e o sal são acondicionados à temperatura ambiente. Relativamente ao ovo, este é acondicionado em local fresco e seco. O funcionário responsável pela receção da MP também é responsável pelo seu acondicionamento e tem possui formação adequada para executar estas tarefas.

Após acondicionamento é efetuado o registo de receção da mercadoria que deve incluir o nome do artigo, nome do fornecedor, lote, validade, quantidade recebida, nº de documento e ainda uma check-list com o conjunto de características a que deve ser realizada a inspeção visual, de forma a se aceitar ou rejeitar a MP.

Passo 3 – Preparação de ingredientes

A preparação dos ingredientes deve ser feita cuidadosamente de forma a não existir troca de ingredientes. A partir deste passo, e até ao passo de acondicionamento, encontramos-nos na área de produção. O funcionário responsável pela elaboração do produto prepara os diferentes ingredientes e efetua a abertura de matéria-prima (deve incluir pelo menos o nome do produto, fornecedor, lote e validade) – registo utilizado para saber quais as matérias que foram abertas em cada dia de produção. Este registo, juntamente com o Mapa de produção (produtos e quantidades produzidas diariamente), permite dar continuidade ao processo de rastreabilidade.

Passo 4 – Quebra de ovos

A quebra de ovos tem que ser realizada de forma a evitar a contaminação cruzada. Os manipuladores partem o ovo numa taça e colocam-o em outra devidamente higienizada, tendo em conta as boas práticas de higiene. A higienização das mãos deve ser efetuada antes e após a realização desta tarefa.

Passo 5 – Pesagem dos ingredientes

A pesagem dos ingredientes é um passo muito importante, uma vez que a adição por excesso ou por defeito dos vários ingredientes terá influência negativa no produto final. No entanto, no caso da água, é comum existirem alterações na quantidade adicionada, já que esta tem como função a hidratação de proteínas presentes na farinha, podendo as farinhas variar ligeiramente na sua composição.

Passo 6 – Mistura dos ingredientes

Neste passo é efetuada a mistura dos vários ingredientes. A água, como já referido anteriormente, vai hidratar as proteínas da farinha de trigo responsáveis pela formação do glúten (as gluteninas e as gliadinas). A formação da rede de glúten só é possível por ação mecânica (batedura). Os diferentes ingredientes geralmente são misturados em simultâneo, à exceção da levedura e da manteiga, que são adicionados posteriormente. A adição do ovo e da manteiga contribuem principalmente para a estabilização das bolhas de gás incorporadas na massa e para a suavidade do miolo, assim como para o sabor e cor. O açúcar serve de alimento à levedura e contribui para o sabor e aroma. Na elaboração do croissant tradicional salgado é usada uma farinha de trigo tipo 55, que é uma farinha não corrigida, ou seja, sem aditivos e auxiliares tecnológicos, pelo que se torna fundamental a adição de um melhorante/aditivo à massa. Os aditivos são compostos fundamentalmente por emulsionantes, ácido ascórbico e amilases. Os emulsionantes podem ser de dois tipos: os que formam complexos com o amido presente na farinha de trigo, favorecendo a macieza do produto e prevenindo o envelhecimento do produto, e os que interagem com as proteínas, fortalecendo a massa pelo aumento da capacidade do glúten de formar um filme que retém o dióxido de carbono produzido pela fermentação. O emulsionante presente na produção do croissant tradicional salgado é o E472e (ésteres monoacetiltartáricos e diacetiltartáricos de mono e diacilglicéridos), emulsionante do segundo tipo, ou seja, um emulsionante que interage com as proteínas para fortalecer a massa. O ácido ascórbico vai exercer um efeito oxidante sobre as propriedades da massa após a sua oxidação pelo oxigénio durante a mistura de ingredientes e o repouso da massa. Este agente oxidante atua diretamente sobre a estrutura das proteínas do glúten, reforçando a rede deste através das ligações de dissulfeto, levando a um aumento da retenção de gases, o que resulta num maior volume do produto final. As amilases aumentam a disponibilidade de açúcares fermentáveis na massa. Estas enzimas são responsáveis pela hidrólise do amido em maltose e glucose, que servem como substrato pela levedura para produzir dióxido de

carbono e etanol pela fermentação alcoólica. O sal adicionado também desempenha um papel fundamental, uma vez que tem um efeito de retardamento da atividade da levedura, permitindo um controlo da fermentação e, conseqüentemente, da textura mediante o reforço do glúten (a adição de um excesso de sal destrói algumas das células da levedura e torna a massa pegajosa; no entanto, com pouco sal, conduz a uma levedação demasiado rápida, levando à formação de um produto de volume abaixo do desejado).

As propriedades reológicas da massa também estão relacionadas com a quantidade e a composição das proteínas da farinha, as quais são desenvolvidas para promover certo grau de elasticidade na massa para laminação. No entanto, durante o processo de mistura devido ao trabalho mecânico, há alterações a nível das interações que levam a uma perda da elasticidade da massa, pelo que é imprescindível que a massa repouse de forma a recuperar a sua elasticidade.

Passo 7 – Repouso da massa

A massa é colocada em repouso em meio refrigerado ($T = 5 \pm 2$ °C). O repouso em frio tem como objetivos a recuperação da elasticidade da massa e a minimização da atividade da levedura. Somente no passo de levedação se pretende que haja um aumento de volume do produto.

Passo 8 – Adição de manteiga

O objetivo da adição de manteiga é produzir muitas camadas alternadas de massa e gordura que permitam ao produto, após cozedura, ficar com um aspeto folhado. A manteiga é usada para melhorar a elevação/volume do produto e conferir suavidade ao miolo (em níveis mais elevados de adição), além de melhorar as qualidades gustativas.

A manteiga deve ser mantida em ambiente refrigerado até à sua incorporação na massa, dado que o ponto de fusão natural da manteiga é relativamente baixo (25-28 °C) passando facilmente ao estado líquido sob condições de padaria normais (ocorreria união das camadas adjacentes da massa, perdendo-se o efeito de camadas sucessivas desejado). A manteiga, ao ser retirada do frio, é batida com um rolo, uma vez que a manteiga é significativamente mais dura do que a massa à temperatura de refrigeração, pelo que a gordura não se espalharia uniformemente entre as camadas de massa, sendo provável que as perfurasse.

Para a obtenção das várias camadas alternadas de massa e manteiga do croissant pode ser usado mais do que um método. Na Figura 12 está representado um dos métodos, conhecido como “método francês”, a título de exemplo. Este método consiste no seguinte: primeiramente estica-se a massa até formar um quadrado, depois adiciona-se a manteiga previamente batida no centro da massa. Após colocação da manteiga, dobra-se cada um dos cantos da massa até ao centro do quadrado.

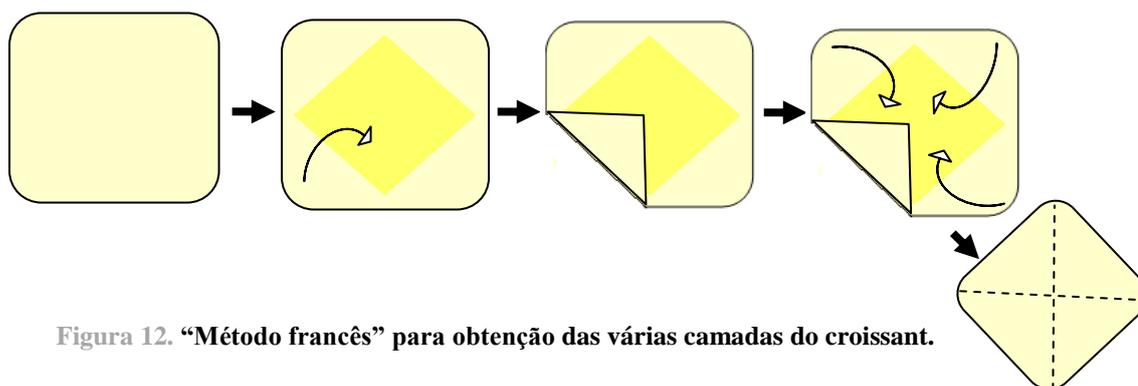


Figura 12. “Método francês” para obtenção das várias camadas do croissant.

Passo 9 – Massa trabalhada no laminador

Após a incorporação da manteiga, a massa é trabalhada no laminador. A laminação é um processo aplicado em produtos de panificação como o croissant francês e outros produtos folhados e serve para sustentar a estrutura de camadas antes da cozedura e promover uma estrutura quebradiça após cozedura.

Neste passo, a massa, agora com formato retangular, é dividida aproximadamente em três partes. Dobra-se primeiramente 1/3 da massa e só posteriormente a outra parte, conforme mostra a Figura 13.

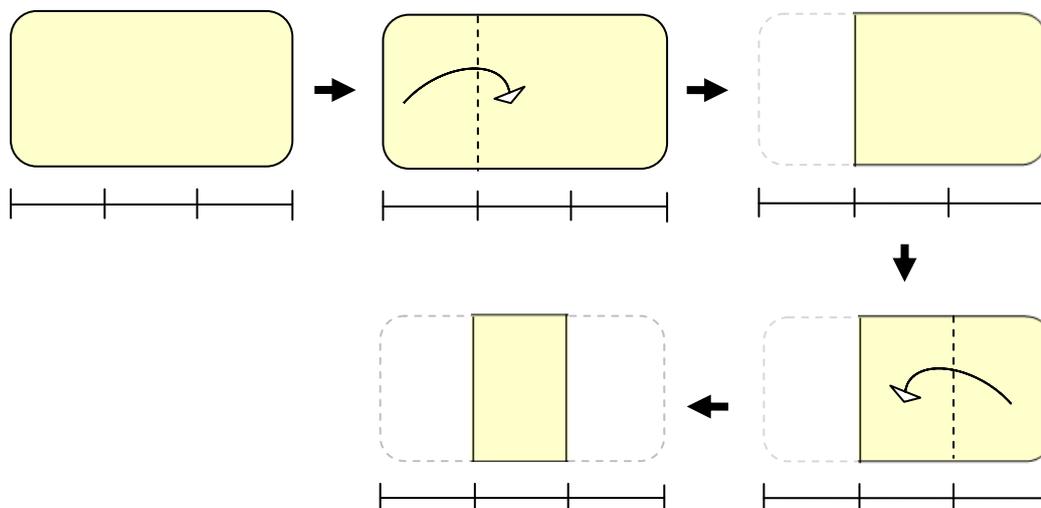


Figura 13. Dobragem da massa.

Neste passo após a primeira fase de dobragem, a massa é rodada 90° e repete-se o procedimento. A abertura e dobragem da massa é efetuada várias vezes até se obter o número desejado de camadas, que pode variar entre 100 a cerca de 700. O método aplicado na Figura 13, conhecido como método de 3 dobras, origina 2 camadas de gordura após a primeira meia volta. A fórmula para o número de camadas de massa é $2(3n-1) + 1$ onde n é o número de meias voltas.

Passos 10 e 11 – Repouso da massa e Massa trabalhada no laminador

Os passos 10 e 11 são equivalentes aos passos 7 e 9. No passo 10 a massa é sujeita novamente ao frio contudo, desta vez, é colocada numa temperatura mais baixa ($T = -18 \pm 2$ °C) por um curto período de tempo (meia hora é suficiente). A dobragem da massa volta a ser feita no passo 11. As dobragens sucessivas permitem a criação de várias camadas.

Passo 12 – Divisão e moldagem

A massa é dividida em triângulos e moldada manualmente (enrolada), adquirindo o formato de um croissant (Figura 14). Os croissants devem ter peso equivalente e devem ser moldados de forma a ficarem com o mesmo número de voltas.



Figura 14. Croissant após divisão e moldagem.

Passo 13 – Levedação

Após divisão e moldagem da massa, os croissants são colocados à temperatura ambiente para levedarem, durante 2h45 a 3h00 (Figura 15). Sempre que necessário os croissants crus podem ser sujeitos a ultracongelação (passo 14a) e posterior descongelação/levedação (14b).

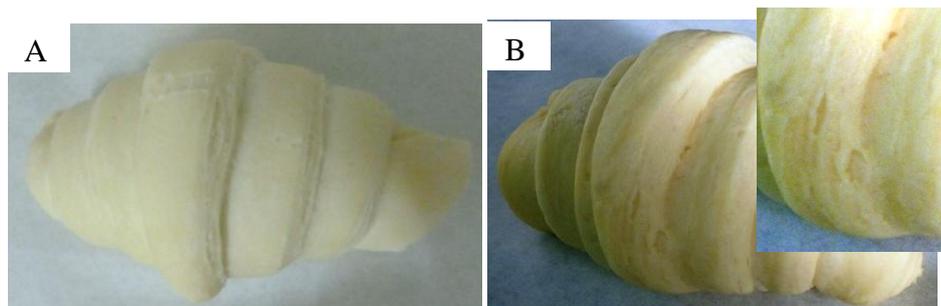


Figura 15. A) Croissant em fase final de levedação; B) Croissant excessivamente levedado (união das camadas).

Passo 14a e 14b – Ultracongelção e Descongelção/Levedação (em algumas situações o produto segue este dois passos em vez de ir logo para levedação)

Os croissants crus são sujeitos a ultracongelção. A ultracongelção é efetuada num abatedor de temperatura para que o produto atinja os $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ no centro o mais rápido possível. Os croissants passam seguidamente para uma câmara de conservação de congelados. Os croissants são sujeitos à descongelção/levedação. A descongelção é efetuada em meio refrigerado ($T = 5 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$), seguindo-se a levedação de cerca de 2h45 à temperatura ambiente. Idealmente, a levedação deveria ser efetuada a uma temperatura controlada.

Passo 15 – Pincelagem com ovo

Os croissants, antes de serem colocados no forno, são pincelados com ovo (Figura 16), que irá permitir dar cor ao produto.



Figura 16. Croissant pincelado com ovo batido.

Passo 16 – Cozedura

A maioria dos produtos laminados alcança a sua elevação máxima no início do processo de cozedura, sendo que no tempo restante ocorre a perda de água que contribui para a textura seca e escamosa característica dos produtos laminados.

Na cozedura, a água liberta-se sob a forma de vapor nas camadas de massa e introduz-se entre as camadas de gordura, o que conduz a um aumento de volume da massa, ficando o produto final com um aspeto escamoso e quebradiço. A gordura cria um meio impermeável e a pressão crescente de vapor em baixo de cada camada impermeável obriga à expansão do produto. A manteiga tem uma temperatura de fusão baixa pelo que, no final da cozedura, a manteiga já fundiu totalmente, proporcionando à massa uma textura amanteigada e delicada. O produto adquire uma cor castanha-dourada (Figura 17) como resultado da ocorrência das reações de Maillard e caramelização. O croissant tradicional salgado é sujeito a uma temperatura de cerca de 200 °C, durante 1 h.



Figura 17. Croissant após cozedura.

A partir deste passo é fundamental que haja cuidados na manipulação do produto até à venda.

Passo 17 – Arrefecimento

O arrefecimento deve ser efetuado corretamente em locais adequados que não permitam a contaminação do produto. Na fase de embalamento, o croissant tem que estar completamente frio de forma a não ocorrer o desenvolvimento de bolores.

Passo 18 – Acondicionamento

Os cuidados na fase de embalamento são essencialmente a nível de manipulação e higiene dos utensílios utilizados.

Passos 19 e 20 – Receção e inspeção das embalagens e Armazenagem das embalagens

No que respeita aos passos 19, receção e inspeção das embalagens, e 20, armazenagem das embalagens, devem ser tomadas precauções idênticas aos passos 1 e 2.

As embalagens são encomendadas a fornecedores qualificados, aos quais é solicitado periodicamente comprovativo de que as embalagens são próprias para estar em contacto com os alimentos (certificado de conformidade). Aquando receção, as embalagens são inspeccionadas pelo responsável da empresa que verifica se estes possuem símbolo alimentar e obedecem a todos os requisitos necessários. As embalagens que se encontrem danificadas ou conspurcadas são rejeitadas ou devolvidas ao fornecedor, conforme os casos. Após receção, as embalagens são acondicionadas em local adequado. Uma vez retiradas da caixa original são guardadas em armário próprio e fechado de forma a evitar a sua contaminação.

Passos 21 e 22 – Embalamento e Venda

No embalamento e venda do croissant tradicional salgado devem ser tomados os mesmos cuidados que no acondicionamento deste produto, ou seja, cuidados a nível de higiene dos utensílios usados e da higiene pessoal. É de salientar que o embalamento a que se refere o passo 21 é somente a colocação do produto em embalagem alimentar no ato de venda, pelo que não deve ser confundido com um pré-embalamento (produto previamente embalado, geralmente destinado a revenda).

III.2.4. Etapa 5 – Verificação do fluxograma *in loco*

O fluxograma do croissant tradicional salgado foi verificado *in loco*, confirmando-se a adequação do mesmo. Realizou-se um acompanhamento de todas as etapas de forma a validar o fluxograma elaborado.

III.2.5. Etapa 6 – Identificação dos perigos associados a cada passo (Princípio 1)

Nesta etapa efetuou-se um levantamento dos perigos associados a cada passo, descrevendo-se as causas e medidas preventivas para cada perigo (Tabela 6).

Tabela 6. Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas.

Passo 1		Princípio 1/Etapa 6 – Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas		
		Descrição do Perigo	Causas	Medidas Preventivas
Receção da matéria-prima e inspeção visual da matéria-prima	Perigo Físico F	Contaminação física: corpos estranhos, pragas, excrementos de pragas, cabelos, ...	Não cumprimento das Boas Práticas de Higiene; Contaminação por parte do material de receção -falha do plano de manutenção (uso de material de receção inadequado ou em mau estado de conservação); Presença de pragas; MP e /ou respetiva embalagem contaminadas;	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Garantir compra a fornecedores qualificados; ➤ Apresentação dos certificados de conformidade das MPs; ➤ Empresa de Controlo de pragas (visitas periódicas); ➤ Inspeção visual das MPs e condições de transporte; ➤ Preenchimento ficha de receção das MP; ➤ Verificar se a matéria-prima rececionada se encontra a temperatura correta; efetuar a receção de MP refrigerada (levedura de panificação e manteiga) o mais rápido possível; ➤ Devolver ao fornecedor MP não conforme; (preenchimento ficha de recusa de MP); ➤ Cumprir as Boas Práticas de Higiene; rever plano de higienização; Cumprir e/ou rever Plano de HACCP; ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar;
	Perigo Químico Q	Q Contaminação química (agentes de limpeza ou embalagens inadequadas)	Não cumprimento das Boas Práticas de Higiene; Acondicionamento inadequado dos detergentes/desinfetantes;	
	Perigo Biológico B	<p>Farinha Contaminação biológica da MP (presença de bolores; <i>Bacillus cereus</i>)</p> <p>Ovos Contaminação biológica da MP: Presença de <i>Salmonella</i>;</p> <p>Outras MPs Contaminação biológica (aspeto estranho, odor desagradável, ...)</p>	Não cumprimento das Boas Práticas de Higiene; Falhas do fornecedor: não higienização ou higienização inadequada dos veículos de transporte; contaminação cruzada; transporte a temperatura inadequada;	

Tabela 6 (cont.). Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas.

Passo 2	Princípio 1/Etapa 6 – Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas		
	Descrição do Perigo	Causas	Medidas Preventivas
Armazenagem da matéria-prima	Perigo Físico F	<p>Não cumprimento das Boas Práticas de Higiene;</p> <p>Falha do plano de manutenção (uso de material de acondicionamento inadequado ou em mau estado de conservação);</p> <p>Presença de pragas;</p> <p>MP e /ou respetiva embalagem contaminadas;</p> <p>MP mal acondicionada (embalagem fechada incorretamente,...);</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene; rever plano de higienização; Cumprir e/ ou rever Plano de HACCP; ➤ Manutenção periódica dos equipamentos; uso de equipamentos adequados e em bom estado de conservação); ➤ Empresa de Controlo de pragas (visitas periódicas); ➤ Armazém devidamente isolado (redes mosquiteiras nas janelas e molas de retorno); ➤ Cumprir com as regras de armazenamento dos produtos (colocação da m.p. distanciadas 20 cm do pavimento e 10cm da parede, em paletes ou prateleiras; respeitar as regras FIFO, (“First In First Out”) e FEFO (“First Expire, First Out”); agrupar os produtos alimentares por famílias; rótulos a acompanhar sempre a matéria-prima e virados para a frente; proteger a MP da humidade, luz solar e calor, ...); verificar se as MPs estão à temperatura correta; Inspeção visual de rotina das MPs em stock; ➤ Acondicionamento adequado dos materiais de limpeza em armário individual fechado e devidamente identificado; ➤ Devolução (acompanhada de ficha de recusa da matéria-prima) ou rejeição da matéria-prima não conforme; ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar;
	Perigo Químico Q	<p>Contaminação química (agentes de limpeza ou embalagens impróprias para contato com alimentos)</p> <p>Não cumprimento das Boas Práticas de Higiene;</p> <p>Contaminação cruzada;</p> <p>Acondicionamento inadequado dos detergentes/desinfetantes;</p>	
	Perigo Biológico B	<p>Não cumprimento das Boas Práticas de Higiene;</p> <p>Não cumprimento das regras de armazenagem; colocação de produto a temperatura inadequada (fermento e manteiga devem ser acondicionados a temperatura refrigerada);</p> <p>Falha na receção da MP (aceitação de produto não conforme – fora de prazo de validade ou com características invulgares);</p> <p>Presença de pragas;</p> <p>Contaminação cruzada;</p>	

Tabela 6 (cont.). Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas.

Passos 3, 5 e 8	Princípio 1/Etapa 6 – Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas		
	Descrição do Perigo	Causas	Medidas Preventivas
Preparação dos ingredientes Pesagem dos ingredientes Adição de manteiga	Perigo Físico F	Contaminação física por corpos estranhos (cabelos, ...)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico; ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com o plano de manutenção (manutenção periódica dos equipamentos); uso de equipamentos adequados e em bom estado de conservação; ➤ Contrato com Empresa de SHST (Segurança, Higiene e Saúde do Trabalho); ➤ Cumprimento das normas de Higiene Pessoal; ➤ Empresa de Controlo de pragas (visitas periódicas); ➤ Rejeição da MP (não cumprimento e/ou revisão do Plano de HACCP);
	Perigo Químico Q	Contaminação química (agentes de limpeza)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Formação dos responsáveis pela higiene dos utensílios em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Uso de equipamentos adequados e em bom estado de conservação;
	Perigo Biológico B	Contaminação biológica por parte do manipulador (<i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>E. coli</i>), utensílios	<ul style="list-style-type: none"> Falta de higiene pessoal e/ou funcionário doente; Falta de higiene de equipamentos/instalações; Contaminação cruzada; Incumprimento das Boas Práticas de Fabrico;

Tabela 6 (cont.). Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas.

Passo 4	Princípio 1/Etapa 6 – Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas		
	Descrição do Perigo	Causas	Medidas Preventivas
Quebra de ovos	Perigo Físico F	Contaminação física por casca de ovo, corpos estranhos, insetos, cabelos, ...	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico (atenção à casca de ovo); ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com o plano de manutenção (manutenção periódica dos equipamentos); uso de equipamentos adequados e em bom estado de conservação; ➤ Contrato com Empresa de SHST; ➤ Cumprir com as normas de Higiene Pessoal; ➤ Empresa de Controlo de pragas (visitas periódicas) ➤ Rejeição da MP (não cumprimento e/ou revisão do Plano de HACCP);
	Perigo Químico Q	Contaminação química (agentes de limpeza; material em contacto com os alimentos)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Formação dos responsáveis pela higiene dos utensílios em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Uso de equipamentos adequados e em bom estado de conservação (Plano de manutenção de equipamentos; Contrato com Empresa de SHST);
	Perigo Biológico B	Contaminação biológica por parte do manipulador (<i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>E. coli</i>) ou equipamentos; Presença de <i>Salmonella</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta de higiene pessoal e/ou funcionário doente; ➤ Falta de higiene de equipamentos/instalações ; ➤ Contaminação cruzada (com outras MPs ou produtos); ➤ Incumprimento das Boas Práticas de Fabrico (incorreta quebra de ovos);

Tabela 6 (cont.). Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas.

Passo 6	Princípio 1/Etapa 6 – Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas		
	Descrição do Perigo	Causas	Medidas Preventivas
Mistura dos ingredientes	Perigo Físico F	Contaminação física por corpos estranhos (cabelos, ...)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico; ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com o plano de manutenção (manutenção periódica dos equipamentos); uso de equipamentos adequados e em bom estado de conservação; ➤ Contrato com Empresa de SHST; ➤ Cumprimento das normas de Higiene Pessoal; ➤ Empresa de Controlo de pragas (visitas periódicas); ➤ Rejeição da MP (não cumprimento e/ou revisão do Plano de HACCP);
	Perigo Químico Q	Contaminação química (agentes de limpeza)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Formação dos responsáveis pela higiene dos utensílios em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Uso de equipamentos adequados e em bom estado de conservação;
	Perigo Biológico B	Contaminação biológica por parte do manipulador (<i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>E. coli</i>), utensílios	<ul style="list-style-type: none"> Falta de higiene pessoal e/ou funcionário doente; Falta de higiene de equipamentos/instalações; Contaminação cruzada; Incumprimento das Boas Práticas de Fabrico;

Tabela 6 (cont.). Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas.

Passos 7 e 10	Princípio 1/Etapa 6 – Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas		
	Descrição do Perigo	Causas	Medidas Preventivas
Repouso da massa	Perigo Físico F	Contaminação física por corpos estranhos (cabelos, ...)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico; ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com o plano de manutenção (manutenção periódica dos equipamentos); uso de equipamentos adequados e em bom estado de conservação; ➤ Contrato com Empresa de SHST; ➤ Cumprir com as normas de Higiene Pessoal; ➤ Empresa de Controlo de pragas (visitas periódicas);
	Perigo Químico Q	Contaminação química (agentes de limpeza)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Formação dos responsáveis pela higiene dos utensílios em Higiene e Segurança Alimentar;
	Perigo Biológico B	Contaminação biológica por parte do manipulador (<i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>E. coli</i>) e/ou utensílios	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contrato com Empresa de SHST (exames médicos periódicos); ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico;

Tabela 6 (cont.). Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas.

Passos 9, 11 e 12	Princípio 1/Etapa 6 – Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas		
	Descrição do Perigo	Causas	Medidas Preventivas
Massa trabalhada no laminador Divisão e moldagem	Perigo Físico F Contaminação física por corpos estranhos (cabelos, ...)	<p>Não cumprimento das Boas Práticas de Higiene;</p> <p>Não cumprimento das Boas Práticas de Fabrico;</p> <p>Falha do plano de manutenção (uso de material inadequado ou em mau estado de conservação);</p> <p>Uso de fardamento inadequado ou colocado inadequadamente;</p> <p>Presença de pragas;</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico; ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com o plano de manutenção (manutenção periódica dos equipamentos); uso de equipamentos adequados e em bom estado de conservação; ➤ Cumprir com as normas de Higiene Pessoal; ➤ Empresa de Controlo de pragas (visitas periódicas);
	Perigo Químico Q Contaminação química (agentes de limpeza)	Mau enxaguamento do recipiente (amassadeira);	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Formação dos responsáveis pela higiene dos utensílios em Higiene e Segurança Alimentar;
	Perigo Biológico B Contaminação biológica por parte do manipulador (<i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>E. coli</i>) e/ou utensílios	<p>Falta de higiene pessoal e/ou funcionário doente;</p> <p>Falta de higiene de equipamentos/instalações;</p> <p>Contaminação cruzada;</p> <p>Incumprimento das Boas Práticas de Fabrico;</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contrato com Empresa de SHST (exames médicos periódicos); ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico;

Tabela 6 (cont.). Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas.

Passo 14b		Princípio 1/Etapa 6 – Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas		
		Descrição do Perigo	Causas	Medidas Preventivas
Levedação	Perigo Físico F	Contaminação física por corpos estranhos (cabelos, ...)	<p>Não cumprimento das Boas Práticas de Higiene;</p> <p>Não cumprimento das Boas Práticas de Fabrico;</p> <p>Falha do plano de manutenção (uso de material inadequado ou em mau estado de conservação);</p> <p>Uso de fardamento inadequado ou colocado inadequadamente;</p> <p>Presença de pragas;</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico; ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com o plano de manutenção (manutenção periódica dos equipamentos); uso de equipamentos adequados e em bom estado de conservação; ➤ Cumprimento das normas de Higiene Pessoal; ➤ Empresa de Controlo de pragas (visitas periódicas);
	Perigo Químico Q	Contaminação química (agentes de limpeza)	Contaminação cruzada;	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Formação dos responsáveis pela higiene dos utensílios em Higiene e Segurança Alimentar;
	Perigo Biológico B	Contaminação biológica – multiplicação microbiana	Contaminação cruzada;	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico; ➤ Controlo do binómio tempo/temperatura durante a levedação;

Tabela 6 (cont.). Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas.

Passo 14a		Princípio 1/Etapa 6 – Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas		
		Descrição do Perigo	Causas	Medidas Preventivas
Ultracongelação	Perigo Físico F	Contaminação física por corpos estranhos (cabelos, ...)	<p>Não cumprimento das Boas Práticas de Higiene;</p> <p>Não cumprimento das Boas Práticas de Fabrico;</p> <p>Falha do plano de manutenção (uso de material inadequado ou em mau estado de conservação);</p> <p>Uso de fardamento inadequado ou colocado inadequadamente;</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico; ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com o plano de manutenção (manutenção periódica dos equipamentos); uso de equipamentos adequados e em bom estado de conservação; ➤ Cumprimento das normas de Higiene Pessoal; ➤ Empresa de Controlo de pragas (visitas periódicas);
	Perigo Químico Q	Contaminação química (agentes de limpeza)	Contaminação cruzada;	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Formação dos responsáveis pela higiene dos utensílios em Higiene e Segurança Alimentar;
	Perigo Biológico B	Contaminação biológica – multiplicação microbiana	<p>Falha do Plano de Manutenção (avaria de equipamento) – multiplicação microbiana;</p> <p>Contaminação cruzada;</p> <p>Congelamento inadequado do produto;</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com o plano de manutenção (manutenção periódica dos equipamentos); Uso de equipamentos adequados e em bom estado de conservação; ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico; ➤ Colocação do produto a temperaturas adequadas (equipamento de congelação: T > -18 °C);

Tabela 6 (cont.). Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas.

Passo 14b	Princípio 1/Etapa 6 – Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas		
	Descrição do Perigo	Causas	Medidas Preventivas
Descongelamento/Levedação	Perigo Físico F	Contaminação física por corpos estranhos (cabelos, ...)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico; ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com o plano de manutenção (manutenção periódica dos equipamentos); uso de equipamentos adequados e em bom estado de conservação; ➤ Empresa de Controlo de pragas (visitas periódicas);
	Perigo Químico Q	Contaminação química (agentes de limpeza)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Formação dos responsáveis pela higiene dos utensílios em Higiene e Segurança Alimentar;
	Perigo Biológico B	Contaminação biológica – multiplicação microbiana	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico; ➤ Controlo do binómio tempo/temperatura durante a descongelamento/levedação;

Tabela 6 (cont.). Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas.

Passo 15		Princípio 1/Etapa 6 – Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas		
		Descrição do Perigo	Causas	Medidas Preventivas
Pincelagem com ovo	Perigo Físico F	Contaminação física por corpos estranhos (cabelos, ...)	<p>Não cumprimento das Boas Práticas de Higiene;</p> <p>Não cumprimento das Boas Práticas de Fabrico;</p> <p>Falha do plano de manutenção (uso de material inadequado ou em mau estado de conservação);</p> <p>Uso de fardamento inadequado ou colocado inadequadamente;</p> <p>Presença de pragas;</p> <p>Matérias-primas contaminadas;</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico; ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com o plano de manutenção (manutenção periódica dos equipamentos); uso de equipamentos adequados e em bom estado de conservação; ➤ Rejeição da matéria-prima (não cumprimento e/ou revisão do Plano de HACCP);
	Perigo Químico Q	Contaminação química (agentes de limpeza; material em contato com alimentos)	<p>Mau enxaguamento dos utensílios usados;</p> <p>Material impróprio para estar em contato com os alimentos;</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Formação dos responsáveis pela higiene dos utensílios em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Uso de equipamentos adequados e em bom estado de conservação;
	Perigo Biológico B	Contaminação biológica por parte dos utensílios	<p>Falta de higiene pessoal e/ou funcionário doente;</p> <p>Falta de higiene de utensílios/instalações;</p> <p>Contaminação cruzada;</p> <p>Incumprimento das Boas Práticas de Fabrico;</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contrato com Empresa de SHST (exames médicos periódicos); ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico;

Tabela 6 (cont.). Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas.

Passo 16		Princípio 1/Etapa 6 – Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas		
		Descrição do Perigo	Causas	Medidas Preventivas
Cozedura	Perigo Físico F	Contaminação física por corpos estranhos (cabelos, ...)	<p>Não cumprimento das Boas Práticas de Higiene;</p> <p>Não cumprimento das Boas Práticas de Fabrico;</p> <p>Falha do plano de manutenção (uso de material inadequado ou em mau estado de conservação);</p> <p>Uso de fardamento inadequado ou colocado inadequadamente;</p> <p>Presença de pragas;</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico; ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com o plano de manutenção (manutenção periódica dos equipamentos); uso de equipamentos adequados e em bom estado de conservação; ➤ Empresa de Controlo de pragas (visitas periódicas);
	Perigo Químico Q	Contaminação química (material em contato com género alimentício – ex. alumínio)	Transmissão de metais pesados;	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Uso de equipamentos de material adequado ou em bom estado de conservação; Substituição do equipamento sempre que este apresente sinais de desgaste; ➤ Uso de material próprio para contato com alimentos; ➤ Formação dos responsáveis pela higiene dos utensílios em Higiene e Segurança Alimentar;
	Perigo Biológico B	Contaminação biológica – multiplicação microbiana Sobrevivência de microrganismos	<p>Contaminação cruzada;</p> <p>Incumprimento das Boas Práticas de Fabrico;</p> <p>Cozedura insuficiente – produto cru;</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico; ➤ Controlo do binómio tempo/temperatura para o produto em questão;

Tabela 6 (cont.). Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas.

Passo 17		Princípio 1/Etapa 6 – Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas		
		Descrição do Perigo	Causas	Medidas Preventivas
Arrefecimento	Perigo Físico F	Contaminação física por corpos estranhos (cabelos, ...)	<p>Não cumprimento das Boas Práticas de Higiene;</p> <p>Não cumprimento das Boas Práticas de Fabrico;</p> <p>Falha do plano de manutenção (uso de material inadequado ou em mau estado de conservação);</p> <p>Uso de fardamento inadequado ou colocado inadequadamente;</p> <p>Presença de pragas;</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico; ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com o plano de manutenção (manutenção periódica dos equipamentos); uso de equipamentos adequados e em bom estado de conservação; ➤ Cumprimento das normas de Higiene Pessoal; ➤ Empresa de Controlo de pragas (visitas periódicas);
	Perigo Químico Q	Contaminação química (agentes de limpeza)	Contaminação cruzada;	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Formação dos responsáveis pela higiene dos utensílios em Higiene e Segurança Alimentar;
	Perigo Biológico B	<p>Contaminação biológica por parte dos utensílios</p> <p>Presença de bolores e/ou leveduras;</p>	<p>Falta de higiene pessoal e/ou funcionário doente;</p> <p>Falta de higiene de utensílios;</p> <p>Contaminação cruzada;</p> <p>Arrefecimento incorreto;</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico;

Tabela 6 (cont.). Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas.

Passos 18 e 21	Princípio 1/Etapa 6 – Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas		
	Descrição do Perigo	Causas	Medidas Preventivas
Acondicionamento Embalamento	Perigo Físico F Contaminação física por corpos estranhos, insetos, cabelos,...	Não cumprimento das Boas Práticas de Higiene; Não cumprimento das Boas Práticas de Fabrico; Falha do plano de manutenção (uso de material inadequado ou em mau estado de conservação); Uso de fardamento inadequado ou colocado inadequadamente; Presença de pragas; Embalagens contaminadas;	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico e de higiene; ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com o plano de manutenção (manutenção periódica dos equipamentos); uso de equipamentos adequados e em bom estado de conservação; ➤ Empresa de Controlo de pragas (visitas periódicas);
	Perigo Químico Q Contaminação química (agentes de limpeza; material em contato com alimentos)	Contaminação cruzada; Material impróprio para contato com géneros alimentícios;	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene - rever plano de higienização; ➤ Uso de equipamentos de material adequado ou em bom estado de conservação; Substituição do equipamento sempre que este apresente sinais de desgaste; ➤ Uso de material próprio para contato com alimentos; ➤ Formação dos responsáveis pela higiene dos utensílios em Higiene e Segurança Alimentar;
	Perigo Biológico B Contaminação biológica por parte do manipulador (<i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>E. coli</i>) e/ou utensílios Presença de bolores e/ou leveduras;	Falta de higiene pessoal e/ou funcionário doente; Falta de higiene de equipamentos/instalações; Contaminação cruzada; Acondicionamento inadequado;	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contrato com Empresa de SHST (exames médicos periódicos); ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Cumprir com as Boas Práticas de Higiene; ➤ Cumprir com o Código de Boas Práticas de Fabrico (acondicionamento adequado – acondicionamento só após arrefecimento suficiente);

Tabela 6 (cont.). Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas.

Passo 19		Princípio 1/Etapa 6 – Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas		
		Descrição do Perigo	Causas	Medidas Preventivas
Receção das embalagens	Perigo Físico F	Contaminação física: corpos estranhos, pragas, excrementos de pragas, cabelos, ...)	<p>Não cumprimento das Boas Práticas de Higiene;</p> <p>Contaminação por parte do material de receção – falha do plano de manutenção (uso de material de receção inadequado ou em mau estado de conservação);</p> <p>Presença de pragas;</p> <p>Embalagens contaminadas;</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Garantir compra a fornecedores qualificados; ➤ Apresentação dos certificados de conformidade das embalagens; ➤ Empresa de Controlo de pragas (visitas periódicas); ➤ Inspeção visual das embalagens e condições de transporte;
	Perigo Químico Q	Contaminação química (agentes de limpeza ou embalagens inadequadas)	<p>Não cumprimento das Boas Práticas de Higiene;</p> <p>Acondicionamento inadequado dos detergentes/desinfetantes;</p> <p>Embalagens de material inadequado;</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Recusar a embalagem quando contaminada e/ou inadequada à indústria alimentar; ➤ Cumprir as Boas Práticas de Higiene; rever plano de higienização; Cumprir e/ou rever Plano de HACCP;
	Perigo Biológico B	Contaminação biológica	<p>Não cumprimento das Boas Práticas de Higiene;</p> <p>Falhas do fornecedor: não higienização ou higienização inadequada dos veículos de transporte; contaminação cruzada;</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar;

Tabela 6 (cont.). Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas.

Passo 20		Princípio 1/Etapa 6 – Análise dos perigos e descrição das medidas preventivas		
		Descrição do Perigo	Causas	Medidas Preventivas
Armazenagem das embalagens	Perigo Físico F	Contaminação física: corpos estranhos, pragas, excrementos de pragas, cabelos, ...)	Não cumprimento das Boas Práticas de Higiene; Contaminação por parte do equipamento para acondicionamento – falha do plano de manutenção (uso de material de receção inadequado ou em mau estado de conservação); Presença de pragas; Embalagens contaminadas;	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir as Boas Práticas de Higiene; rever plano de higienização; Cumprir e/ou rever Plano de HACCP; ➤ Cumprir com o plano de manutenção; (manutenção periódica dos equipamentos; uso de equipamentos adequados e em bom estado de conservação); ➤ Empresa de Controlo de pragas (visitas periódicas);
	Perigo Químico Q	Contaminação química (agentes de limpeza ou embalagens inadequadas)	Não cumprimento das Boas Práticas de Higiene; Acondicionamento inadequado dos detergentes/desinfetantes; Embalagens de material inadequado;	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Armazém devidamente isolado (redes mosquiteiras nas janelas e molas de retorno); ➤ Cumprir com as regras de armazenamento das embalagens (colocação da embalagem em armários exclusivos);
	Perigo Biológico B	Contaminação biológica	Não cumprimento das Boas Práticas de Higiene; Não cumprimento das regras de armazenagem; Contaminação cruzada; Embalagens contaminadas (sujidade, poeiras);	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Acondicionamento adequado dos materiais de limpeza em armário individual fechado e devidamente identificado; ➤ Formação dos colaboradores em Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Rejeitar embalagens de cartão contaminadas;
Venda	Perigos Físico, Químico e Biológico F, Q, B	Não foram identificados perigos neste passo		

III.2.6. Etapa 7 – Aplicação da Árvore de Decisão para a determinação dos PCCs (Princípio 2)

Os perigos podem ser controlados pelos pré-requisitos e/ou pelo Plano de HACCP.

Os perigos que estão associados com a envolvente do estabelecimento alimentar (localização e estruturas, serviços, pessoal, instalações e equipamentos) devem ser controlados pelos pré-requisitos. Já o Plano de HACCP deve centrar-se nos perigos associados diretamente com as etapas de produção de alimentos (armazenagem e preparação) que revelem um grau de risco significativo para a segurança (Figura 18).

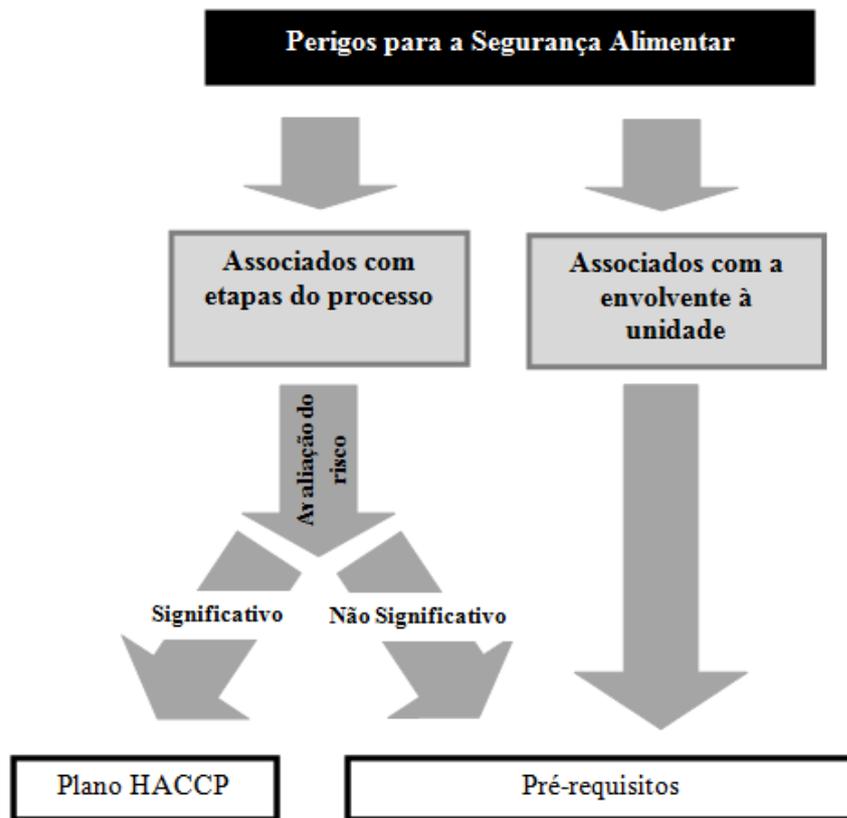


Figura 18. Diferenciação de perigos não significativos e significativos e decisão sobre respetivo controlo, através de pré-requisitos ou do Plano de HACCP (Bolton e Maunsell, 2004).

Para um perigo ser avaliado com um grau de risco significativo, a sua ocorrência deve ser razoavelmente provável e as consequências devem ser relativamente graves. Para se fazer esta avaliação utiliza-se como ferramenta a Matriz de Risco (anexo 1).

Só após determinação dos riscos significativos pela Matriz de Risco é que efetuada a determinação dos Pontos Críticos de Controlo através da Árvore de Decisão (Tabela 7).

Tabela 7. Aplicação da Árvore de Decisão para a determinação dos PCCs.

PASSOS 1 e 2		Princípio 2/Etapa 7 – Aplicação da Árvore de Decisão para a determinação dos PCCs										
		Descrição do Perigo	MATRIZ DE RISCO				ÁRVORE DE DECISÃO					
			P	S	Grau de Risco = P*S	Risco	Q1	Q2	Q3	Q4	PCC?	Comentários
					(S=SIM/N=NÃO)							
Receção e inspeção visual matéria-prima	F	Contaminação física: corpos estranhos, pragas, excrementos de pragas, cabelos, ...	1	2	2	Risco não significativo						
	Q	Contaminação química (agentes de limpeza ou embalagens inadequadas)	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						
	B	Farinha Contaminação biológica da MP (presença de bolores, <i>Bacillus cereus</i> ,...) Ovos Contaminação biológica da MP: Presença de <i>Salmonella</i> ; Outras MP Contaminação biológica (aspeto estranho, odor desagradável, ...)	1	3	3	Risco não significativo						
Armazenagem da matéria-prima	F	Contaminação física por: corpos estranhos, pragas, excrementos de pragas, cabelos, ...	1	2	2	Risco não significativo						
	Q	Contaminação química (agentes de limpeza ou embalagens impróprias para contato com alimentos)	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						
	B	Contaminação Biológica (crescimento microbiano)	1	3	3	Risco não significativo						

Tabela 7 (cont.). Aplicação da Árvore de Decisão para a determinação dos PCCs.

PASSOS 3,4,5 e 8	Princípio 2/Etapa 7 – Aplicação da Árvore de Decisão para a determinação dos PCCs											
	Descrição do Perigo	MATRIZ DE RISCO				ÁRVORE DE DECISÃO						
		P	S	Grau de Risco = P*S	Risco	Q1	Q2	Q3	Q4	PCC?	Comentários	
						(S=SIM/N=NÃO)						
Preparação dos ingredientes Pesagem dos ingredientes Adição de manteiga	F	Contaminação física por corpos estranhos (cabelos, ...)	1	2	2	Risco não significativo						
	Q	Contaminação química (agentes de limpeza)	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						
	B	Contaminação biológica por parte do manipulador (<i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>E. coli</i>); utensílios	1	3	3	Risco não significativo						
Quebra de ovos	F	Contaminação física por casca de ovo, corpos estranhos, insetos, cabelos, ...	1	2	2	Risco não significativo						
	Q	Contaminação química (agentes de limpeza; material em contacto com os alimentos)	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						
	B	Contaminação biológica por parte do manipulador (<i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>E. coli</i>) ou equipamentos;	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						
		Presença de <i>Salmonella</i>	1	3	3	Risco não significativo						

Tabela 7 (cont.). Aplicação da Árvore de Decisão para a determinação dos PCCs.

PASSOS 6 e 7	Princípio 2/Etapa 7 – Aplicação da Árvore de Decisão para a determinação dos PCCs											
	Descrição do Perigo	MATRIZ DE RISCO				ÁRVORE DE DECISÃO						
		P	S	Grau de Risco = P*S	Risco	Q1 (S=SIM/N=NÃO)	Q2	Q3	Q4	PCC?	Comentários	
Mistura dos ingredientes	F	Contaminação física por corpos estranhos (cabelos, ...)	1	2	2	Risco não significativo						
	Q	Contaminação química (agentes de limpeza)	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						
	B	Contaminação biológica por parte do equipamento	1	3	3	Risco não significativo						
Repouso da massa	F	Contaminação física por corpos estranhos (cabelos, ...)	1	2	2	Risco não significativo						
	Q	Contaminação química (agentes de limpeza)	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						
	B	Contaminação biológica por parte do manipulador (<i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>E. coli</i>) e/ou utensílios	1	3	3	Risco não significativo						

Tabela 7 (cont.). Aplicação da Árvore de Decisão para a determinação dos PCCs.

PASSOS 9 a 13		Princípio 2/Etapa 7 – Aplicação da Árvore de Decisão para a determinação dos PCCs										
		Descrição do Perigo	MATRIZ DE RISCO				ÁRVORE DE DECISÃO					
			P	S	Grau de Risco = P*S	Risco	Q1	Q2	Q3	Q4	PCC?	Comentários
					(S=SIM/N=NÃO)							
Massa trabalhada no laminador Divisão e moldagem	F	Contaminação física por corpos estranhos (cabelos, ...)	1	2	2	Risco não significativo						
	Q	Contaminação química (agentes de limpeza)	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						
	B	Contaminação biológica por parte do manipulador (<i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>E. coli</i>) e/ou utensílios	1	3	3	Risco não significativo						
Levedação	F	Contaminação física por corpos estranhos (cabelos, ...)	1	2	2	Risco não significativo						
	Q	Contaminação química (agentes de limpeza)	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						
	B	Contaminação biológica – multiplicação microbiana	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						

Tabela 7 (cont.). Aplicação da Árvore de Decisão para a determinação dos PCCs.

PASSOS 14a e 14b	Princípio 2/Etapa 7 – Aplicação da Árvore de Decisão para a determinação dos PCCs											
	Descrição do Perigo	MATRIZ DE RISCO				ÁRVORE DE DECISÃO						
		P	S	Grau de Risco = P*S	Risco	Q1	Q2	Q3	Q4	PCC?	Comentários	
						(S=SIM/N=NÃO)						
Ultraongelação	F	Contaminação física por corpos estranhos (cabelos, ...)	1	2	2	Risco não significativo						
	Q	Contaminação química (agentes de limpeza)	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						
	B	Contaminação biológica – multiplicação microbiana	1	3	3	Risco não significativo						
Descongelação/Levedação	F	Contaminação física por corpos estranhos (cabelos, ...)	1	2	2	Risco não significativo						
	Q	Contaminação química (agentes de limpeza)	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						
	B	Contaminação biológica – multiplicação microbiana	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						

Tabela 7 (cont.). Aplicação da Árvore de Decisão para a determinação dos PCCs.

PASSOS 15 e 16		Princípio 2/Etapa 7 – Aplicação da Árvore de Decisão para a determinação dos PCCs										
		Descrição do Perigo	MATRIZ DE RISCO				ÁRVORE DE DECISÃO					
			P	S	Grau de Risco = P*S	Risc	Q1	Q2	Q3	Q4	PCC?	Comentários
					(S=SIM/N=NÃO)							
Pincelagem com ovo	F	Contaminação física por corpos estranhos (cabelos, ...)	1	2	2	Risco não significativo						
	Q	Contaminação química (agentes de limpeza; material em contato com alimentos)	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						
	B	Contaminação biológica por parte dos utensílios	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						
Cozedura	F	Contaminação física por corpos estranhos (cabelos, ...)	1	2	2	Risco não significativo						
	Q	Contaminação química (material em contato com género alimentício)	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						
	B	Contaminação biológica – multiplicação microbiana	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						
		Sobrevivência de microrganismos	2	2 ou 3	4 ou 6	Risco significativo	S	N	S	N	PCC1	

Tabela 7 (cont.). Aplicação da Árvore de Decisão para a determinação dos PCCs.

PASSOS 17 e 18-21		Princípio 2/Etapa 7 – Aplicação da Árvore de Decisão para a determinação dos PCCs										
		Descrição do Perigo	MATRIZ DE RISCO				ÁRVORE DE DECISÃO					
			P	S	Grau de Risco = P*S	Risco	Q1	Q2	Q3	Q4	PCC?	Comentários
					(S=SIM/N=NÃO)							
Arrefecimento	F	Contaminação física por corpos estranhos (cabelos, ...)	1	2	2	Risco não significativo						
	Q	Contaminação química (agentes de limpeza)	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						
	B	Contaminação biológica por parte dos utensílios Presença de bolores e/ou leveduras;	1	2	2	Risco não significativo						
Acondicionamento Embalamento	F	Contaminação física por corpos estranhos, insetos, cabelos,...	1	2	2	Risco não significativo						
	Q	Contaminação química (agentes de limpeza; material em contato com alimentos)	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						
	B	Contaminação biológica por parte do manipulador (<i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>E. coli</i>) e/ou utensílios Presença de bolores e/ou leveduras;	1	3	3	Risco não significativo						

Tabela 7 (cont.). Aplicação da Árvore de Decisão para a determinação dos PCCs.

PASSOS 19 e 20		Princípio 2/Etapa 7 – Aplicação da Árvore de Decisão para a determinação dos PCCs										
		Descrição do Perigo		MATRIZ DE RISCO				ÁRVORE DE DECISÃO				
				P	S	Grau de Risco = P*S	Risco	Q1	Q2	Q3	Q4	PCC?
		(S=SIM/N=NÃO)										
Receção das embalagens	F	Contaminação física: corpos estranhos, pragas, excrementos de pragas, cabelos, ...)	1	2	2	Risco não significativo						
	Q	Contaminação química (agentes de limpeza ou embalagens inadequadas)	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						
	B	Contaminação biológica – multiplicação microbiana	1	3	3	Risco não significativo						
Armazenagem das embalagens	F	Contaminação física: corpos estranhos, pragas, excrementos de pragas, cabelos, ...)	1	2	2	Risco não significativo						
	Q	Contaminação química (agentes de limpeza ou embalagens inadequadas)	1	2 ou 3	2 ou 3	Risco não significativo						
	B	Contaminação biológica – multiplicação microbiana	1	3	3	Risco não significativo						

III.2.7. Etapas 8, 9 e 10 – Estabelecimento dos Limites Críticos para cada PCC (Princípio 3), Estabelecimento de Procedimentos de Monitorização para cada PCC (Princípio 4) e Estabelecimento das Ações Corretivas (Princípio 5)

Através da Árvore de Decisão determinou-se um único PCC, o passo de cozedura. Nesta etapa, estabeleceram-se os limites críticos, os procedimentos de monitorização e as ações corretivas para este PCC.

Tabela 8. Estabelecimento dos Limites Críticos e dos Procedimentos de Monitorização para cada PCC e das ações corretivas.

Passo 16	Princípios 3/ Etapas 8 – Estabelecimento dos Limites Críticos para cada PCC Princípios 4/ Etapas 9 – Estabelecimento Procedimentos de Monitorização para cada PCC Princípios 5/ Etapas 10 – Estabelecimento das Ações Corretivas							
	Perigo	MEDIDA PREVENTIVA (medidas de controlo)	LIMITE CRÍTICO (limites de controlo; parâmetros de controlo)	MONITORIZAÇÃO – Procedimento Prático de Controlo				Ações Corretivas
				Método/Procedimento	Frequência	Responsável	Registo	
Cozedura	Biológico – PCC1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Boas práticas de higiene e Fabrico; ➤ Formação do manipulador – Higiene e Segurança Alimentar; ➤ Controlo da temperatura (T) e tempo (t) de cozedura; 	<p>Não cumprimento do Código de Boas Práticas de Higiene;</p> <p>Não cumprimento do Código de Boas Práticas de Fabrico;</p> <p>Temperatura/tempo fora dos intervalos recomendados (temperatura no centro térmico do produto alimentar ≥ 75 °C);</p> <p>Presença de <i>Salmonella spp.</i> (ausente em 25g)</p>	<p>Controlo visual;</p> <p>Controlo T/t (T = 200 °C/ t = 1 h);</p>	Durante esta etapa	o manipulador (fornheiro)	<p>Mapa de Produção Diário (controlo PCC – registo T/t de cozedura)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumprir Código de Boas Práticas de Higiene e Fabrico; ➤ Formação contínua dos colaboradores; ➤ Revisão geral dos pré-requisitos de HACCP implementados; ➤ Reprocessar produto ➤ Queimado: rejeitar

III.2.8. Etapa 11 – Estabelecimento de procedimentos para verificação do sistema de HACCP (Princípio 6)

Os procedimentos de verificação do sistema HACCP incluem:

- a realização de análises microbiológicas ao croissant tradicional salgado, à água, às mãos dos manipuladores e às superfícies (a realização de análises microbiológicas periódicas é fundamental para confirmar que o processo está sob controlo);
- a realização de auditorias periódicas (internas ou externas) que atestem que o plano e registos estão devidamente implementados e que são cumpridos todos os procedimentos definidos;
- a revisão do Plano em si (revisão de desvios e ações corretivas) de forma a verificar se o processo é efetivo no controlo de perigos e também se o plano original criado ainda é apropriado para o produto em questão; A revisão do Plano deve ser realizada sempre que se verifiquem alterações: no processo de produção, a nível de equipamento(s) ou layout das instalações, do plano de limpeza, da informação relativa aos perigos (microbiológicos, químicos ou físicos) ou a nível das reclamações por parte do consumidor.

Para validação do Plano HACCP do croissant tradicional salgado foi realizada uma análise microbiológica que prova que o produto se encontra sob controlo, não existindo qualquer tipo de contaminação (Anexo 2). A frequência destes procedimentos de verificação tem que ser suficiente para que o sistema funcione corretamente e devem ser planeadas e executadas por pessoal qualificado (o planeamento pode ser realizado pelo responsável pela implementação do sistema HACCP; o responsável pode fazer parte dos quadros da empresa – Técnico superior alimentar ou representar uma empresa de consultadoria em HACCP).

III.2.9. Etapa 12 – Estabelecimento de documentação e manutenção de registos (Princípio 7)

O sistema HACCP deve-se fazer acompanhar de toda a documentação que auxiliou a sua elaboração, nomeadamente:

- Códigos de Boas Práticas de Fabrico e de Higiene deste setor de atividade;
- Planos e documentos de suporte do programa de pré-requisitos (como, por exemplo, folha de registo de temperaturas, folhas de registo de mapas de produção – rastreabilidade,...);
- Relatórios de auditoria e/ou inspeção;
- Planos de HACCP;
- Procedimentos de monitorização;
- Registo de desvios e ações corretivas efetuadas.

A documentação relativa ao Plano de HACCP deve estar sempre organizada e arquivada em dossier próprio e devidamente identificado. Todos os documentos devem ser mantidos durante um período mínimo de 5 anos.

III. 3. Correção de erros de produção

Para além dos problemas de segurança alimentar, o croissant salgado tradicional pode apresentar defeitos de produção, nomeadamente alterações a nível de cor, sabor ou aparência, que podem levar à rejeição do produto.

O processo produtivo do croissant tradicional foi acompanhado de uma forma próxima, tendo-se verificado que o croissant salgado obtido nem sempre apresentava a mesma cor e volume e possuía, muitas vezes, miolo denso e compacto. Ao assistir-se ao processo produtivo desta forma, foi possível a deteção de falhas nos seguintes passos do fluxograma:

- A. Passo 8 - Adição de manteiga
- B. Passo 12 - Divisão e moldagem
- C. Passo 13 e 14b - Levedação e Descongelação/Levedação
- D. Passo 16 - Cozedura

A. *Passo 8 - Adição de manteiga*

A adição de manteiga deve ser efetuada de forma a permitir a obtenção de camadas alternadas de gordura e massa. Constatou-se, no entanto, que o método que estava a ser utilizado não obedecia a esta regra, tendo-se verificado a ocorrência de duas camadas de massa sucessivas em determinadas zonas da amostra. Porém, os passos seguintes, em que massa era esticada pelo laminador e dobrada (laminação do produto), permitiam um espalhamento adequado da manteiga, minimizando este erro.

B. *Passo 12 - Divisão e moldagem*

A divisão do produto é efetuada manualmente pelo que, muitas vezes, se obtêm produtos com massas diferentes. Na primeira experiência retiraram-se ao acaso 16 croissants crus de diferentes tabuleiros na área de produção, sendo que a maioria dos croissants possuía massa entre 140 a 150 g, apesar de terem sido encontrados croissants com 130 g e 160 g. A partir desta fase todas as outras experiências foram realizadas com croissants com peso de 150 g, de forma a massa do croissant não ter influência nos resultados obtidos. Aconselhou-se na área de produção a serem mais rigorosos na divisão da massa de forma a se obterem sempre croissants com a mesma massa. Outra das falhas detetadas foi na moldagem, notando-se que o manipulador, ao enrolar os

triângulos de massa, não o fazia sempre da mesma forma, dado que alguns croissants possuíam um maior número de voltas do que outros (Figura 19). Esta diferença refletia-se na altura e no comprimento do produto, tendo-se verificado que alguns croissants eram mais compridos e mais baixos e outros, por sua vez, eram mais curtos e mais altos.



Figura 19. Croissants com diferente número de voltas.

C. Passo 13, 14b e 16 - Levedação, Descongelação/Levedação e Cozedura

As etapas de levedação e cozedura revelaram ser os passos mais importantes na obtenção de um croissant de qualidade. Numa primeira fase efetuaram-se duas experiências em que numa se fez variar o tempo de levedação (Tabela 9) e, na outra, o tempo de cozedura (Tabela 10). Em cada uma das experiências foram usados 8 croissants. As amostras da Tabela 6 foram todas submetidas à temperatura ambiente de 23,4 °C, uma vez que não se possuíam condições ideais para a realização da levedação a uma temperatura superior e de forma controlada. Destas oito amostras, duas foram sujeitas ao mesmo tempo de levedação usado geralmente na produção do croissant (1 h), três foram submetidas a um tempo de levedação inferior (55 min; 45 min; 30 min) e outras três a um tempo de levedação superior (1h05; 1h15; 1h30). Posteriormente, todos os croissants foram forneados a uma $T = 220$ °C, durante 25 min. Na segunda experiência foram utilizados 8 croissants, sujeitos todos à temperatura ambiente e tempo de levedação de cerca de 1 h. Em seguida, foram cozidos a uma $T = 220$ °C, tendo-se neste caso variado o tempo de cozedura, como mostra a Tabela 7. Duas das amostras foram sujeitas a um tempo de cozedura de 25 min, considerado na empresa como o tempo ideal, tendo cada uma das restantes amostras sido sujeitas a um tempo de cozedura inferior (15 min e 20 min) ou superior (28 min, 30 min e 35 min) ao tomado como referência. Para as condições consideradas ideais para a levedação e a cozedura do croissant duplicaram-se as amostras (na experiência 1 as amostras L4 e L5 e na segunda experiência as amostras C3 e C4), para podermos acompanhar a evolução da temperatura no centro térmico do produto durante a levedação, através da incorporação

de um termómetro no interior do produto. Constatou-se que um croissant com 1 h de levedação tinha uma temperatura no seu centro térmico de aproximadamente 16,0 °C.

Tabela 9. Croissants sujeitos a diferentes tempos de levedação.

Amostra Temperatura de levedação de 24,3 °C	Tempo	Crosta	Miolo	Observações
	1h30			Crosta excessivamente quebradiça e escura; Base do croissant queimada; Miolo com centro compacto e seco
L2	1h15			Crosta excessivamente quebradiça; Base do croissant queimada; Miolo menos compacto no centro, mas com alvéolos maiores que a amostra L1 AMOSTRA COM MELHOR MIOLO
L3	1h05		Miolo idêntico ao das amostras L4 e L5	Crosta estaladiça e de cor dourado no entanto miolo muito compacto; separação de folhas só visível no miolo junto à crosta AMOSTRAS COM MELHOR CROSTA
L4 e L5	1 h			
L6	55 min		Miolo idêntico ao das amostras L4 e L5	
L7	45 min		Miolo idêntico ao da amostra L8	
L8	30 min			Crosta excessivamente clara em algumas zonas; Miolo muito compacto, não se evidenciado o folheado do produto, presença de vários alvéolos de grandes dimensões

Tabela 10. Croissants sujeitos a diferentes tempos de cozedura.

Amostra Temperatura de cozedura de 220 °C	Tempo	Crosta	Miolo	Observações
C1	15 min			Crosta estaladiça e de cor clara em algumas zonas; Croissant cru no interior
C2	20 min			Crosta estaladiça e de cor dourada; Miolo compacto no interior; grandes alveolos AMOSTRA COM MELHOR CROSTA
C3 e C4	25 min			Crosta escura; Miolo compacto no interior; Presença de alvéolos grandes
C5	28 min			
C6	30 min		Miolo idêntico ao da amostra C5	Crosta muito escura; Miolo compacto no interior; Presença de alvéolos menores que nas amostras C3 e C4
C7	35 min			Crosta excessivamente escura; Base do croissant queimada; Miolo com algumas zonas bem folhadas AMOSTRAS COM MELHOR MIOLO
C8	40 min			Crosta excessivamente escura; Base do croissant queimada; Miolo com alvéolos grandes junto a crosta, não tendo havido abertura no centro

Após comparação dos resultados obtidos destes dois testes, verificou-se que o binómio de temperatura/tempo das etapas de levedação e de cozedura que estava a ser aplicado aos croissants até então não era o mais adequado. Relativamente à primeira

experiência (Tabela 9), constatou-se que o tempo de levedação teria de ser superior a 1 h para se poderem obter croissants com melhor miolo. Quanto à segunda experiência, Tabela 10, reconheceu-se que os croissants que apresentaram um melhor aspeto interior, miolo menos compacto, eram os que tinham aspeto exterior pior, com uma crosta excessivamente escura, sendo necessário sujeitar os croissants a uma temperatura inferior a 220 °C e por um período de tempo mais longo que os 25 minutos para que a cozedura se desse mais lentamente.

De forma a comprovar a hipótese formulada, efetuaram-se mais testes. Num dos testes, sujeitaram-se três croissants a um período de levedação de aproximadamente 2 h (centro térmico do produto de aproximadamente 19° C) e, posteriormente, a uma cozedura com binómio de temperatura/tempo de 200 °C/1 h. Durante a cozedura, cobriu-se o produto para não adquirir uma tonalidade escura tão rapidamente. As amostras desta terceira experiência possuíam uma crosta com cor adequada e estaladiça e um miolo menos pesado e compacto quando comparadas com as amostras sujeitas a 1 h de levedação e a uma cozedura de 220 °C durante 25 min (consideradas até então pela produção as condições ideais). Os resultados apresentados na Figura 20 mostram que, no entanto, o miolo ainda não apresentava a folhagem e leveza desejadas.



Figura 20. Croissants sujeitos a 2h de levedação e a uma cozedura de 200 °C durante 1 h; A) Croissants inteiros; B) Croissant cortado mostrando o miolo.

Realizou-se também um teste onde quatro croissants foram sujeitos a um período de levedação de cerca de 2h45 (centro térmico do produto, 20,4 °C com temperatura próxima da temperatura ambiente) e uma cozedura de 200 °C durante 1 h. Os croissants apresentaram todas as características desejadas ao nível do miolo e da crosta (Figura 21). Os resultados obtidos mostram que os croissants devem estar bem levedados antes da cozedura, de forma a atingirem uma temperatura no seu interior elevada o suficiente para garantir que o produto ao ser forneado coza de forma uniforme, levando à abertura das várias camadas do miolo.

Os testes elaborados permitiram concluir que as condições de levedação utilizadas na empresa estavam longe de ser as ideais, pois inicialmente o produto estava a ser sujeito a cerca de 1 h de levedação, propondo-se praticamente o triplo do tempo de levedação. Notou-se também que, devido à variação da temperatura ambiente (20 a 24 °C) e do peso do croissant, o tempo de levedação pode variar ligeiramente, pelo que se propõe 2h45 a 3h00 como o tempo ideal de levedação para o croissant tradicional salgado à temperatura ambiente.



Figura 21. Croissant sujeito a 2h45 de levedação e a uma cozedura de 200 °C durante 1 h.

Os croissants sujeitos a uma levedação de 2h45 e a um binómio de temperatura /tempo de 200 °C/1 h apresentavam todos um miolo leve e fofo e sabor amanteigado característico. Quando se trinca um croissant tradicional salgado este deve abater o seu volume quase por completo, sinal de que apresenta um miolo bem folhado, como mostra a Figura 22.



Figura 22. Imagem demonstrativa de um miolo fofo e leve, característico de um croissant bem folhado.

A aquisição de estrias/crosta (Figura 23) no produto durante a levedação foi outros dos erros detetados. A aquisição de crosta deve-se ao ar condicionado que se

encontrar ligado na área de produção. Aconselhou-se a proteção do produto durante a levedação para que o croissant não adquira “crosta”.



Figura 23. A) Croissant com estrias; B) Croissant com superfície lisa.

Notou-se ainda que os croissants obtidos eram excessivamente grandes, aproximadamente 18 cm de comprimento e 7 cm de altura, tendo-se aconselhado a redução do seu tamanho na fase de divisão. Esta redução de tamanho, além de possibilitar a obtenção de um produto de melhor qualidade (com volume equivalente, mas mais leve devido a uma melhor abertura das folhas no miolo), permitirá uma rentabilização da receita, uma vez que é possível a obtenção de uma maior quantidade de croissants a partir da mesma receita de base, assim como do tempo necessário para levedação e cozedura que será menor. No entanto, dever-se-á efetuar novamente ajuste do binómio de temperatura/tempo de levedação e cozedura, quando se tomar a decisão de reduzir o tamanho do produto.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

IV.1. Conclusões

Através da aplicação da metodologia HACCP constatou-se que o croissant tradicional salgado possui um único PCC, a etapa de cozedura. O controlo do binómio temperatura/tempo dos passos na cozedura é considerado medida de controlo.

Relativamente à correção de defeitos de produção foi tido em conta o tipo de matérias-primas utilizadas, sendo proposto um aditivo que possui ácido ascórbico e enzimas que auxiliam na obtenção de um croissant com melhor volume e textura. Através dos estudos realizados, concluiu-se que o controlo do binómio temperatura/tempo dos passos de levedação e cozedura são fundamentais para a obtenção de um croissant com textura estaladiça, cor marron e miolo fofo e leve. Este trabalho também permitiu concluir que é necessário que no passo de levedação o produto atinja uma temperatura no seu centro térmico próxima da temperatura ambiente a que foi sujeito, para que a cozedura do produto ocorra de forma uniforme e se evite obtenção de um produto com um miolo denso e compacto no centro.

IV.2. Propostas para trabalhos futuros

No que respeita aos erros de produção poderão ser efetuados mais testes experimentais que permitam a obtenção de um produto de maior qualidade, nomeadamente o uso de massas mais finas e de produtos de menor tamanho que permitam a obtenção de um miolo ainda mais leve. As condições em que ocorre o passo de levedação também poderão ser controladas de uma forma mais eficaz através do uso de equipamentos adequados (estufas). O método de laminação utilizado poderá ser melhorado ou alterado de forma a obter produtos com melhor folhagem. A revisão do plano de HACCP terá que ser feita após se efetuarem as alterações propostas anteriormente, assim como nova análise microbiológica ao croissant tradicional salgado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aydin A., Gunsen U., Demirel S. (2008). Total Aflatoxin, Aflatoxin B1 and Ochratoxin A Levels in Turkish Wheat Flour. *Journal of Food and Drug Analysis*, 16(2): 48-53
- Andreotti A., Baleroni F. H., Paroschi V. H. B., Panza S. G. A. (2003). Importância do treinamento para manipuladores de alimentos em relação à higiene pessoal. Iniciação Científica, *Cesumar*, 05(1): 29-33
- ASAE (2012). Perigos de Origem Alimentar. Acedido em 12 de janeiro de 2012, em <http://www.asae.pt/>
- Ball S. G., Van de Wal M. H. B. J., Visser R. G. F. (1998). Progress in understanding the biosynthesis of amylose. *Trends in Plant Science*, 3(12): 1360 – 1385
- Barbosa S. F. C., Abreu R. W., Zenebon O. (2007). Métodos analíticos para deteção de glúten em alimentos. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 66(2): 89-94
- Baydar T., Engin A. B., Girgin G., Aydin S., Şahin G. (2005). Aflatoxin and Ochratoxin in various types of commonly consumed retail ground samples in Ankara, Turkey. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 12(2): 193–197
- Bekatorou A., Psarianos C., Koutinas A. A. (2006). Production of Food Grade Yeasts. *Food Technology Biotechnology*, 44(3): 407–415
- Bento J. M. V., Pena A., Lino C. M., Pereira, J. A. (2009). Determination of ochratoxin A content in wheat bread samples collected from the Algarve and Bragança regions, Portugal: Winter 2007. *Microchemical Journal*, 91(2): 165–169
- Bolton D. J., Maunsell B. (2004). Guidelines for Food Safety Control in European Restaurants. *Teagasc - The National Food Centre*
- CAC - Codex Alimentarius (2003). Recommended International Code of Practice General Principles of Food Hygiene. CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003
- Caldeira M. T. M., Lima V. L. A., Seki H. A., Rumjanek, F. D. (2003). Diversidade de trigos, tipificação de farinhas e genotipagem. *Biociência, Ciência e Desenvolvimento*, 16(1): 44-48
- Canilha L., Silva D. D. V., Carvalho W., Mancilha I. M. (2006). Aditivos Alimentares produzidos por via fermentativa, Parte 3: Polissacarídeos e enzimas. *Revista Analytica*, 20: 32-41
- Cao W., Zhu Z. W., Shi Z. X., Wang C. Y., Li B. M. (2009). Efficiency of slightly acidic electrolyzed water for inactivation of *Salmonella enteritidis* and its contaminated shell eggs. *International Journal of Food Microbiology*, 130(2): 88–93
- Carlin F., Fricker M., Pielat A., Heisterkamp S., Shaheen R., Salonen M. S., Svensson B., Nguyen-the C., Ehling-Schulz M. (2006). Emetic toxin-producing strains of *Bacillus cereus* show distinct characteristics within the *Bacillus cereus* group. *International Journal of Food Microbiology*, 109 (1-2): 132-138

- Cauvain S. P., Young L. S. (2006). Baked Products: Science, Technology and Practice Bake. Tran, High Wycombe, Bucks, UK - Wiley Online Library
- César A. S., Gomes J. C., Staliano C. D., Fanni M. L., Borges M. C. (2006). Elaboração de pão sem glúten. *Revista Ceres*, 53(306): 150-155
- Chen J., Schofield J. D. (1996). Changes in the Glutathione Content and Breadmaking Performance of White Wheat Flour During Short-Term Storage. *Cereal Chemistry*, 73(1):1-4
- Chen F., Zhao F., Liu R., Xia G. (2011). Functional properties of two low-molecular-weight glutenin subunits carrying additional cysteine residues from hybrid introgression line II-12 derived from *Triticum aestivum* and *Agropyron elongatum*. *Food Chemistry*, 127(4): 1773–1776
- Chiotelli E., Le Meste M. (2002). Effect of Small and Large Wheat Starch Granules on Thermomechanical Behavior of Starch. *Cereal Chemistry*, 79(2): 286–293
- Cox N. A., Berrang M. E, Cason J. A. (2000). *Salmonella* Penetration of Egg Shells and Proliferation in Broiler Hatching Eggs - A Review. *Poultry Science*, 79(11): 1571–1574
- Delcour J. A., Bruneel C., Derde L. J., Gomand S. V., Pareyt B., Putseys J. A., Wilderjans E., Lamberts L. (2010). Fate of Starch in Food Processing: From Raw Materials to Final Food Products. *Annual Review of Food Science and Technology*, 1: 87–111
- Denardin C. C., Silva L. P. (2009). Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. *Ciência Rural*, 39 (3): 945-954
- Dupont F. M., Altenbach S. B. (2003). Molecular and biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis. *Journal of Cereal Science*, 38(2): 133-146
- Esteller M. S., Yoshimoto R. M. O., Amaral R. L., Lannes S. C. S. (2004). Uso de açúcares em produtos panificados. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Campinas*, 24(4): 602-607
- Fallah A. A. (2010). Aflatoxin M1 contamination in dairy products marketed in Iran during winter and summer. *Food Control*, 21(11): 1478-1481
- Fernandes M. C., Ribeiro M. G. (2010). Enteropatógenos de potencial zoonótico como indicadores de contaminação do solo/areia de parques e praças de recreação humana. *Veterinária e Zootecnia*, 17(4): 468 – 479
- Figueiredo V. F., Neto P. L. O. C. (2001). Implantação do HACCP na Indústria de Alimentos. *Gestão & Produção*, 8(1): 100-111

- Fleuri L. F. e Sato H. H. (2005). Produção, purificação, clonagem e aplicação de enzimas líticas. *Química Nova*, 28(5): 871-879
- Fricker M., Messelhäuser U., Busch U., Scherer S., Ehling-Schulz M. (2007). Diagnostic Real-Time PCR Assays for the Detection of Emetic *Bacillus cereus* Strains in Foods and Recent Food-Borne Outbreaks. *Applied and Environmental Microbiology*, 73(6): 1892–1898
- Gandra K. M., Del Bianchi M., Godoy V. P., Queiroz F. P. C., Steel C. J. (2008). Aplicação de lipase e monoglicerídeo em pão de forma enriquecido com fibras. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Campinas*, 28(1): 182-192
- Gianibelli M. C., Larroque O. R., MacRitchie F., Wrigley C. W. (2001). Biochemical, Genetic and Molecular Characterization of Wheat Endosperm Proteins. *American Association of Cereal Chemists, Inc.*
- Guinebretière M., Thompson F. L., Sorokin A., Normand P., Dawyndt P., Ehling-Schulz M., Svensson B., Sanchis V., Nguyen-The C., Heyndrickx M., De Vos D. (2008). Ecological diversification in the *Bacillus cereus* Group. *Environmental Microbiology*, 10(4): 851–865
- Guttieri M. J., Souza E. J., Sneller C. (2008). Nonstarch Polysaccharides in Wheat Flour Wire-Cut Cookie Making. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56(22): 10927–10932
- Hidalgo F. J., Zamora R. (2000). The role of the lipids in nonenzymatic browning. *Grasas y Aceites*, 51(1-2): 35–49
- Hoffmann F. L. (2001). Fatores limitantes à proliferação de microorganismos em alimentos. *Brasil alimentos*, 9(1): 23-30
- Hoton F. M., Andrup L., Swiecicka I., Mahillon J. (2005). The cereulide genetic determinants of emetic *Bacillus cereus* are plasmid-borne. *Microbiology Comment*, 151: 2121-2124
- Hrušková M. e Novotná D. (2003). Effect of ascorbic acid on the rheological properties of wheat fermented dough. *Czech Journal of Food Sciencs*, 21(4): 137–144.
- Junior J. L. P. J., Saraiva F. Z. (2009). Estudo comparativo de diferentes aditivos com função oxidativa sobre a farinha de trigo. *Cascavel*, 2(2): 143-150
- Kohajdová Z., Karovičová J., Schmidt S. (2009). Significance of Emulsifiers and Hydrocolloids in Bakery Industry. *Acta Chimica Slovaca*, 2(1): 46 - 61
- Kottwitz L. B. M., Back A., Leão J. A., Alcocer I., Karan M., Oliveira T. C. R. M. (2008). Contaminação por *Salmonella spp.* em uma cadeia de produção de ovos de uma integração de postura comercial. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 60(2): 496-498
- Loguercio A. P., Aleixo J. A. G. (2001). Microbiologia de queijo tipo Minas Frescal produzido artesanalmente. *Ciência Rural, Santa Maria*, 31(6): 1063-1067

- Lopes A. S., Ormenese R. C. S. C., Montenegro F. M., Ferreira Júnior P. G. (2007). Influência do uso simultâneo de ácido ascórbico e azodicarbonamida na qualidade do pão francês. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Campinas*, 27(2): 307-312
- Luchian M. I., Canja C. M. (2010). Effect of salt on gas production in bread dough. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov*, 3(52): 167-170
- Luksiene Z., Buchovec I., Paskeviciute E. (2009). Inactivation of food pathogen *Bacillus cereus* by photosensitization in vitro and on the surface of packaging material. *Journal of Applied Microbiology*, 107(6): 2037-2046
- Martins S. I. F. S., Jongen W. M. F., Boekel M. A. J. S. (2001). A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends in Food Science & Technology*, 11: 364–373
- Maziero M. T., Bersot L. S. (2010). Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande*, 1(1): 89-99
- Mohamed A., Harry-O’Kuru R. E., Gordon S. H., Palmquist D. E. (2009). Phospholipids and poly(glutamic acid)/hydrolysed gluten: Interaction and kinetics. *Food Chemistry*, 114(3): 1056–1062
- Motarjemi Y., Käferstein F. (1999). Food safety, Hazard Analysis and Critical Control Point and the increase in foodborne diseases: a paradox? *Food Control*, 10: 325-333
- Mottram H. R., Crossman Z. M. and Evershed P. R. (2001). Regiospecific characterisation of the triacylglycerols in animal fats using high performance liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. *Analyst*, 126: 1018–1024
- Murphy P. A., Hendrich S., Landgren C., Bryant C. M. (2006). Food Mycotoxins: An Update. *Journal of Food Science*, 71(5): 51-65
- Nunes C. S., Baptista A. O. (2001). Implicações da reação de Maillard nos alimentos e nos sistemas biológicos. *Revista Portuguesa das Ciências Veterinárias*, 96(538): 53-59
- Oliveira A. B. A., Paula C. M. D., Capalonga R., Cardoso M. R. I., Tondo E.C. (2010). Doenças transmitidas por alimentos, principais agentes etiológicos e aspetos gerais: uma revisão. *Rev HCPA*, 30(3): 279-285
- Oliveira S. D. (2011). The effect of basic raw materials in the process of wheat dough freezing. *Food and Feed Research*, 38(1): 9-19
- Pasha I., Anjum F. M., Morris C. F. (2010). Grain Hardness: A Major Determinant of Wheat Quality. *Food Science and Technology International*, 16(6): 511-522
- Pečivová P., Pavlíněk V., Hrabě J. (2011). Changes of properties of wheat flour dough by combination L-ascorbic acid with reducing or oxidising agents. *Acta Chimica Slovaca*, 4(2): 108 - 117

- Pereira J., Ciacco C. F., Vilela E. R., Pereira R. G. F. A. (2004). Função dos ingredientes na consistência da massa e nas características do pão de queijo. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Campinas*, 24(4): 494-500
- Pereira E. P. R., Amorim E. O. C., Ambiel H. C. I., Chang, Y. K. (2009). Influência de agentes oxidantes sobre as propriedades reológicas de massas de farinha de trigo branca e de grão inteiro e sobre o volume específico de pão francês. *Braz. J. Food Technol.*, 12 (3): 161-171
- Peresi J. T. M., Almeida I. A. Z. C., Lima S. I., Marques D. F., Rodrigues E. C. A., Fernandes S. A., Gelli D. S., Irino K. (1998). Surtos de enfermidades transmitidas por alimentos causados por *Salmonella Enteritidis*. *Revista de Saúde Pública*, 32(5): 477-83
- Pinheiro M. V. S. P. e Penna A. L. B. (2004). Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. *Alimentos e Nutrição, Araraquara*, 15(2): 175-186
- Pinto A. T., Silva E. N. (2009). Ensaio de penetração de *Salmonella Enteritidis* em ovos de galinha com diferentes qualidades de casca, submetidos ou não a lavagem industrial e a duas temperaturas de armazenagem. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 61(5): 1196-1202
- Pomeranz Y., Chung O. K. (1978). Interaction of lipids with proteins and Carbohydrates in Breadmaking, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 55(2): 285-289
- Portaria nº 425/98, de 25 de Julho. *Diário da República* (fixa as características do pão e as suas condições de fabrico) – I série B, nº 170, 25-07-1998, pp 3553-3554
- Queji M. F. D., Schemin M. H. C, Trindade J. L. F. (2006). Propriedades reológicas da massa de farinha de trigo adicionada de alfa-amilase. Publicativo UEPG *Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias, Ponta Grossa*, 12(2): 21-29
- Rahman S., Li Z., Batey I., Cochrane M. P., Appels R., Morell M. (2000). Genetic Alteration of Starch Functionality in Wheat. *Journal of Cereal Science*, 31(1): 91–110
- Ramírez-Jiménez A., García-Villanova B., Guerra-Hernández E. (2000). Hydroxymethylfurfural and methylfurfural content of selected bakery products. *Food Research International*, 33(10): 833-838
- Reche M. H. L. R., Pittol M., Fiuza L. M. (2010). Bactérias e Bioindicadores de qualidade de águas de ecossistemas orizícolas da região do sul do Brasil. *Oecologia Australis*, 14(2): 452- 463
- Regulamento (CE) nº 852/2004 do parlamento Europeu e da Comissão de 29 de Abril de 2004 (Relativo à higiene dos géneros alimentícios). *Jornal Oficial da União Europeia* L.226/3-21; retificação *Jornal Oficial da União Europeia* L.139 de 30 de Abril de 2004
- Regulamento (CE) nº 1881/2006 da Comissão de 19 de Dezembro de 2006 (fixa os teores máximos de certos contaminantes presentes nos géneros alimentícios). *Jornal Oficial da União Europeia* L.364/15-18

- Regulamento (CE) nº 1441/2007 da Comissão de 5 de Dezembro de 2007, altera o Regulamento (CE) nº 2073/2005 (relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios) *Jornal Oficial da União Europeia* L.322/12-29
- Ribeiro-Furtini L. L., Abreu L. R. (2006). Utilização de APPCC na Indústria de Alimentos. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, 30(2): 358-363
- Roder N., Ellis P. R., Butterworth P. J. (2005). Starch molecular and nutritional properties: a review. *Advances in Molecular Medicine - International Journal of Molecular Biology, Biochemistry and Gene Technology*, 1(1): 5-14
- Scheuer P. M., Francisco A., Miranda M. Z., Limberger V. M. (2011). Trigo: características e utilização na panificação. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande*, 13(2): 211-222
- Shewry P. R., Tatham A. S. (1997). Disulphide Bonds in Wheat Gluten Proteins. *Journal of Cereal Science*, 25(3): 207-227
- Shewry P. R., Halford N. G. (2002). Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*, 53(370): 947-958
- Shinohara N. K. S., Barros V. B., Jimenez S. M. C., Machado E. C. M., Dutra R. M. F., Filho J. L. L. (2008). *Salmonella spp.*, importante agente patogênico veiculado em alimentos. *Ciência & Saúde Coletiva*, 13(5): 1675-1683
- Shiota M., Saitou K., Mizumoto H., Matsusaka M., Agata N., Nakayama M., Kage M., Tatsumi S., Okamoto A., Yamaguchi S., Ohta M., Hata D. (2010). Rapid Detoxification of Cereulide in *Bacillus cereus* Food Poisoning. *Pediatrics*, 125(4): 951-955
- Sivam A. S., Waterhouse D. S., Quek S. Y., Perera C. O. (2010). Properties of Bread Dough with Added Fiber Polysaccharides and Phenolic Antioxidants: A Review. *Journal of Food Science*, 75(8): 163-174
- Tan C. P., Che Man Y. B. (2000). Differential Scanning Calorimetric Analysis of Edible Oils: Comparison of Thermal Properties and Chemical Composition. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77(2): 143-145
- Tatham A. S., Mifflin B. J., Shewry P. R. (1985). The Beta-Turn Conformation in Wheat Gluten proteins: Relationship to Gluten Elasticity. *Cereal Chemistry*, 62(5): 405-412
- Toneli J. T. C. L., Murr F. E. X., Park K. J. (2005). Estudo da Reologia de Polissacarídeos utilizados na Indústria de Alimentos. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, Especial*, 7(2): 181-204
- Valle-Algarra F. M., Mateo E. M., Medina Á., Mateo F., Gimeno-Adelantado J. V., Jiménez M. (2009). Changes in ochratoxin A and type B trichothecenes contained in wheat flour during dough fermentation and bread baking processes. *Journal of Food Additives and Contaminants*, 26 (6): 896-906

Veiga, A., Lopes, A., Carrilho, E., Silva, L., Dias, M., Seabra, M., Borges, M., Fernandes, P. e Nunes, S. (2009). Perfil de Risco dos principais Alimentos Consumidos em Portugal, *ASAE*

Wieser H. (2007). Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology*, 24(2): 115–119

Yeung J. M., Newsome W. H., Abbott, M. A. (2000). Determination of Egg Proteins in Food Products by Enzyme Immunoassay. *Journal of AOAC International*, 83(1): 139-143

Yonemoto P. G., Calori-Domingues M. A., Franco C. M. I. (2007). Efeito do tamanho dos grânulos nas características estruturais e físico-químicas do amido de trigo. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Campinas*, 27(4): 761-771

Zandonadi R. P., Botelho R. B. A., Savio K. E. O., Akutsu R. C. Araújo W. M. C. (2007). Atitudes de risco do consumidor em restaurantes de auto-serviço. *Revista de Nutrição, Campinas*, 20(1): 19-26

ANEXO 1

Matriz de Risco (exemplo)

Probabilidade
ocorrência (P)

3	3	6	9
2	2	4	6
1	1	2	3
	1	2	3

Severidade (S)

Grau de Risco = P * S



- Risco ≥ 4: RISCO SIGNIFICATIVO
- Risco < 4: RISCO NÃO SIGNIFICATIVO

ESCALAS

<p><u>Probabilidade de ocorrência</u> do perigo:</p> <p>1- Baixa: pouco frequente</p> <p>2- Moderada: frequente</p> <p>3- Alta: muito frequente</p>	<p><u>Severidade das consequências</u> para a saúde:</p> <p>1-Baixa: efeitos pouco graves</p> <p>2-Moderada: efeitos graves</p> <p>3-Alta: efeitos muito graves</p>
--	--

Severidade ALTA	Severidade MODERADA <i>Potencial de disseminação elevado</i>	Severidade MODERADA <i>Potencial de disseminação limitado</i>
<i>Clostridium botulinum</i> tipos A, B, E, F	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Bacillus cereus</i>
<i>Shigella dysenteriae</i>	<i>Salmonella spp.</i>	<i>Campylobacter jejuni</i>
<i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella paratyphi A, B</i>	<i>Shigella spp.</i>	<i>Clostridium perfringens</i>
<i>Vírus das hepatites A e E</i>	<i>Escherichia coli</i> enteropatogénica (EEC)	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Brucella abortus</i>	<i>Streptococcus pyogenes</i>	<i>Vibrio Cholera non-01</i>
<i>Brucella suis</i>	<i>Rotavirus</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>
<i>Vibrio cholerae 01</i>	<i>Virus Norwalk</i>	<i>Yersinia enterocolitica</i>
<i>Vibrio vulnificus</i>	<i>Entamoeba histolytica</i>	<i>Giardia lamblia</i>
<i>Taenia solium</i>	<i>Diphyllobothrium latum</i>	<i>Taenia saginata</i>
<i>Trichinella spiralis</i>	<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Trichinella spiralis</i>
	<i>Cryptosporidium parvum</i>	<i>Diphyllobothrium latum</i>



3



2



1

ANEXO 2

Ensaio Microbiológicos realizados ao croissant tradicional salgado, em laboratório acreditado.

Ensaio e Métodos	Resultado	m	M
Quantificação de Coliformes	<1.0E+1 UFC/ g	-	-
Quantificação de <i>E. coli</i>	<1.0E+1 UFC/ g	-	-
Quantificação de Estafilococos coagulase positiva	<1.0E+1 UFC/ g	-	-
Quantificação de <i>Enterobacteriaceae</i>	<1.0E+1 UFC/ g	10	100
Leveduras	<1.0E+1 UFC/ g	-	-
Bolores	<1.0E+1 UFC/ g	-	-
Pesquisa de <i>Salmonella spp.</i>	Ausente /25g	Ausência em 25g	

Legenda:

(<) - Resultado inferior ao limite de quantificação

UFC - Unidades formadoras de colónias

m - critérios fixados pelo Regulamento (CE) n.º1441/2007

M - limiar máximo de aceitação

