



**NOVA**

NOVA SCHOOL OF  
SCIENCE & TECHNOLOGY

**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS E  
TECNOLOGIA DA BIOMASSA**

CARLA SOFIA MOREIRA GONÇALVES

Licenciada em Bioquímica

# DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE NOVAS FORMULAÇÕES DE SALSICHAS FRANKFURT

MESTRADO EM TECNOLOGIA E SEGURANÇA ALIMENTAR

Universidade NOVA de Lisboa

Setembro 2021





# DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE NOVAS FORMULAÇÕES DE SALSICHAS FRANKFURT

CARLA SOFIA MOREIRA GONÇALVES

Licenciada em Bioquímica

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

**Co-orientadora:** Engenheira Laurentina Gomes, Diretora do  
Departamento Investigação e Desenvolvimento,  
Monte D'Alva alimentação S.A

MESTRADO EM TECNOLOGIA E SEGURANÇA ALIMENTAR

Universidade NOVA de Lisboa

Setembro 2021



### **Desenvolvimento e avaliação de novas formulações de salsichas Frankfurt**

Carla Sofia Moreira Gonçalves, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

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

## Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos aqueles que de uma maneira ou de outra contribuíram para a realização desta dissertação de mestrado:

- À indústria de transformação de carnes Monte D'Alva Alimentação, S.A. pela forma como colocou à disposição todos os meios técnicos e humanos necessários à realização deste trabalho;

- À Professora Doutora Maria Paula Duarte, orientadora desta dissertação de mestrado, pela orientação, transmissão de conhecimentos, paciência, simpatia, amabilidade, preocupação, disponibilidade, confiança e todo apoio que sempre prestou;

- À Eng<sup>a</sup> Laurentina Gomes, coorientadora deste projeto, pela transmissão de conhecimentos e paciência, disponibilidade e orientação. Pelos conselhos preciosos, pela simpatia e paciência, apoio, amizade e disponibilidade que sempre demonstrou;

- Aos Professores e funcionários da FCT que me acompanharam, apoiaram durante toda esta caminhada, em especial a Prof. Ana Luísa Fernando e a Dra. Isabel Pinto pela confiança e oportunidade;

- Aos meus colegas, em especial a Analdeth Marvão, Eromise Varela, Eugénia Afonso, Ester Moreira, Sónia, Gaudêncio, meus companheiros de luta, muito grata por cada momento partilhado, apoio e interajuda;

- À técnica de RH Alice Amorim, pela simpatia, confiança, oportunidade, amabilidade e disponibilidade que sempre prestou;

- Ao Engenheiro Márcio e aos demais da empresa pela confiança, oportunidade e todo apoio prestado;

- Aos provadores que participaram na análise sensorial e que tornaram possível este trabalho;

- Por último, tendo consciência que sozinha nada disto tinha sido possível, dirijo um agradecimento especial a minha mãe, por ser modelo de coragem e luta, ao meu pai, a estrela cadente que me guia a quem peço ajuda e conselhos sempre que preciso, aos meus filhos, por tudo que passamos, porque foi uma luta nossa, aos meus irmãos pelo apoio incondicional, ao meu sogro pelo incentivo. A eles dedico este trabalho!

Obrigada!

## Resumo

---

De forma a dar resposta às exigências do mercado, o presente trabalho teve como principal objetivo desenvolver e avaliar do ponto de vista sensorial e do rendimento de produção três novas formulações de salsicha tipo Frankfurt: salsichas de porco e aves isentas de glúten, salsichas de aves com reduzido teor em gordura e enriquecidas em fibra e salsichas de peru enriquecidas em proteína. Este objetivo implicou o desenvolvimento de formulações à escala piloto e a sua afinação com base na avaliação sensorial realizada por um painel de provadores constituído por colaboradores da empresa. Depois deste processo as novas salsichas foram levadas a uma prova sensorial mais alargada em que participaram 30 provadores, que avaliaram a textura, sabor, aroma, sal, cor e aspeto geral das salsichas.

Das três formulações desenvolvidas, duas, a salsicha com reduzido teor em gordura e enriquecida em fibra e a salsicha enriquecida em proteína, tiveram sucesso e já se encontram atualmente disponíveis no mercado. No caso da salsicha sem glúten não se conseguiu obter uma formulação com uma textura satisfatória, uma vez que ficou demasiado granulosa.

Outro dos pontos estudados passava pela avaliação da perda de peso durante o cozimento e pelo ganho de peso após a colocação em salmoura. Este ponto reveste-se da maior importância para garantir a correta correspondência entre o peso escorrido do produto e o peso afixado na embalagem. Relativamente a produtos já comercializados, a perda de peso durante a cozedura foi entre 4% e 8% e o ganho de peso (hidratação) durante a quarentena entre 10% e 35%. Nos produtos em desenvolvimento, a perda do peso durante a cozedura foi entre 4,46% (salsicha sem glúten) e 16,05% (salsicha enriquecida em fibra) e o ganho de peso (hidratação) durante a quarentena entre 10% e 30%. A verificação efetuada foi importante para aumentar o conhecimento sobre o comportamento das formulações em desenvolvimento e para garantir o cumprimento das margens estabelecidas para os produtos já comercializados.

**Palavras-chave:** Salsichas tipo Frankfurt, Desenvolvimento de formulações, perda de peso durante o processamento, análise sensorial

## Abstract

---

In order to respond to market demands, the main objective of this work was to develop and evaluate, from a sensory and production yield point of view, three new frankfurter formulations: gluten-free sausages, low-fat and fiber-enriched poultry sausages and protein-enriched turkey sausages. This objective implied the development of pilot-scale formulations and their fine-tuning based on the sensory evaluation carried out by a panel of tasters made up of company employees. After this process, the new sausages were taken to a broader sensory test, in which 30 tasters participated, who evaluated the sausage's texture, taste, flavor, salty taste, color and general appearance.

Of the three formulations developed, two, the low-fat and fiber-enriched poultry sausages and the protein-enriched turkey sausages, were successful and are already available on the market. In the case of the gluten-free sausage, it was not possible to obtain a texture with a satisfactory texture, as it was too grainy.

Another of the points studied involved the assessment of weight loss during cooking and weight gain after placing in brine. This point is of utmost importance to ensure the correct correspondence between the drained weight of the product and the weight affixed on the packaging. Regarding products already on the market, the weight loss during cooking was between 4% and 8% and the weight gain (hydration) during the quarantine was between 10% and 35%. In what concerns the products under development, the weight loss during cooking was between 4.46% (gluten-free sausage) and 16.05% (fiber-enriched sausage) and the weight gain (hydration) during the quarantine was between 10% and 30%. The verification carried out was important to increase knowledge about the behavior of the formulations under development and to guarantee compliance with common margins for products already on the market.

**Keywords:** Frankfurt sausages, Formulation development, Weight loss during processing, Sensory analysis

---



## **Símbolos e Abreviaturas**

**BRC** – *British Retail Consortium*

**BTK**- Baixo teor de calorias

**CE**- Comunidade Europeia

**FAO**- Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

**HACCP** - Análise de perigos e controlo de pontos críticos

**HPP** - Processamento por alta pressão

**ICS** - *International Certification Services*

**IFS** – *International Featured Standards*

**ISO** - Organização Internacional para Padronização

**MIF** - Manuel Inácio e Filhos, Lda

**NP** - Normativa Portuguesa

**PM** - Proteínas miofibrilares

**SGPS** - Sociedade Gestora de Participações Sociais

**SGS** - *Société Générale de Surveillance*

# Índice Geral

1. Introdução.....	1
1.1- Grupo Monte D'alva Alimentação S.A.....	1
1.2- Produtos Cárneos - Salsichas.....	3
1.2.1 - Principais ingredientes das salsichas.....	4
1.2.2.1. Carne.....	4
1.2.2.2. Água.....	5
1.2.2.3. Gordura.....	6
1.2.2.4. Sal (cloreto de sódio) .....	6
1.2.2.4. Aditivos.....	7
1.2.2 - Tipos de Salsichas.....	10
1.2.2.1. Salsichas Frescas.....	10
1.2.2.2. Salsichas Fermentadas.....	10
1.2.2.3. Salsichas Emulsionadas.....	11
1.2.2.4. Salsichas Cozidas.....	12
1.2.2.5. Salsichas Vegetarianas.....	14
1.2.3 - Fatores que afetam o rendimento das salsichas.....	14
1.2.3.1. - Gelificação.....	14
1.2.3.2 - Capacidade de retenção de água.....	17
1.2.3.3 - Perda de água durante o cozimento.....	18
1.2.4 - Investigação/Desenvolvimento das Salsichas.....	19
1.2.4.1 - Salsichas com reduzido teor em sal.....	20
1.2.4.2 - Salsichas com baixo teor em gordura (redução calórica).....	21
1.2.4.3 - Salsichas com baixo teor em aditivos (fosfatos e nitritos).....	22
1.2.5- Objetivos do trabalho.....	23
2. Materiais e Métodos.....	24
2.1 Desenvolvimento de novas formulações.....	24
2.1.1 Processo de produção de salsichas tipo Frankfurt.....	25
2.2 Provas sensoriais.....	28
2.2.1. Análise sensorial das Salsichas.....	30
2.3. Avaliação do rendimento.....	31
2.3.1. Avaliação das perdas de peso durante a cozedura.....	31
2.3.2. Avaliação da variação de peso durante a quarentena.....	31
3. Resultados e Discussão.....	32
3.1 Análise sensorial das diversas formulações.....	32
3.1.1. Salsichas para Exportação versus Salsichas para Mercado Interno.....	33
3.1.2 Prova entre salsichas com calibres diferentes.....	35
3.1.3 Prova entre salsichas de soja (vegetariana), de aves e de porco.....	37
3.1.4 Prova entre salsichas com baixo teor em gordura e enriquecidas em fibra e salsichas enriquecidas em proteína.....	40
3.1.5 Prova entre salsichas com e sem glúten.....	43
3.2 Fatores que afetam o rendimento.....	45
3.2.1. Salsichas para exportação e salsichas para o mercado interno.....	45
3.2.2. Salsichas com calibre reduzido e calibre standard.....	46
3.2.3. Salsichas vegetariana, de carne de porco e de carne de aves.....	48

3.2.4 Salsichas de baixo teor em gordura e enriquecidas em fibra e salsichas enriquecidas em proteína.....	50
3.2.5 Salsichas de porco e aves com e sem glúten.....	52
4 - Conclusão.....	55
Referências.....	57
Anexo I.....	68
Anexo II.....	70

## Índice de Figuras

Figura 1.1- Aspetto das salsichas frescas.....	10
Figura 1.2- Aspetto das salsichas fermentadas-salame.....	10
Figura 1.3 - Salsicha emulsionada – Kochwurst.....	11
Figura 1.4 – Salsicha cozida tipo Frankfurt.....	13
Figura 2.1 - Fluxograma da produção de salsichas tipo Frankfurt .....	25
Figura 2.2 - Aspetto da picadora (1) e da Cutter (2) utilizadas na preparação das massas.....	26
Figura 2.3 - Aspetto do cone (3) e da enchedora (4) utilizados no enchimento das tripas com a massa.....	26
Figura 2.4 - Aspetto da entrada do túnel (5) e do túnel onde ocorre a fumagem, estufagem e cozimento.....	27
Figura 2.5 - Aspetto dos frasco já com salsichas na linha de produção (7) e encapsuladora (8).....	27
Figura 3.1 - Regularidade de consumo de salsichas pelos provadores das salsichas destinadas a exportação e salsichas para mercado interno.....	33
Figura 3.2 - Análise sensorial das salsichas destinadas à exportação (salsicha A) e das salsichas destinadas ao mercado interno (Salsicha B). (A) Preferência dos provadores; (B) Avaliação das características organoléticas.....	34
Figura 3.3 - Intenção de compra das salsichas destinadas à exportação (salsicha A) e das salsichas destinadas ao mercado interno (Salsicha B).....	34
Figura 3.4 -Regularidade de consumo de salsichas pelos provadores das salsichas com diferentes calibres.....	35
Figura 3.5 - Análise sensorial das salsichas com calibre reduzido (salsicha C) e das salsichas com calibre standard (Salsicha D). (A) Preferência dos provadores; (B) Avaliação das características organoléticas.....	36
Figura 3.6 - Intenção de compra das salsichas com calibre reduzido (salsicha C) e das salsichas com calibre standard (Salsicha D).....	36
Figura 3.7 -Regularidade de consumo de salsichas pelos provadores das salsichas vegetarianas, de porco e de aves.....	37
Figura 3.8 - Análise sensorial das salsichas de porco (salsichas G), vegetarianas (salsichas E) e de aves (salsichas F). (A) Preferência dos provadores; (B) Avaliação das características organoléticas.....	38
Figura 3.9 - Intenção de compra das salsichas das salsichas vegetarianas (salsichas E), de porco (salsichas G) e de aves (salsichas F).....	40
Figura 3.10 -Regularidade de consumo de salsichas pelos provadores das salsichas com baixo teor em gordura e enriquecidas em fibra e salsichas enriquecidas em proteína...41	

Figura 3.11 - Análise sensorial das salsichas com baixo teor em gordura e enriquecidas em fibra (salsichas I ou BTK) e salsichas enriquecidas em proteína (salsichas H ou +PROT). (A) Preferência dos provadores; (B) Avaliação das características organolépticas.....	42
Figura 3.12 - Intenção de compra das salsichas com baixo teor em gordura e enriquecidas em fibra e salsichas enriquecidas em proteína.....	42
Figura 3.13 - Resultado das provas triangular (identificação da amostra diferente) e de preferência das salsichas sem glúten (salsichas K) e com glúten (salsichas J).....	44
Figura 3.14 - Percentagem de perda de peso durante a cozedura das salsichas para exportação (A) e das salsichas para mercado interno (B).....	45
Figura 3.15- Ganho do peso (Pick up) após embalagem das salsichas para exportação (A) e das salsichas para mercado interno (B).....	46
Figura 3.16 - Percentagem de perda de peso durante a cozedura das salsichas de calibre reduzido (salsicha C) e de calibre standard (salsicha D).....	47
Figura 3.17- Ganho do peso (Pick up) após embalagem das salsichas de calibre reduzido (salsicha C) e de calibre standard (salsicha D).....	47
Figura 3.18 - Percentagem de perda de peso durante a cozedura das salsichas vegetarianas (salsicha E), de aves (salsichas F) e de porco (salsichas G).....	48
Figura 3.19 - Ganho do peso (Pick up) após embalagem das salsichas vegetarianas (salsicha E), de aves (salsichas F) e de porco (salsichas G).....	49
Figura 3.20 - Percentagem de perda de peso durante a cozedura das salsichas de baixo teor em gordura e enriquecidas em fibra (salsicha I) e das salsichas enriquecidas em proteína (salsichas H).....	50
Figura 3.21 - Ganho do peso (Pick up) após embalagem das salsichas de baixo teor em gordura e enriquecidas em fibra (salsicha BTK) e das salsichas enriquecidas em proteína (salsichas +Prot).....	52
Figura 3.22 - Percentagem de perda de peso durante a cozedura das salsichas com glúten e sem glúten.....	53
Figura 3.23 - Ganho do peso (Pick up) após embalagem das salsichas com glúten (salsichas de trigo) e sem glúten (salsichas de milho).....	53

## Índice de Tabelas

Tabela 1.1 - Fatores que afetam gelificação das proteínas miofibrilares .....	15
Tabela 2.1 – Descrição das provas sensoriais realizadas.....	30

## Introdução

### 1.1- Grupo Monte D'alva Alimentação S.A

O Grupo Monte D'Alva está presente no setor de atividade pecuária há mais de 40 anos, dedicando-se à produção e comercialização de carnes e produtos cárneos, atuando no mercado nacional e internacional com um conjunto de marcas reputadas e de grande prestígio – Damatta e Izidoro. Esta empresa é o produtor português líder na indústria alimentar, que aposta na inovação, no trabalho diário com a finalidade de desenvolver produtos com valor acrescentado, que garante matrizes nutricionais adequadas capazes de facultar aos consumidores de diferentes segmentos e idades, uma alimentação equilibrada (Grupo Montalva, 2008).

Atualmente, esta empresa congrega um conjunto de cerca de vinte empresas no sector agroalimentar, algumas delas centenárias, abrangendo as várias fases da cadeia produtiva. A unidade do Montijo, anteriormente designada Estabelecimento Isidoro M. de Oliveira, S.A., iniciou a sua atividade no sector das carnes a 11 de novembro de 1900, sendo o seu fundador Isidoro Sampaio de Oliveira, vindo mais tarde a dar origem à constituição da atual Sociedade Comercial em 15 de julho de 1920 (Grupo Montalva, 2008).

Em 1972 foi criada a empresa Manuel Inácio e Filhos, Lda. (MIF), que tinha como principal atividade, o comércio de animais, e que posteriormente originou o Grupo Montalva. Nos anos 80, com pouco mais de uma década de existência, a empresa adquiriu participações em sociedades produtoras de rações, o Progado Centro Sul e Progado – Sociedade Produtora de Rações, S.A.. Nos anos 90 a empresa tornou-se acionista do Grupo Dilop/Ribacarne entrando assim no mercado de processamento de carnes. Em 1997 o grupo adquiriu participações maioritárias na empresa Dilop, passando a contar com uma forte presença nos setores de abate e comercialização de produtos cárneos. Em 2003 a empresa MIF SGPS adquiriu a Sapropor empresa

detentora das marcas Izidoro e Damatta, assumindo-se assim, como a maior empresa nacional de produção e transformação de carne e seus derivados. Em 2011 entrou um novo acionista, a empresa ECS Capital (referência no mercado a nível estrutural), com objetivo de proporcionar as condições necessárias para o desenvolvimento do negócio na área das carnes. Em 2012 ocorreu a aquisição da empresa Montebravo, viabilizando assim novas oportunidades de negócio na área das carnes. O grupo MIF passou a ser denominado Grupo Montalva, afirmando-se como um projeto ambicioso, de qualidade e controlo da cadeia integrada de produção de carnes portuguesas, recriando a forte ligação com a natureza, as origens e reforçando a tradição na criação das melhores matérias-primas (Grupo Montalva, 2020).

Dois produtos influenciaram decisivamente a imagem e notoriedade da marca IZIDORO, sendo eles o fiambre e as salsichas. Produzidos há mais de 30 anos, estes produtos, conseguiram satisfazer os consumidores mais exigentes, através do seu aroma e sabor inconfundíveis. Outros produtos foram então lançados, permitindo à IZIDORO posicionar-se como uma marca que oferece produtos para o dia-a-dia, totalmente adaptados às necessidades dos consumidores (Grupo Montalva 2008). De forma semelhante a marca DAMATTA, sempre se distinguiu no mercado português e no estrangeiro pela notoriedade do seu presunto.

Atualmente, na unidade do Montijo ocorre o fabrico de produtos à base de carne (maioritariamente suíno, mas também de peru, frango e bovino). As gamas dos produtos fabricados nesta unidade, independentemente da marca, definem-se em quatro linhas de produtos, agrupados por critérios de natureza tecnológica, como:

- Produtos Cozidos: Em que o produto com maior expressão é sem dúvida o fiambre, coexistindo diferentes referências escalonadas de acordo com a relação qualidade/preço, adaptadas aos diferentes canais de distribuição. Além do fiambre são produzidos entre outros, diferentes tipos de mortadelas.

- Pastas/Salsichas: Incluem toda a gama de salsichas processadas termicamente, e patês;

- Fatiados: Fatiagem e embalamento de cozidos, fumados e curados.

- Fumados: Na gama de Fumados englobam-se, os enchidos mais representativos da Salsicharia Tradicional Portuguesa, tais como chouriço de carne, chourição, linguiça, morcela, paio do lombo e salpicão; Embalagem e corte de produtos curados – Inclui todas as apresentações da Gama de Presuntos (Grupo Montalva 2008).

A preocupação com a qualidade foi uma constante desde o início da atividade da Isidoro, tendo sido a primeira empresa a contratar técnicos alemães, especialistas no fabrico de “charcutaria fina”, entenda-se fiambre e salsichas em lata. Por outro lado, com o objetivo de suportar o Sistema da Qualidade interno e com a finalidade de

responder aos requisitos da qualidade exigidos para os seus produtos, foi criado nos anos 60 um laboratório de ensaios, integrando técnicos com formação específica na área do Controlo da Qualidade. A qualidade e a constante inovação dos produtos IZIDORO, permitiram-lhe ser durante quase 50 anos líder do mercado com quotas muito elevadas e com uma concorrência fragmentada e pouco poderosa. Em 1996 foi decidida a implementação do Sistema de Segurança Alimentar, com base no modelo de análise de perigos e controlo de pontos críticos (HACCP), estando atualmente em funcionamento. Em 1997 iniciou-se o desenvolvimento e implementação do Sistema de Garantia da Qualidade de acordo com o modelo preconizado pela norma NP EN ISO 9002 - Garantia da Qualidade na Produção, Instalação e Assistência Após Venda, com vista ao seu reconhecimento por um processo de Certificação. Em 2000 o Sistema da Qualidade da Unidade do Montijo foi auditado pela SGS ICS *International Certification Services*, cumprindo os requisitos da Norma NP EN ISO 9002, tendo sido emitido o respetivo Certificado de Conformidade. Em 2003 foi certificado com o Sistema de Gestão da Qualidade segundo o referencial NP EN ISO 9001:2000; em 2009 faz-se a transição para a norma NP EN ISO 9001:2008 e a extensão do âmbito do certificado à comercialização de produtos cárneos transformados. Atualmente as Unidades de processamento de Torres Novas, Santarém e Milharado encontram-se certificadas pela norma ISO 22000:2005, sendo a unidade de Torres Novas igualmente certificada pelos referenciais IFS Food – *International Food Standard* e BRC Food – *British Retail Consortium* (Grupo Montalva, 2020).

## **1.2– Produtos Cárneos - Salsichas**

O *Codex Alimentarius* define como carne todas as partes de um animal consideradas seguras e adequadas ao consumo humano ou destinadas a esse fim. Segundo a FAO (2019) a carne é composta por água, proteínas, gorduras, minerais, vitaminas, componentes bioativos e hidratos de carbono, sendo que os principais constituintes são a água (75%) e as proteínas (22,3%). Do ponto de vista nutricional, a carne é muito importante devido às suas proteínas de elevada qualidade, que contêm todos os aminoácidos essenciais, bem como aos seus minerais e vitaminas altamente biodisponíveis.

A carne e os produtos à base de carne, como as salsichas, podem fazer parte de uma dieta equilibrada, fornecendo nutrientes valiosos e essenciais para o crescimento e desenvolvimento. O processamento de carne é uma oportunidade de agregar valor, baixar preços, promover a segurança alimentar e prolongar a vida útil. Por sua vez, isso pode levar ao aumento da renda familiar e à melhoria da nutrição (Ribeiro, 2001).

Segundo o regulamento (CE) N.º 853/2004, e as suas retificações, os produtos à base de carne são produtos transformados resultantes da transformação da carne ou da ulterior transformação desses produtos transformados, de tal modo que a superfície de corte à vista permita constatar o desaparecimento das características da carne fresca (CE, 2004).

Exemplos de produtos à base de carne são mortadela, salsichas Frankfurt, salsichas de Viena e almôndegas ou tortas de carne.

As Salsichas podem ser definidas como um alimento preparado a partir de triturado de carne vermelha, aves de capoeira ou uma combinação destas duas com água, ligantes e tempero (Ordóñez et al., 1999). Geralmente, as salsichas são colocadas num invólucro (tripa) e podem ser curadas, defumadas ou cozidas. Estes produtos possuem formas simétricas, diferindo entre si principalmente no teor e tipo de carne, na variedade de especiarias utilizadas, métodos de processamento aplicados e no calibre/forma (Lonergan et al., 2019).

A FAO considera as salsichas como uma das formas mais antigas das carnes processadas, em que as carnes passam por vários processos de modificação para adquirir propriedades organoléticas desejáveis (FAO 1985).

### **1.2.1 - Principais ingredientes das salsichas**

Para a produção das salsichas são necessários diferentes ingredientes, nomeadamente, carne, água, gordura, temperos e aditivos.

#### **1.2.2.1. Carne**

A boa qualidade das salsichas depende principalmente do estado das proteínas da carne e das suas propriedades de emulsificação e de ligação com água (Mohamed et al., 2015). As proteínas da carne podem dividir-se em proteínas miofibrilares, proteínas sarcoplasmáticas e proteínas do tecido conjuntivo.

As proteínas miofibrilares são as principais responsáveis pelas propriedades texturais dos produtos cárneos, sendo a miosina e a actina as que mais contribuem para o desenvolvimento das características gelatinosas desejáveis em produtos à base de carne. No seu conjunto, as proteínas miofibrilares constituem 55% a 60% do total das proteínas musculares e cerca de 10% do peso do músculo (Sun & Holley, 2010a).

As proteínas miofibrilares são responsáveis pela ligação à água e pela encapsulação da gordura. Por exemplo, a adição de sal à porção de carne magra da fórmula da salsicha contribui para solubilizar as proteínas miofibrilares, sendo a forma mais eficaz para se

conseguir ligar a água adicionada e a gordura da salsicha. Uma vez solubilizadas, as proteínas miofibrilares são capazes de formar um gel quando aquecidas. Esta matriz de gel é a explicação para a mudança de textura da carne salgada depois de qualquer tratamento térmico (Lonergan et al., 2019). A estrutura do gel formado é condensada e preenchida com os glóbulos de gordura revestidos de proteína que interagem com a matriz por meio de ligações dissulfeto (Mohamed et al., 2015).

As proteínas sarcoplasmáticas são solúveis em água e são representadas pelos pigmentos musculares, a mioglobina e hemoglobina. A mioglobina é responsável pelos padrões da cor das carnes, ou seja, carnes com maior concentração de mioglobina apresentam uma cor vermelha mais intensa. Por exemplo, a carne de aves possui menos mioglobina do que carne de suíno ou de bovino. Assim sendo, as proteínas sarcoplasmáticas influenciam a cor das salsichas. Estas proteínas possuem menor capacidade de ligação comparativamente com as proteínas miofibrilares (Lonergan et al., 2019).

O colagénio é um exemplo de proteína do tecido conjuntivo. Esta proteína é capaz de ligar a água, mas não possui boas características de ligação da massa de carne. A utilização de carnes ricas em colagénio, como por exemplo, pernil de bovino, em salsichas emulsionadas deve ser limitada para se poder obter uma massa estável (FAO, 1985).

#### **1.2.2.2. Água**

Na formulação das salsichas, a água é adicionada sob a forma líquida e/ou em gelo, constituindo um componente essencial não só para dissolver e dispersar os ingredientes, mas bem para controlar a temperatura durante o processamento, neutralizando o calor gerado durante o trabalho mecânico da fragmentação da carne. Uma vez que a massa de carne para o fabrico das salsichas constitui uma emulsão, é importante manter a sua temperatura baixa para evitar a separação das fases (sinérese). A temperatura elevada pode causar a desnaturação das proteínas, fazendo com que estas percam a capacidade de fixação de água. É essencial que a água adicionada fique retida no interior da estrutura da salsicha para se obter um produto final de alta qualidade (Lonergan et al., 2019; Ribeiro, 2001).

A água afeta a cor, aparência e a palatabilidade (sabor, maciez, suculência) do produto final. A qualidade da água utilizada na produção é importante, uma vez que afeta as características das salsichas. Por exemplo, a utilização de uma água com baixa dureza (70 – 135 mg/L CaCO<sub>3</sub>, Hélio Pereira, 2016) é importante para reduzir o teor em metais divalentes que podem originar alterações na cor das salsichas (Lonergan et al., 2019).

### **1.2.2.3. Gordura**

A gordura é um ingrediente importante na produção das salsichas, contribuindo para a textura, suculência, sabor e aroma. Na formulação das salsichas, de modo a ajustar o teor de gordura ao desejado para a formulação, pode ser adicionada mais gordura para além da gordura existente naturalmente na carne (Cáceres et al., 2004). Atualmente, para acompanhar a exigência do mercado, verifica-se uma tendência para diminuir o teor em gordura das salsichas. Essa redução pode ser alcançada reduzindo ou substituindo parcialmente a gordura por outros compostos como, por exemplo, carboidratos ou proteínas. No entanto, a redução de gordura pode afetar negativamente algumas características importantes das salsichas, como o sabor ou a textura, influenciando significativamente a aceitabilidade do produto acabado (Giese, 1996; Sellas et al., 2021).

### **1.2.2.4. Sal (cloreto de sódio)**

As principais funções do cloreto de sódio na formulação das salsichas prendem-se com a sua atuação ao nível do sabor, conservação do produto, solubilização das proteínas e potenciação da ação dos polifosfatos.

O sal melhora as propriedades sensoriais dos alimentos contribuindo para o incremento do sabor salgado, ao mesmo tempo que pode alterar a perceção de outros sabores existentes num alimento, levando a uma diminuição da perceção do sabor amargo e a um aumento da perceção do sabor doce (Breslin & Beauchamp, 1997). A adição de sal é essencial para produzir um sabor desejável em produtos de salsicharia. Nos últimos anos, os problemas associados ao consumo excessivo de sal têm motivado a procura por alternativas à sua utilização. Essas alternativas têm passado pela sua substituição parcial por cloreto e potássio (Lonergan et al., 2019).

A ação conservante do sal baseia-se na retardação do crescimento bacteriano. O sal é eficaz como conservante porque reduz a atividade de água dos alimentos, ou seja, diminui a quantidade de água disponível para o crescimento bacteriano. Por outro lado, a atividade conservante do sal pode também estar relacionado com a possibilidade das células bacterianas sofrerem choque osmótico, resultando na perda de água das células e na morte celular. O sal pode ainda limitar a solubilidade do oxigénio, interferir com as enzimas celulares ou forçar as células a gastar energia para expelirem os iões de sódio, sendo que todos estes mecanismos podem reduzir a taxa de crescimento microbiano (IOM, 2010).

Na produção das salsichas, o sal desempenha ainda um papel importante ao promover a formação da textura final. A presença de sal aumenta a força iônica, condição indispensável para a solubilização das proteínas musculares. Com efeito, a presença de sal ajuda a solubilizar as proteínas miofibrilares que são insolúveis apenas em água. A solubilização das proteínas miofibrilares é importante para ligar a massa, ao aprisionar a água e formar a textura de gel, bem como, para emulsionar a gordura. Se a gordura não for suficientemente emulsionada, ela pode derreter durante o processamento térmico e acumular-se no topo do produto (IOM, 2010; Lonergan et al., 2019). A adição deste ingrediente deve ser feita no início do fabrico da pasta, de modo a possibilitar, o mais cedo possível, a extração das proteínas solúveis, fomentando a ligação da massa (Ribeiro, 2001).

#### **1.2.2.4. Aditivos**

Aditivos são substâncias utilizadas para melhorar as propriedades funcionais dos produtos. Na salsicharia, os aditivos são utilizados com diversos objetivos, tais como, por exemplo, intensificar o sabor, reduzir custos, atrasar a rancidez, aumentar o tempo de prateleira, melhorar gelificação (proteína de soja) ou melhorar a cor (Chen et al., 2006).

Os antioxidantes têm como função prolongar a vida útil do produto, evitando a rancificação da gordura, bem como a mudança de cor causada pela exposição ao oxigênio. Os mais utilizados na produção das salsichas são: ácido ascórbico (E300) e eritorbato de sódio (E316) (FAO 1985).

Os conservantes são usados em quantidades muito pequenas para manter os alimentos seguros, prolongando a vida útil do produto, impedindo o crescimento de microrganismos deteriorantes ou patogênicos. Os conservantes mais comumente usados na salsicharia são o sulfito de sódio (E221) e metabissulfito de sódio (E223) (FAO 1985). Para além da sua ação conservante, os sulfitos atuam também como antioxidantes, inibindo as reações de lipoperoxidação, e como inibidores do escurecimento não enzimático (reações de Maillard), contribuindo, desta forma, para a manutenção da cor dos produtos (D'Amore et al., 2020).

Os intensificadores de sabor reforçam o sabor inerente ao produto pelo seu efeito nas papilas gustativas. O glutamato monossódico (E621) está entre os mais utilizados na salsicharia (FAO 1985). Na sequência das preocupações dos consumidores, a utilização do E621 tem vindo a diminuir sendo privilegiada a utilização de produtos naturais, como ervas aromáticas, temperos, e seus extratos para realçar o sabor ou como aromatizantes no fabrico das salsichas. Entre os produtos naturais utilizados para

aromatizar as salsichas encontram-se a salsa, coentros, paprica, alecrim, noz-moscada, alho-francês, damasco, amora, tomate, cebola e hortelã. Estes produtos podem ser utilizados separadamente ou como um *mix* de temperos na proporção correta para entrar no lote no ponto da mistura. Uma mistura de pimenta preta, mostarda, coentros e noz-moscada confere um *flavor* típico a salsichas tipo Frankfurt. Quase todas as especiarias têm uma ação antioxidante e conseqüentemente contribuem para retardar a rancificação das gorduras contidas nos produtos cárneos. A Salsicha sofreu uma evolução em termos de diversidade de ingredientes e extratos naturais preferido pelos clientes, o que, por sua vez, impulsionou o desenvolvimento de novos produtos (FAO 1985; Lonergan et al., 2019).

Os nitratos e nitritos e os fosfatos constituem outros dos aditivos utilizados na formulação das salsichas.

A utilização de nitratos e nitritos visa o desenvolvimento e a fixação da cor rosa avermelhado, o desenvolvimento do sabor típico dos produtos curados, a prevenção da rancificação das carnes e a inibição do crescimento de microrganismos, particularmente do *Clostridium botulinum*. Sabe-se que a cor rosa avermelhada das carnes curadas é resultante da combinação química envolvendo os pigmentos da carne e o óxido nítrico resultante das reações por que passam nitritos e nitratos na fase inicial da cura, em que o óxido nítrico liga-se ao ião ferro do grupo hemo da mioglobina formando com essas reações químicas o pigmento nitrosomioglobina. Durante o aquecimento, a nitrosomioglobina é convertida no pigmento estável denominado por nitrosohemocromo, responsável pela cor (Oliveira, 1999; Olivo & Ribeiro 2018).

A adição de nitritos tem limites restritos devido à potencial formação de N-nitrosaminas mutagénicas e cancerígenas. A adição do ácido ascórbico ou seus sais é de grande importância para prevenir a formação de nitrosaminas, pois ao serem oxidados pelo nitrito residual evitam que este reaja com as aminas secundárias e terciárias, originando assim a formação de N-nitrosaminas (Ribeiro, 2001).

Os fosfatos atuam na formulação das salsichas como emulsionantes e estabilizadores ao aumentarem a capacidade de retenção de água e a solubilização das proteínas, dando origem a uma mistura mais homogénea. Os estabilizadores mais usados no fabrico de salsichas são os difosfatos (E450) e trifosfatos (E451). Os fosfatos promovem a funcionalidade do sal e antioxidantes na formulação das salsichas (Lonergan et al., 2019).

Vários autores (Ellinger, 1972; Knipe 1983; Trout & Schmidt 1983) indicaram que a utilização dos fosfatos em produtos à base de carne promove o aumento do pH e dos eletrólitos aniónicos, a sequestração dos catiões, o aumento da força iónica e a dissociação da actomiosina. Os polifosfatos ligam-se facilmente a iões metálicos

presentes na carne ( $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ ) e esta fixação confere características antioxidantes e conservantes, pois o sequestro destas iões impede a sua participação no processo de oxidação da gordura e torna-os indisponíveis para o crescimento de microrganismos (Ribeiro, 2001).

Os fosfatos também podem estabelecer ligações cruzadas entre as proteínas melhorando a textura das salsichas. Hargett et al. (1980) relataram que o pirofosfato ácido de sódio foi o fosfato mais eficaz para melhorar a firmeza e a elasticidade das salsichas tipo Frankfurt.

Para melhorar a ligação da massa das salsichas podem incluir-se nas formulações ingredientes não-cárneos. Estes incluem leite em pó, proteína de soja, clara de ovo e soro de leite em pó. Recomendam-se bons níveis funcionais de inclusões desses ligantes, já que não contam para o conteúdo de carne da receita (FAO 1985).

O amido também pode ser utilizado como agente de ligação. A temperatura elevada ocorre a gelatinização do amido disperso na matriz proteica. Esta gelatinização contribui para a formação da estrutura de gel viscoso com glóbulos de gordura circundados que, conseqüentemente, melhora da maciez e as características sensoriais de salsichas cozidas (Mohamed et al., 2015).

Na formulação das salsichas podem também ser utilizados açúcares cuja principal função é servir como adoçante. Existe uma grande variedade de açúcares disponíveis para o fabricante de salsichas, destacando sacarose, dextrose, xarope de milho, lactose e sorbitol. A glucose, açúcar simples obtido por hidrólise total do amido, é utilizada em salsicharia sobretudo devido à sua contribuição para o *flavour* adocicado e para mascarar o sabor salgado. A glucose é também utilizada devido às suas propriedades reductoras e fermentescíveis (Lonergan et al., 2019).

O Regulamento (CE) nº 1333/2008, de 16 de dezembro de 2008 e as suas alterações, o decreto-Lei nº 193/2000 de 18 de agosto, rege as quantidades de aditivos permitidas nas formulações das salsichas. Segundo estes, o limite máximo a ser adicionado durante o processo de fabrico são: para nitrito de potássio (E249) de 150 mg/kg (expresso em  $\text{NaNO}_2$ ), nitrito de sódio (E250) de 100 mg/kg (expresso em  $\text{NaNO}_2$ ), glutamatos (E620-E625) de 500 mg/kg, eritorbato de sódio (E316) de 500 mg/kg, curcumina (E100) de 20 mg/kg, cochonilha, ácido carmínico, carminas (E120) de 100 mg/kg, carotenos (E 160) de 20 mg/kg, para extrato de pimentão, capsantina e capsorubina de 10 mg/kg e para ésteres de sacarose e ácidos gordos (E473) de 120 mg/kg (em relação à matéria gorda) (Comissão Europeia, 2008).

## 1.2.2 - Tipos de Salsichas

Existem vários tipos de salsichas dependendo do processo de produção e dos ingredientes utilizados. Assim, podem encontrar-se salsichas frescas, fermentadas e emulsionadas (FAO, 1985).

### 1.2.2.1. Salsichas Frescas

As salsichas frescas são produtos não cozidos e grosseiramente triturados (Figura 1.1). Estas salsichas são vendidas frescas ou congeladas e possuem menor tempo de prateleira do que as demais, necessitando de ser confeccionadas antes de ser consumidas (FAO, 1985).



Figura 1.1- Aspeto das salsichas frescas (Proteste, 2016).

### 1.2.2.2. Salsichas Fermentadas

A fermentação é um dos métodos mais antigos da conservação de carne, sendo também um processo utilizado na produção de salsichas. Os enchidos fermentados são classificados como secos (salame, calabresa) e semi-secos (cervelat) (FAO, 1985). A Figura 1.2 apresenta uma das variedades de salsicha fermentada.



Figura 1.2- Aspeto das salsichas fermentadas-salame (Wikipedia Contributors, 2019).

Os enchidos fermentados são caracterizados por possuírem um maior prazo de validade, devido ao pH baixo e à natureza mais seca do produto. O menor valor de pH é uma consequência da produção de ácido láctico que ocorre durante a fermentação. Os enchidos fermentados têm um teor de carne relativamente maior que os demais e maior tempo (até sete semanas) de preparação.

As salsichas semi-secas apresentam um pH ácido mais acentuado (4,8 a 5,4). Estes produtos são fermentados e fumados, podendo por vezes ser também ligeiramente cozidos pelo calor aplicado no fumeiro. No final, são secos ao ar por um período de tempo relativamente curto. Por outro lado, as salsichas secas são fermentadas, fumadas e sujeitas a uma longa e contínua secagem ao ar (envelhecimento), durante a qual ocorrem por mudanças bioquímicas e físicas que influenciam fortemente as suas características organolépticas. O pH final das salsichas secas é geralmente um pouco mais alto (5,0 – 5,5) do que o das salsichas semi-secas (FAO, 1985).

### **1.2.2.3. Salsichas Emulsionadas**

As salsichas de emulsão são produtos prontos a consumir à base de carnes finamente trituradas, gorduras, água e temperos. Estas salsichas são geralmente fumadas e ligeiramente cozidas. Exemplos destes produtos são as salsichas *kochwurst* (Figura 1.3), *brühwurst* e as salsichas de fígado. Este processo aproveita a capacidade natural da carne de absorver e reter a água. Uma grande variedade das salsichas emulsionadas acaba por ser cozida no forno e apresenta uma grande diversidade de cores, tamanhos e sabores. O sabor característico do fumo é conseguido pela adição do fumo líquido (FAO, 1985).



Figura 1.3 - Salsicha emulsionada – *Kochwurst* (Koch, 2020).

#### **1.2.2.4. Salsichas Cozidas**

As salsichas cozidas são feitas basicamente a partir de matérias-primas frescas ou excepcionalmente curadas, previamente cozidas, submetidas ao cozimento final após o enchimento, com ou sem defumação adicional. Este produto veio adicionar segurança e conveniência para os setores de *fast food* e refeições prontas. Cozinhar exige programas de monitorização do tempo, temperatura, pressão e humidade para se atingir uma consistência desejada (FAO 1985). Exemplos de salsichas cozidas são as salsichas do Tipo Alemã e Frankfurt.

Segundo a normativa portuguesa, NP 4496 – 2013, baseado no Decreto-Lei nº 193/2000, diário da república nº190 Série I-A, define-se salsicha tipo alemã, como um produto cozido, fumado, de pasta fina e homogénea, de formato cilíndrico, com diâmetro entre 16 mm e 30 mm, constituído por carne de suíno e gordura de suíno e, facultativamente, carne de bovino e carne de aves, adicionadas de condimentos e aditivos. Excepcionalmente, poderá ser efetuada uma diferenciação pela utilização de carne e gordura de uma espécie particular, devendo o nome da espécie figurar a seguir à designação.

Para estas salsichas, os ingredientes essenciais são carnes de suíno, bovino, frango e peru, utilizada em extremes ou em mistura e água. Os ingredientes facultativos são gorduras de suíno, bovino, frango e peru, utilizada em extremes ou em mistura; carnes separadas mecanicamente de suíno, bovino, frango, e peru, utilizada em extremes ou em mistura; couratos em quantidade não superior a 5 %; pele de aves em quantidade não superior a 5 %; proteínas animais/vegetais; amido/féculas em quantidade inferior a 2 % do total dos ingredientes; gordura de origem vegetal; sangue e/ou hemoglobina em quantidade estritamente necessária para reforçar a cor; sal; açúcar, dextrose e /ou lactose em quantidade inferior a 2 % do total dos ingredientes; especiarias; aromas; fumo líquido, outros condimentos; elementos para decoração (utilizados como um fator de diferenciação). Os invólucros da salsicha do tipo alemã podem ser tripa natural de ovino, tripas reconstituídas ou tripas artificiais (celulose ou colágeno), sendo que, estas últimas, quando não comestíveis, devem ser retiradas (Instituto Português da Qualidade, 2013).

As salsichas do tipo alemã apresentam um exterior de cor castanho-clara, característico da fumagem, uma consistência firme, apresentando-se a tripa, quando presente, sem roturas e aderente à pasta. Já em relação ao interior, estas salsichas apresentam uma pasta homogénea de grão fino, bem ligada, de cor levemente rosada, com cheiro e sabor característicos, na qual se podem distribuir elementos decorativos utilizados. Nas salsichas do tipo alemã o teor em proteína total (N x 6,25 segundo NP 1612) mínimo

deve ser de 12 % e o de gordura livre (segundo a NP 1224) máximo de 25 %, devendo os aditivos adicionados estarem de acordo com a legislação em vigor (Instituto Português da Qualidade, 2013).

Segundo a normativa portuguesa, NP 724 – 2006, baseado no Decreto-Lei nº 193/2000, define-se salsichas tipo Frankfurt, como um produto cozido, fumado, de pasta fina e homogénea, de formato cilíndrico, com diâmetro entre 12 - 25 mm e comprimento variável, consoante a apresentação comercial, constituído por carne e gordura de suíno, facultativamente, carne de bovino e carne de aves, adicionadas de condimentos e aditivos (Figura 1.4). Os ingredientes essenciais para este tipo de salsicha são carne de suíno e gordura de suíno, sendo os ingredientes facultativos a carne de bovino e de aves, couratos em quantidade inferior a 10 % do total dos ingredientes, água/gelo, proteínas de origem animais e/ou vegetal em quantidade inferior, no conjunto, a 5 % do total dos ingredientes; amidos/féculas em quantidade inferior a 4 % do total dos ingredientes; sangue, cruor e/ou hemoglobina em quantidade estritamente necessária para reforçar a cor; sal; açúcar e/ou dextrose em quantidade inferior a 2 % do total dos ingredientes, especiarias; aromas; fumo líquido, aditivos, de acordo com a legislação em vigor. Os invólucros da salsicha do tipo Frankfurt podem ser tripa natural de ovino, tripas reconstituídas ou tripas artificiais, sendo que, estas últimas, quando não comestíveis, devem ser retiradas. Pode ser utilizado um recobrimento de natureza colágeno ou vegetal, próprio para uso alimentar e aplicado por processo tecnológico adequado (Instituto Português da Qualidade, 2006).



Figura 1.4 – Salsicha cozida tipo Frankfurt (Foto da autora).

A salsicha cozida tipo Frankfurt apresenta-se no exterior com cor castanho-clara, consistência firme, e tripa, quando presente, sem roturas e aderente à pasta. No interior (corte longitudinal), esta salsicha, apresenta-se com pasta homogénea de grão fino, bem ligada, cor levemente rosada e com cheiro e sabor característicos (Instituto Português da Qualidade, 2006). Nas salsichas do tipo Frankfurt, o teor em proteína total (N x 6,25 segundo NP 1612) mínimo deve ser de 10 % e o de gordura livre

(segundo a NP 1224) máximo de 20 %, devendo os aditivos adicionados estarem de acordo com a legislação em vigor (Instituto Português da Qualidade, 2006).

### **1.2.2.5. Salsichas Vegetarianas**

Em linha com os objetivos de desenvolvimento sustentável, os alimentos à base de plantas e substitutos de carne, tornaram-se uma fonte preferida de proteína entre um número crescente de consumidores (Pernu et al., 2020). Uma forma de reduzir o consumo de alimentos à base de carne é substituí-los por alternativas vegetais, tentando imitar as suas propriedades sensoriais (Siegrist et al., 2015). Neste contexto, as salsichas vegetarianas constituem uma ótima alternativa aos produtos cárneos, existindo já uma grande variedade destes produtos disponíveis no mercado, desde os frescos e embalados a vácuo, aos congeladas e enlatadas. Os ingredientes deste tipo de salsichas incluem tipicamente uma fonte de proteína vegetal ou fúngica (soja, proteína de trigo, grão-de-bico, proteína de ervilha, micoproteína), outros vegetais (milho, batata, pimenta, tomate, cebola, alho, etc.), ervas, especiarias, sal, óleo vegetal e aditivos (agentes espessantes, estabilizadores, reguladores de pH e antioxidantes) (Pernu et al., 2020).

A maneira mais eficaz de promover a transição para substitutos de carne é provavelmente melhorar sua atratividade sensorial (Pernu et al., 2020). A perceção do sabor e da aparência são de facto um dos principais obstáculos ao consumo de substitutos da carne (Weinrich, 2019).

### **1.2.3 - Fatores que afetam o rendimento das salsichas**

Durante o processamento das salsichas, mas concretamente na cozedura, a emulsão gelatiniza, adotando um comportamento viscoelástico, este fenómeno está diretamente relacionado com o rendimento das salsichas. A gelificação da miosina resulta na formação de uma estrutura de rede tridimensional que retém a água de uma forma mais estável (Yasui et al., 1982). Durante a formação da rede também ocorre a retenção da gordura, isso influencia o rendimento, a textura e a coesão do produto final.

#### **1.2.3.1. - Gelificação**

Foi sugerido que as propriedades reológicas e físicas dos géis formados pelas proteínas globulares são mais dependentes do tamanho molecular do que da composição ou distribuição dos aminoácidos que entram na sua constituição, e este é provavelmente o

caso das proteínas miofibrilares (PM) (Chen et al., 2006; Iwasaki et al., 2018). As condições ótimas para a formação de gel usando MPs purificados são um pH aproximadamente igual a seis, uma força iônica de 0,6 M e uma temperatura de 60 a 70°C (Sun & Holley, 2010a).

Sun & Holley (2010a) referem que a gelificação não é uma simples soma das propriedades de gelificação dos componentes proteicos, uma vez que as misturas de proteínas miofibrilares, sarcoplasmáticas e de tecido conjuntivo em diferentes concentrações nem sempre produzem forças de gel semelhantes aos géis de músculo inteiro.

A gelificação induzida pelo calor é afetada por diversos fatores, como, por exemplo, o tipo de músculo, a concentração de proteínas miofibrilares, a proporção gordura/proteína, a força iônica, o teor de humidade da emulsão (% água/gelo), o pH, a adição de transglutaminase e de outras proteínas bem como de aditivos não proteicos que influenciam a textura do gel. A gelificação é, igualmente, afetada pelo tempo, pressão, humidade e temperatura de cozimento (Chen et al., 2006; Sun & Holley, 2010a). Compreender o papel de cada um destes fatores, bem como das suas interações, permitirá que a indústria de processamento de produtos à base de carne controle melhor a qualidade do produto e facilitará o desenvolvimento de produtos à base de carne com características desejáveis. A Tabela 1.1 resume alguns dos efeitos que os fatores anteriormente enunciados exercem sobre a gelificação induzida pelo calor das MP.

Tabela 1.1 - Fatores que afetam gelificação das proteínas miofibrilares (adaptado de Ahmed et al., 2009a e b; Chen et al., 2006; Iwasaki et al., 2018; Lonergan et al., 2019; Sun & Holley, 2010a; Ribeiro, 2001)

Fatores	Efeitos
Tipo de MP	A miosina compreende 43% a 45% das PM nos tecidos musculares de mamíferos, aves e peixes, enquanto a actina representa cerca de 20% das PM. A actina encontra-se geralmente sob forma fibrilar polimerizada, conhecida como F-actina. A miosina por si só pode formar géis excelentes enquanto a F-actina não forma gel. Contudo, a combinação da miosina com níveis baixos de F-actina (< 6,1%) permite obter um gel com melhor elasticidade do que o obtido apenas com miosina.
Tipo de músculo	Em condições de processamento semelhantes, as PM do músculo branco geralmente exibem melhores propriedades de gelificação do que as PM do músculo vermelho, provavelmente devido à existência de diferentes isoformas da miosina nestes dois tipos de músculo.
Origem animal	A capacidade de gelificação da proteína do músculo pode diferir com a espécie. Geralmente, a carne de galinha forma géis mais fortes do que a carne bovina, enquanto que a carne de frango e de porco formam géis com uma força idêntica.
Concentração de proteína	A concentração mínima de PM necessária para que se dê a gelificação induzida pelo calor é de 0,5% (concentração crítica de proteína). Independentemente da fonte de proteína, a dureza do gel aumenta com o aumento da concentração de proteína. A maior concentração de proteína aumenta o potencial para que ocorram mais ligações cruzadas, aumentando a força do gel.
pH	As propriedades de gelificação da PM são fortemente dependentes do pH. No ponto

	isoeletrico, as proteínas têm uma carga líquida de zero e retêm menor quantidade de água. Neste ponto, a maioria das proteínas agrega-se e é menos solúvel. Assim, no ponto isoeletrico das PM (pH 5,3) formam-se géis fracos ou não se conseguem formar géis. O valor de pH ideal para a gelificação induzida por calor da miosina é de pH 6,0.
Força iónica	A concentração de cloreto de sódio necessária para solubilizar as PM e formar gel de boa qualidade é de 2 a 3%. Em condições de baixa força iónica (0,25 M KCl) forma-se géis de estrutura mais fina e com maior rigidez, enquanto que em condições de força iónica elevada (0,6 M KCl) se forma géis de estrutura mais grosseira. A força do gel a depende do sal utilizado, obtendo-se géis mais fortes com adição de cloreto de potássio, seguido de cloreto sódio e, por último, de cloreto de cálcio. Como já referido anteriormente os fosfatos são frequentemente adicionados juntamente com o cloreto de sódio, fundamentalmente para favorecer a retenção de água, visto aumentarem a capacidade de ligação à água. Isso tornou possível baixar o teor de NaCl para 1,5%, mantendo a solubilidade O pirofosfato tetrassódico tem a maior capacidade de ligação, seguido pelo tetrapolifosfato de sódio, e por último, do hexametáfosfato de sódio. A adição de fosfatos tem repercussões a nível do rendimento de fabrico, qualidade das emulsões e características organolépticas do produto final.
Teor de Gordura	Os espaços vazios na rede da matriz do gel da proteína são ocupados por glóbulos de gordura envolvidos por membranas proteicas, que atuam como enchimentos ou copolímeros, reduzindo a porosidade dos produtos de carne gelificados. As proteínas que revestem os glóbulos de gordura podem formar ligações com as proteínas da matriz do gel e, conseqüentemente, afetar as propriedades dos géis e a qualidade dos produtos finais. A força do gel de PM de frango é significativamente melhorada pela adição de gorduras animais emulsionadas, contudo não é possível fazer uma generalização deste resultado, uma vez que o efeito da adição da gordura na força dos géis de PM tem mostrado variar conforme as condições de processamento.

Tabela 1.1 (cont.) - Fatores que afetam gelificação das proteínas miofibrilares (adaptado de Ahhmed et al., 2009a e b; Chen et al., 2006; Iwasaki et al., 2018; Lonergan et al., 2019; Sun & Holley, 2010a; Ribeiro, 2001)

Fatores	Efeitos
Adição de aditivos proteicos	Um dos agentes mais amplamente usados para formar géis de proteína em sistemas de carne é a enzima transglutaminase. Esta proteína é uma $\gamma$ - glutamiltransferase, capaz de catalisar reações de transferência do grupo acilo e introduzir ligações covalentes cruzadas entre proteínas. Desta forma, a adição desta proteína melhora a força dos géis. A gelatina é uma proteína com excelente capacidade gelificante, mas causa o enfraquecimento da gelificação da PM. Outros aditivos proteicos, como, por exemplo, a clara de ovo, proteína de soro de leite, proteína de soja, globina do sangue ou hidrolisado de glúten têm demonstrado efeitos diversos, consoante o tipo de músculo. Por exemplo, a clara de ovo, proteína de soro de leite, proteína de soja e caseinato de sódio podem aumentar a força do gel de PM de diversas espécies. Porém, a clara de ovo e a proteína do soro de leite enfraquecem géis de PM de peixe.
Aditivos não proteicos	Os aditivos não proteicos incluem a glucono- $\delta$ -lactona, polifosfatos e polissacáridos. Devido à sua natureza ácida, a glucono- $\delta$ -lactona induz a desnaturação da proteína induzindo a gelificação mesmo na ausência de aquecimento. Os polifosfatos podem aumentar, diminuir ou não ter nenhum efeito sobre a força do gel miofibrilar. A ação destes compostos varia, entre outros fatores, com as diferenças na fonte de proteína, na forma de preparação e nas condições de gelificação. Diferentes polissacáridos, como o amido ou as gomas, têm sido utilizados para ajudar na preparação de produtos com baixo teor de gordura e/ou de sal. Contudo, se nalguns casos a aplicação de polissacáridos tem permitido obter bons resultados, noutros casos o gel resultante apresenta-se mais fraco e menos elástico. Tal como no caso dos polifosfatos, a ação dos polissacáridos também varia com as diferenças na fonte de proteína e na forma de processamento.

Temperatura	A temperatura é um dos fatores que mais influencia a gelificação das PM, pois, o calor induz a desnaturação das proteínas necessária para que ocorra a formação do gel a valores de pH acima de 5,3. A temperatura ideal para a gelificação induzida pelo calor da miosina a pH 6 encontra-se entre os 60 a 70 °C. A temperatura de cozedura afeta as características texturais e viscoelásticas das salsichas. A dureza e a energia de compressão da primeira mordida aumentam com a temperatura de cozimento.
Pressão	Nos últimos anos, aumentou o interesse em compreender os efeitos do processamento a alta pressão (HHP) sobre os produtos alimentícios. A pressão interfere nas propriedades de gelificação das PM, tendo sido demonstrado que o processamento por HHP pode despolimerizar a actomiosina e a actina, bem como aumentar a solubilização de PM, que são responsáveis pela gelificação das emulsões das salsichas. Os efeitos da HHP na gelificação miofibrilar dependem da proteína em questão e das condições de tratamento (pressão, tempo e temperatura). O tratamento adequado com HHP pode melhorar a elasticidade e a maciez dos géis de proteína miofibrilar podendo, portanto, aumentar a aceitabilidade de produtos de carne e os seus derivados como as salsichas. O mecanismo da desnaturação da proteína difere dependendo das combinações entre as variáveis pressões/temperaturas, bem como se a carne é crua ou pré-aquecida. O tratamento de alta pressão seguido de aquecimento pode encurtar o tempo de gelificação e melhorar as propriedades reológicas de géis miofibrilares. Os géis miofibrilares formados sob pressão a 200 MPa antes do aquecimento consistem numa rede de fios finos, enquanto que os géis induzidos pelo calor formam fios mais grossos. A rede fina origina um aumento na elasticidade aparente. O HHP também pode aumentar a suscetibilidade das PM a outros tratamentos, como, por exemplo, ao tratamento com transglutaminase.

Tabela 1.1 (cont.) - Fatores que afetam gelificação das proteínas miofibrilares (adaptado de Ahhmed et al., 2009a e b; Chen et al., 2006; Iwasaki et al., 2018; Lonergan et al., 2019; Sun & Holley, 2010a; Ribeiro, 2001)

Fatores	Efeitos
Tempo	A velocidade do aquecimento parece influenciar a formação do gel, sendo que, uma taxa de aquecimento lenta parece ser mais favorável para a ocorrência de interações proteína-proteína, levando à produção de um gel tridimensional mais forte e mais bem ordenado, melhorando a dureza, coesão, elasticidade e mastigabilidade dos produtos. Por exemplo, a salsichas submetidas a uma taxa de aquecimento mais lenta (0,55 °C /min), apresentaram uma maior dureza, coesão, elasticidade, e mastigabilidade do que quando aquecidas a 1,10 e 1,90 °C/min. Uma taxa de aquecimento de 12°C/h permite produzir géis de miosina mais fortes do que o aquecimento a 50°C/h ou o aquecimento a uma temperatura constante. A taxa de desidratação dos produtos não é constante durante o cozimento, mas diminuem com o tempo de cozimento.

### 1.2.3.2 - Capacidade de retenção de água

De acordo com Ribeiro (2001) a adição de polifosfatos eleva o pH da carne em 0,2 a 0,5 unidades (dependendo da quantidade adicionada e do poder tampão da carne), aumentando o seu poder de retenção de água, pois afasta o pH das proteínas do ponto isoelétrico (ponto onde a retenção de água é mínima). Por outro lado, conhece-se a facilidade dos polifosfatos formarem complexos com os catiões  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ , encontrando na carne uma fração razoável destes catiões ligada às proteínas miofibrilares. Segundo a teoria de Hamm (1960), citado por Ribeiro (2001), este fenómeno da fixação catiónica corresponde à formação de pontes entre as cargas

negativas das cadeias polipeptídicas das proteínas e os cátions  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ . Estas pontes teriam como efeito encolher a rede proteica e conseqüentemente aumentar o poder da retenção da água. A formação de complexos entre os polifosfatos e estes cátions permite então romper um certo número de pontes produzindo assim um relaxamento da rede proteica que se traduz num aumento do poder de retenção de água.

Segundo Hargett et al. (1980) o uso de pirofosfato melhora ligeiramente a textura das salsichas tipo frankfurt, mas não melhora a capacidade de retenção da água no produto. Shults et al. (1972) constataram que vários fosfatos apresentaram capacidade para reduzir o encolhimento e aumentar a capacidade de retenção de água nas carnes e seus derivados. Esses pesquisadores relataram que o tripolifosfato é melhor que o pirofosfato e muito melhor que o ortofosfato.

Foi relatado que a adição da goma na formulação das salsichas melhora a capacidade de retenção da água e retarda o encolhimento durante a cozedura quando usada no nível entre 0,2 - 0,5%. Por outro lado, a adição da carboximetilcelulose na formulação aumentou significativamente a quantidade de água livre, sugerindo que a presença deste polímero, possa reduzir os locais disponíveis para ligação de água à proteína, aumentando assim a quantidade de água livre e diminuindo o teor da humidade do produto após a cozedura (Barbut & Mittal, 1996).

Segundo Barbut & Mittal (1996), o teor de humidade varia de forma inversamente proporcional ao teor de gordura do produto, visto que, a humidade inicial do produto (massa crua) da formulação com alto teor de gordura é menor. A estabilidade da emulsão indica que a gordura está bem misturada e a água retida pelas proteínas da carne. Alta estabilidade de emulsão significa uma menor percentagem de fluido libertado (água e gordura) após tratamento térmico (Mohamed et al., 2015). A retenção da água e gordura nas emulsões das salsichas depende principalmente da formação duma matriz densa de proteína que tem a capacidade para se ligar com a água e reter glóbulos de gordura (Choe et al., 2013). Os glóbulos de gordura do emulsionado nos produtos cárneos não coalescem ao cozinhar devido a restrição do movimento provocadas pelas proteínas, principalmente as solúveis em sal. Portanto, cozinhar a alta temperatura resulta na formação de uma estrutura compacta de proteínas miofibrilares e tecido conjuntivo solubilizado, que podem melhorar as características de ligação da emulsão cozida (Lee et al., 1981).

### **1.2.3.3 - Perda de água durante o cozimento**

A taxa da perda de água não é constante durante o cozimento da emulsão de carne (Mittal et al., 2007). A difusividade da humidade depende da composição do produto e

da temperatura da cozedura. A presença da gordura diminui os valores da difusividade da humidade. A gordura é hidrofóbica e, portanto, oferece resistência à difusão. Com o aumento do teor de gordura, a humidade da emulsão vai diminuindo, diminuindo igualmente os dois valores de difusividade. Verifica-se a existência de uma correlação negativa entre as perdas por evaporação e o conteúdo de gordura de um músculo da carne durante o cozimento (Mittal et al., 1983).

Por outro lado, a difusividade aumenta com o aumento da temperatura de cozimento (Mittal et al., 1983), bem como com o teor em humidade do produto. A água é retida nos microcapilares e com o seu aumento menor é o esforço necessário para a mover, consequentemente a difusividade aumenta de forma exponencial (Mittal et al., 2007). Espera-se que várias iões em solução se movam com a água do interior para o exterior do produto para se concentrarem na superfície. Alguns podem se difundir posteriormente no produto. Após a evaporação da água, uma película proteica é formada na superfície o que é desejável para que ocorra menos perda da humidade e melhor descascamento do invólucro (Mittal et al., 2007).

#### **1.2.4 - Investigação/Desenvolvimento das Salsichas**

Nos últimos anos, o consumo de salsichas sofreu um decréscimo devido à maior informação e preocupação a nível de saúde e bem-estar por parte dos consumidores. Neste sentido, a indústria necessitou de adaptar a sua produção à realidade vivida, inovando no desenvolvimento de produtos mais saudáveis e que correspondam mais às necessidades dos clientes, apostando assim na produção de salsicha de tipo Frankfurt de aves ou em receitas com menor teor em sal e menor percentagem de gordura.

As diferentes formas de combinar os ingredientes que podem entrar na composição das salsichas, abre um vasto leque de produtos que as indústrias podem desenvolver com o mesmo tipo de salsicha. Por exemplo, para além de produzir salsichas Frankfurt standard, podem produzir-se salsichas Frankfurt consoante as exigências do mercado e/ou a legislação em vigor, surgindo assim, por exemplo, salsichas com menor teor de sal ou gordura, com maior teor de proteína, com menos calorias, isentas de glúten, vegetarianas, etc. As atualizações nas formulações standard, podem ser conseguidas substituindo o ingrediente por um equivalente, reduzindo a percentagem do ingrediente ou mesmo substituindo o ingrediente por um outro distinto. Nestes casos são necessários ingredientes funcionais para introduzir na formulação, que simulem as propriedades físicas e organoléticas dos ingredientes substituídos.

Vários estudos foram realizados para verificar a retenção de atributos sensoriais e texturais das salsichas quando se reduz a gordura, substituindo a gordura por água, proteínas (de soja, milho, clara de ovo, trigo, algodão) e hidratos de carbono (amido,

pectina, celulose, gomas, maltodextrinas) (Cáceres et al., 2004; Sandrou et al., 2000). A produção de uma nova salsicha pode requerer modificação de formulações e de processos para que o sabor e a textura sejam tão aceitáveis quanto os produtos atuais (Barbut & Mittal, 1996).

Os parâmetros que determinam a qualidade de um novo produto determinam também o sucesso contínuo do mesmo no mercado. Uma salsicha deve ter um sabor delicioso e exibir uma textura desejável. As salsichas com uma má aparência não atraem clientes. Especialmente em climas quentes, o prazo de validade de um produto determina se uma compra inicial será feita. Certas modificações são necessárias de acordo com a área geográfica (existe uma formulação específica para salsichas de exportação), como tempero quente ou suave ou a aparência física do produto. Resumidamente, uma excelente qualidade das salsichas é uma obrigação e isso pode ser realizado sem materiais de alto custo (FAO, 1985).

#### **1.2.4.1 - Salsichas com reduzido teor em sal**

A diminuição de cloreto de sódio na dieta baixa as incidências de hipertensão arterial e de subsequentes doenças cardiovasculares. A redução do sal adicionado na massa de salsicha leva a uma extensa perda de capacidade de ligação à água, podendo também alterar a força gelificante, para além do impacto que pode ter na conservação do produto (Inguglia et al., 2017; Whiting, 1984). Whiting (1984) mostrou que a redução dos níveis de sal adicionados em massas de salsicha de 2,5 para 1,5% diminuiu as propriedades de ligação de água, tendo menor impacto na força do gel. A adição de tripolifosfato e de pirofosfato (cerca de 0,1%) mostrou-se muito eficaz na restauração da ligação à água e da força do gel. A adição de proteína de soja e coágulo de leite desnatado com redução de cálcio melhoraram as massas quando adicionados a 1 e 3%. As adições de alginato ou de goma xantana (0,1-0,3%) melhoraram também a ligação à água, mas tiveram um efeito negativo na força do gel.

A substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio apresenta resultados satisfatórios a nível microbiológico, no entanto, quando adicionado em quantidades superiores a 1%, este sal confere um sabor amargo ao produto final. A solução para este problema pode passar pela adição deste sal em conjunto com intensificadores de sabor como o extrato de levedura, hidrolisados de proteína vegetal, glutamato monossódico ou nucleótidos (Inguglia et al., 2017). A adição de algas marinhas também tem a capacidade de realçar a salinidade, e contribuir para aspetos tecnológicos do produto (Gullón et al., 2021).

Outra estratégia de redução de sal sem afetar o sabor dos produtos pode passar pela redução do tamanho dos cristais de sal ou pela sua utilização noutras formas físicas como, por exemplo, a forma granulada ou em flocos. Os cristais com uma dimensão de cerca de 20  $\mu\text{m}$ , têm maior difusão na matriz alimento e, assim, podem fornecer uma maior percepção do sabor salgado. Tanto os cristais menores de NaCl, como as formas granuladas ou em flocos, podem proporcionar bons resultados em termos de redução de sódio, devido à sua maior solubilidade na saliva, que influencia a salinidade máxima percebida. A maior área superficial destas formulações alternativas confere-lhes melhores propriedades de ligação de gordura e água o que pode constituir também uma vantagem em termos da textura (Inguglia et al., 2017).

A aplicação de tecnologias alternativas, como a HPP e os ultrassons, pode permitir reduzir o teor de sódio sem comprometer nem as propriedades sensoriais dos produtos nem a sua conservação (Inguglia et al., 2017).

#### **1.2.4.2 - Salsichas com baixo teor em gordura (redução calórica)**

Um interesse crescente em dietas saudáveis e pouco calóricas incentivou uma procura por alimentos com baixo teor em gordura (Hudnell et al., 1991). Uma pesquisa nos EUA indicou que 90% das pessoas estavam preocupadas com o total de gordura na dieta e 88% com a razão gorduras saturadas / insaturadas. No geral, 73% expressaram interesse em produtos com redução parcial de gordura desde que, tivesse um bom sabor (Bruhn et al., 1991). Nos produtos cárneos, a gordura contribui para o sabor e para a textura, portanto, a redução de gordura por si só pode afetar significativamente a aceitabilidade do produto (Huffman & Egbert, 1990).

O fabrico de salsichas com baixo teor de gordura envolve a substituição de uma parte da gordura por a água na formulação. Esta alteração na formulação pode apresentar um problema para o desenvolvimento de uma matriz de emulsão forte (Lonergan et al., 2019). Para corrigir este problema podem adicionar-se ingredientes não-cárneos, capazes de reter água e conferir suculência e maciez similares à gordura (Kumar, 2019). Alguns exemplos destes ingredientes são:

-Fibras, principalmente fibras pré-bióticas como a inulina, fructooligosacáridos, celulose, farelo e fibras de aveia, etc. Esta substituição permite aumentar o teor de fibras em produtos cárneos que é muito baixo (Kumar, 2019; Wallingford & Labuza, 1983).

- Farinhas, como, por exemplo, a farinha de banana verde, que aumenta o teor em amido resistente, e a farinha de linhaça que aumenta o teor em ácidos gordos essenciais da família ómega-3 (Foegeding & Ramsey, 1986; Kumar, 2019).

-Agentes gelificantes, como, por exemplo, amido, gomas, carragenas, alginatos, etc. (Kumar, 2019).

- Proteínas, como, por exemplo, produtos de leite, proteínas de soro, proteínas vegetais hidrolisadas, produtos de soja ou extratos de levedura (Lonergan et al., 2019);

- Pele suína e colagénio hidrolisado que ajudam a emulsionar os ingredientes e conferem propriedade muito semelhante à gordura (Kumar, 2019).

Os produtos cárneos, para além de terem um elevado teor lipídico, têm também um elevado teor de ácidos gordos saturados e uma elevada relação ómega-6/ómega-3, o que prejudica a sua qualidade (López-Pedrouso et al., 2021).

Para melhorar o perfil lipídico existem duas estratégias. Uma passa por modificar a dieta dos animais. Vários estudos mostram que alimentando os animais com produtos ricos em ácidos gordos polinsaturados pode alterar-se a composição lipídica da sua gordura, e assim obter matérias-primas com características mais saudáveis (López-Pedrouso et al., 2021). Outra estratégia passa por modificar a formulação dos produtos. A forma mais fácil de melhorar o perfil lipídico é a substituição da gordura animal por óleos ricos em ácidos gordos polinsaturados. Vários estudos utilizam óleos ricos em ácidos gordos ómega-9 (ácido oleico) como o azeite ou também óleos ricos em ómega-3 como óleo de chia, linhaça, canola e óleo de peixe. Em alguns produtos cárneos, como os emulsionados de que são exemplo as salsichas, estes óleos podem ser adicionados diretamente sem modificação (dependendo da quantidade), ficando presos no produto durante o processo de emulsificação (López-Pedrouso et al., 2021).

O grande problema quando se aumenta o teor de ácidos gordos polinsaturados é a oxidação lipídica. Para reduzir essa possibilidade é importante adicionar antioxidantes naturais ao óleo antes da sua incorporação no produto (López-Pedrouso et al., 2021).

#### **1.2.4.3 - Salsichas com baixo teor em aditivos (fosfatos e nitritos)**

O consumo excessivo de fosfatos em crianças e adolescentes pode no futuro levar ao desenvolvimento de doenças ósseas (UFSM, 2020). Os fosfatos podem ser substituídos por outros ingredientes que desempenhem a mesma função, ou seja que ajudem a reter água no produto. Para esse efeito, podem utilizar-se proteínas, fibras, amido, hidrocolóides, algas marinhas, transglutaminase, etc. (Thangavelu et al., 2019).

Trabalhos em que se testou a aplicação de ultrassons mostraram ser possível a redução de 50% do fosfato na emulsão de carne, sem se verificarem perdas das propriedades

tecnológicas, nem da estabilidade oxidativa, e sem necessidade de utilizar nenhum substituto (Pinton et al., 2021).

Os nitritos constituem os aditivos mais difíceis de serem reduzidos devido à sua capacidade/função antimicrobiana, sendo um dos únicos capazes de impedir a germinação dos esporos *Clostridium botulinum*, prevenindo então a formação da toxina botulínica que é um problema bastante grave em produtos à base de carne. Contudo, os nitritos podem ser precursores de nitrosaminas. A presença destes produtos em carnes conservadas com nitritos constitui uma das causas para os produtos à base de carne serem classificados com carcinogênicos pela Organização Mundial da Saúde, o que é muito prejudicial para as indústrias Cárneas. Para reduzir o nitrito e garantir a capacidade antimicrobiana e antioxidante é necessário ter uma estratégia combinada de tecnologias emergentes (HPP, radiação gama) e de adição de extratos naturais de plantas, ricos compostos antioxidantes e antimicrobianos (por exemplo polifenóis), e/ou ácido ascórbico (Alahakoon et al., 2015; Dutra et al., 2016).

### **1.2.5- Objetivos do trabalho**

Conforme já referido, as novas tendências alimentares têm motivado o desenvolvimento de salsichas com outro tipo de atributos. Assim, para responder às expectativas dos consumidores, para além dos produtos já anteriormente identificados, têm vindo a ser desenvolvidos ou sinalizados como potencialmente interessantes, produtos com carne de aves, nomeadamente carne de frango e de peru, produtos com baixo teor em hidratos de carbono (*low carb*), sem glúten (*glúten free*), vegetarianos ou enriquecidos em determinados nutrientes, como, por exemplo, fibras ou proteína.

Neste contexto o presente trabalho teve como principal objetivo desenvolver e avaliar do ponto de vista sensorial e do rendimento de produção três novas formulações de salsicha tipo Frankfurt: salsichas de porco e aves isentas de glúten, salsichas de aves com reduzido teor em gordura e enriquecidas em fibra e salsichas de peru enriquecidas em proteína. Para além deste objetivo, este trabalho objetivou ainda avaliar do ponto de vista sensorial e do rendimento formulações de salsichas previamente desenvolvidas, nomeadamente salsichas para exportação, salsichas com alterações no calibre e salsichas vegetarianas.

## Materiais e Métodos

### 2.1 Desenvolvimento de novas formulações

As novas formulações de salsichas foram desenvolvidas no laboratório piloto. Este processo envolveu a elaboração da formulação, a preparação das salsichas e uma primeira avaliação sensorial das salsichas desenvolvidas. Esta primeira avaliação foi realizada por um painel de provadores constituído por colaboradores de diversos departamentos da empresa. As provas foram realizadas em sala específica (sala de provas) de acordo com a metodologia descrita no ponto 2.2.1. Os resultados desta primeira avaliação sensorial serviram para perceber as alterações que deveriam ir sendo introduzidas na formulação, de forma a melhorar as propriedades organolépticas dos produtos desenvolvidos.

Este processo foi repetido as vezes necessárias, de modo a chegar a uma formulação final considerada de boa qualidade, que foi depois avaliada por um painel de provadores mais alargado (ver ponto 2.2.1).

Foram assim desenvolvidas três formulações. Nomeadamente, salsicha de peru enriquecida em proteína; salsichas de aves com baixo teor de gordura e enriquecidas em fibra (salsichas BTK); e salsicha sem glúten. No primeiro caso, o aumento do teor em proteína foi conseguido pelo aumento da percentagem de carne e de proteína de soja, no segundo a redução do teor em gordura foi conseguida pelo aumento da percentagem de fibras vegetais adicionadas e, por fim, no terceiro caso a isenção de glúten foi conseguida através da substituição da farinha de trigo por farinha de milho. As formulações das salsichas enriquecidas em fibra ou em proteína tinham no geral os seguintes ingredientes: Carne de aves (só peru ou mistura de peru e frango), água, fibra vegetal, sal, proteína de soja, agentes gelificantes (goma de tara, goma xantana e carragenina), especiarias (aipo), emulsionantes (fosfatos), intensificadores de sabor (glutamato monossódico), antioxidantes (ascorbato de sódio ou eritorbato de sódio) e conservantes (nitrito de sódio). A formulação das salsichas sem glúten tinha no geral os seguintes ingredientes: carne de suíno, água, carne separada mecanicamente de aves e de suíno, amido de milho, proteína de soja, couratos, sal, gordura de suíno, fibra

vegetal, especiarias (aipo), emulsionantes (fosfatos), antioxidantes (eritorbato de sódio) e conservantes (nitrito de sódio).

### 2.1.1 Processo de produção de salsichas tipo Frankfurt

Todas as salsichas foram preparadas de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 2.1.

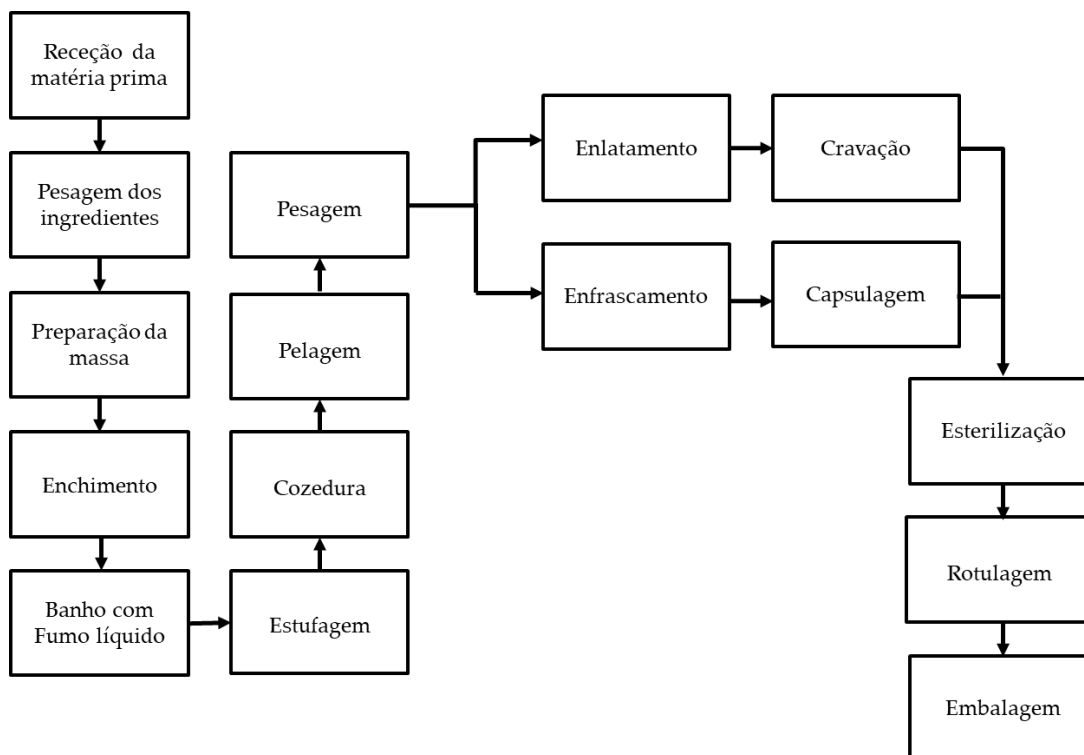


Figura 2.1 - Fluxograma da produção de salsichas tipo Frankfurt (adaptado de Montalva, 2018).

A produção das salsichas envolve, assim, as seguintes etapas:

- Receção da matéria-prima – Nesta etapa é necessário conferir as matérias-primas que estão a ser recebidas, verificar se foram bem-acondicionadas durante o transporte, se estão em perfeitas condições de uso, isentas de perigos físicos, químicos e biológicos que possam comprometer a qualidade do produto final.

- Pesagem dos ingredientes – A pesagem foi realizada respeitando a quantidade dos ingredientes especificada nas diferentes fórmulas.

- Preparação da massa – Nesta etapa as matérias-primas cárneas foram picadas numa picadora (Figura 2.2), de modo a atingirem a dimensão adequada a cada formulação. De seguida, de acordo com o pretendido, foram preparadas as emulsões em cutter (Figura 2.2) e procedeu-se à mistura incorporando as matérias-primas pela ordem

indicada no procedimento num cutter. Neste passo a temperatura de saída da misturadora foi controlada de modo a garantir que se encontrava no intervalo desejada (entre 2 a 12°C, dependendo do tipo de salsichas em produção).



Figura 2.2 - Aspecto da picadora (1) e da Cutter (2) utilizadas na preparação das massas.

- Enchimento – Para o enchimento das tripas com a massa anteriormente preparada, procedeu-se à transferência da massa para um cone (Figura 2.3) que controla o fluxo de alimentação da enchedora (Figura 2.3) e onde se escolheu o *block linker*, casquilho, tripa (calibre) e comprimento específico para cada fórmula. Nesta fase fez-se um controlo de perigos físico utilizando um detetor de metais.



Figura 2.3 - Aspecto do cone (3) e da enchedora (4) utilizados no enchimento das tripas com a massa.

- Fumagem - Após o enchimento das tripas, as salsichas foram colocadas em cabides (Figura 2.4) e entraram no túnel de fumagem. Neste caso utilizou-se o fumo líquido.

- Estufagem – Depois da fumagem, as salsichas passaram para o processo de estufagem, que passa por uma fase seca numa temperatura (depende da fórmula) de 75°C ± 3°C ou 80 °C ± 3°C e uma fase húmida a uma temperatura entre os 54 e os 75°C.

- Cozedura – O processo da cozedura ocorre no túnel do cozimento (Figura 2.4) que funciona a uma temperatura, velocidade e humidade específicas para cada formulação. A cozedura está dividida em duas fases: ambiente I e II em que as salsichas são submetidas a uma temperatura que pode variar entre  $82\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  a  $95\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ . Após a conclusão dos processos de fumagem, estufagem e cozedura, as salsichas foram arrefecidas com chuva de água a uma temperatura de  $\leq +26\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Após o cozimento das salsichas, estas ficam com uma estrutura ligeiramente áspera e porosa com glóbulos de gordura suspensos na rede de proteínas (Barbut, 1995; Felisberto et al., 2015; Zhang et al., 2013).

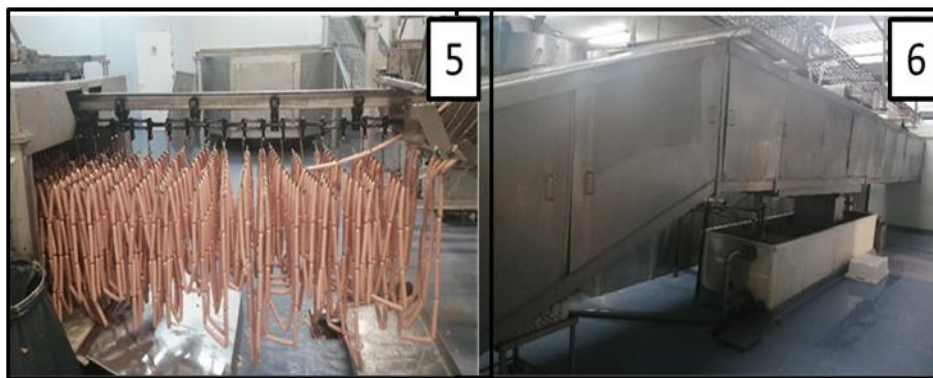


Figura 2.4 - Aspecto da entrada do túnel (5) e do túnel onde ocorre a fumagem, estufagem e cozimento.

- Pelagem – Nesta etapa procede-se à remoção dos invólucros sintéticos (caso existam) com uma máquina de descasque de alta velocidade.

- Enfrascamento/Enlatamento – Após a pelagem as salsichas foram introduzidas manualmente no frasco/lata e colocadas na linha de produção (Figura 2.5), onde automaticamente lhes foi adicionada a salmoura. Em seguida os frascos/latas foram direcionados para a encapsuladora ou, no caso do enlatamento para a cravadeira (Figura 2.5).

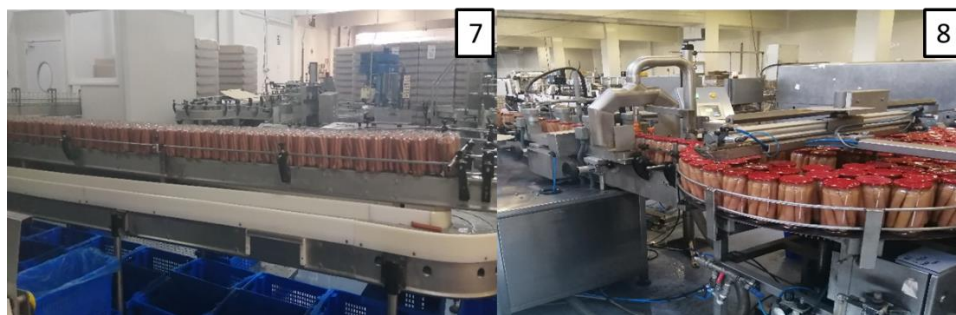


Figura 2.5 - Aspecto dos frascos já com salsichas na linha de produção (7) e encapsuladora (8).

- **Esterilização** – Este tratamento térmico foi realizado em autoclaves, capazes de resistir a altas pressões (32 kg/cm<sup>2</sup>) de modo a permitir a redução da carga microbiana. É importante conhecer os perfis de temperatura que regem o processo de esterilização, já que é possível conhecer a cinética de destruição de microrganismos patogénicos, sendo que a cinética apresentada como de referência seja a da bactéria *Clostridium botulinum*. Esta é tomada como base para o desenho de processos de esterilização de alimentos enlatados (definição dos binómios tempo/temperatura) porque é uma bactéria anaeróbia, produtora de esporos resistentes ao calor e produtora de toxinas (López-Mata et al., 2016).

## 2.2 Provas sensoriais

A Norma Portuguesa 4263 (1994) define Análise Sensorial ou Exame Organolético como o “exame das características organoléticas de um produto pelos órgãos dos sentidos”, sendo, aí, organolética definida como “qualifica uma propriedade de um produto perceptível pelos órgãos dos sentidos”. Assim, a análise sensorial é a ciência que mede, analisa e interpreta as reações dos sentidos (visão, olfato, audição, paladar e tato) na presença de um determinado alimento de uma forma objetiva e reprodutível (Stone, 1999). Pode-se afirmar que em análise sensorial, o painel de provadores constitui um “verdadeiro instrumento de medida”, dependendo dos seus participantes os resultados das análises realizadas (ISO 8586: 2001).

A análise sensorial permite determinar diferenças, caracterizar e medir os atributos sensoriais dos produtos ou determinar se as diferenças nos produtos são detetadas e aceites ou não pelo consumidor (Noronha, 2003). A análise sensorial é aplicável em muitos setores, como no desenvolvimento e melhoria de produto, controle de qualidade, estudos de armazenamento e desenvolvimento de processos (Ana María et al., 2008). A análise sensorial permite responder a três tipos de questões (Noronha, 2003):

- Descrição: A que é que sabe o produto? Quais são as suas características sensoriais? De que modo a qualidade do produto difere de outro produto? Quais são as consequências de uma modificação no processo, formulação, embalagem ou condições de armazenamento nos atributos do produto?

- Discriminação: Será que o consumidor nota a diferença? Será que o consumidor deteta isto? Quantos consumidores detetariam esta diferença? Estes produtos são diferentes? Qual a magnitude da diferença?

- Preferência ou Hedónico: Quantas pessoas gostam deste produto? O produto é aceitável? Este produto é tão bom como o concorrente? Será que este produto é melhor

que o anterior? Quais são as características mais apetecidas? Será o preferido pelo consumidor?

Na realização destas provas deve ter-se em consideração aspetos ambientais, práticos e humanos, a fim de evitar as inferências e minimizar a subjetividade própria deste tipo de avaliações. Dentro dos fatores ambientais a considerar, são os efeitos causados pela luz, ruído, odor e conforto; fatores práticos como quantidade amostra, tempo, ordem de apresentação e temperatura; fatores humanos associados com as informações fornecidas à pessoa que realiza a avaliação e possíveis problemas de caráter fisiológico que podem ocorrer neles, como doenças associadas aos órgãos dos sentidos (Hollingsworth, 1996).

O sentido do paladar permite-nos saborear os alimentos, atuando por contacto das substâncias solúveis destes com a língua e a saliva. Na boca, a língua é o maior órgão sensorial e está coberta por uma membrana cuja superfície contém as papilas, onde se localizam as células gustativas (Landívar, 2001). O ser humano é capaz de perceber uma ampla gama de sabores, como resposta à combinação dos vários estímulos (Landívar, 2001; Peynaud & Blouin, 1997).

Através do tato o provador, tem a perceção da temperatura e textura do alimento. Existe ainda a influência da temperatura do alimento no ato da prova, pois a experiência mostra que os alimentos salgados são mais salgados quando frios e os alimentos doces são mais doces, quando quentes (Landívar, 2001). A textura foi identificada como o mais importante atributo da palatabilidade, afetando a perceção do paladar e a qualidade dos alimentos a base de carne (Wheeler et al., 1990).

O olfato é mais complexo, anatómica e fisiologicamente, que o paladar. O Homem, apesar de ter uma sensibilidade olfativa mais baixa em relação a outros mamíferos, pode reconhecer milhares de aromas, mesmo em concentrações impossíveis de medir instrumentalmente, com o treino e o desenvolvimento da memória olfativa e da sensibilidade (Landívar, 2001). Segundo o mesmo autor isso está diretamente relacionado com os sentidos do sabor e do olfato, surgem os conceitos de aroma e de flavour, que interessa distinguir, pela sua importância na avaliação sensorial dos alimentos. Quando os alimentos se encontram na boca, os compostos voláteis percebidos no nariz, por via retro nasal, determinam o aroma. Num critério ainda mais complexo considera-se que o *flavour* é a combinação da perceção das sensações olfativas (ligadas a compostos voláteis), gustativas (originadas pelas substâncias solúveis) e trigeminais (sensações irritantes ou agressivas percebidas na cavidade bucal como, por exemplo, adstringência, picante, calor ou frio) durante a degustação, salientando que este parâmetro é experimentado antes da introdução do alimento na boca, durante e após a mastigação e a ingestão.

Relativamente à visão, esta faculta uma noção genérica acerca da aparência dos alimentos, realçando de modo geral, a cor, as características da superfície, a uniformidade, a textura superficial, o tamanho das partículas e a distribuição do pigmento, podendo, muitos destes aspetos individuais serem avaliados de uma forma concreta (Peynaud & Blouin, 1997). Apesar da descrição da cor, em termos gerais seja simples, o mesmo não acontece quando a queremos especificar. A perceção da cor depende do indivíduo, da aparência e da forma como o alimento é iluminado (Warris, 1995).

### 2.2.1. Análise sensorial das Salsichas

Conforme já anteriormente referido, numa primeira fase, as diferentes formulações desenvolvidas foram sendo avaliadas por um painel de provadores, constituído por colaboradores de diversos departamentos da empresa, nomeadamente do departamento de investigação e desenvolvimento, qualidade, recursos humanos, compras, comerciais, administrativos e chefia. De forma a testar a aceitação do consumidor relativamente às formulações que obtiveram uma boa aceitação nas provas preliminares foi, numa segunda fase, realizada uma prova sensorial mais alargada.

Esta prova foi realizada com um total de 30 provadores não treinados, estudantes, professores e funcionários da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. As provas sensoriais foram realizadas em cinco períodos distintos, tendo sido realizadas quatro provas de comparação e uma prova triangular (tabela 2.1).

Tabela 2.1 – Descrição das provas sensoriais realizadas

Produtos avaliados	Tipo de prova	Composição do painel
Salchicha de aves enriquecida com fibra <sup>1</sup> Salsicha de peru enriquecida em proteína <sup>1</sup>	Ordenação hedónica e preferência	20 Pessoas, 10 do sexo feminino e 10 do masculino, com idades entre os 20 e os 52 anos
Salsicha para exportação <sup>2</sup> Salsicha para mercado interno <sup>2</sup>	Ordenação hedónica e preferência	24 Pessoas, 14 do sexo feminino e 10 do masculino, com idades entre os 20 e os 52 anos
Salsicha de calibre pequeno <sup>2</sup> Salsicha de calibre standard <sup>2</sup>	Ordenação hedónica e preferência	21 Pessoas, 14 do sexo feminino e 7 do masculino, com idades entre os 20 e os 52 anos
Salsicha vegetariana <sup>2</sup> Salsicha de aves <sup>2</sup> Salsicha de porco <sup>2</sup>	Ordenação hedónica e preferência	20 Pessoas, 12 do sexo feminino e 8 do masculino, com idades entre os 20 e os 52 anos.
Salsicha de porco e aves sem glúten <sup>1</sup> Salsicha de porco e aves com glúten <sup>2</sup>	Triangular e preferência	24 Pessoas, 13 do sexo feminino e 11 do masculino, com idades entre os 20 e os 52 anos.

1) Formulações desenvolvidas neste trabalho; 2) Formulações previamente desenvolvidas e já no mercado

As provas dos diversos produtos foram realizadas em dias diferentes, numa sala isenta de cheiros e em condições de iluminação, temperatura e humidade adequadas. As amostras em estudo foram apresentadas a cada elemento do painel devidamente codificadas. Foi pedido aos provadores para que, após degustação, avaliassem as amostras em termos de aspeto, cor, aroma, sabor, sal e textura. Para fazer esta classificação foi utilizada uma escala hedónica estruturada, de 1 (muito mau) a seis (muito bom). Uma vez que nestas provas existiram sempre dois ou três produtos em avaliação, foi perguntado aos provadores qual das amostras era a sua preferida, sendo ainda pedido que fossem identificados os aspetos mais positivos e menos positivos da amostra que mais apreciaram. Para além destas questões foi ainda pedido aos provadores que se manifestassem sobre a intenção de compra dos produtos em análise. A folha de prova correspondente a esta análise encontra-se no Anexo I.

No sentido de perceber se existiam diferenças sensoriais relevantes entre as salsichas com e sem glúten, foi realizada uma prova triangular. Nesta prova, realizou-se a apresentação simultânea de três amostras, sendo duas iguais e uma diferente, tendo os provadores sido questionados no sentido de identificar a amostra diferente. Foi ainda perguntado aos provadores qual das amostras era a sua preferida. A folha de prova correspondente a esta análise encontra-se no Anexo II.

## **2.3. Avaliação do rendimento**

### **2.3.1. Avaliação das perdas de peso durante a cozedura**

Para a determinação da perda de peso durante a cozedura, pesou-se aproximadamente 2 m de tripa com emulsão antes desta entrar no túnel de cozimento e após a saída do mesmo túnel. Este procedimento foi repetido no mínimo três vezes com cada tipo de salsicha estudado. As perdas de peso foram então calculadas pelo cálculo da diferença entre estes dois pesos.

### **2.3.2. Avaliação da variação de peso durante a quarentena**

Para determinação da variação de peso durante a quarentena, procedeu-se à pesagem das salsichas (pelo menos 8 embalagens de cada modalidade), antes destas serem cobertas com a salmoura e se proceder à selagem das embalagens. Posteriormente, ao longo de pelo menos sete dias, foram sendo abertas diversas latas e registado o peso escorrido do produto.

## Resultados e Discussão

### 3.1 Análise sensorial das diversas formulações

A realização da análise sensorial das salsichas reveste-se da maior importância, porque permite às indústrias determinar a aceitabilidade e a qualidade do produto que está a ser desenvolvido, tendo em conta que a satisfação sensorial proporcionada pelo alimento é decisiva o momento da compra pelo consumidor (Noronha, 2003).

Para o consumidor o aspeto físico das salsichas, principalmente a cor, é essencial na altura de decisão da compra, sendo que a cor padrão que os consumidores associam às salsichas é o rosa brilhante (Cáceres et al., 2004). A textura da carne e seus produtos é outros dos parâmetros importantes no que diz respeito à aceitabilidade dos produtos pelo consumidor (Ribeiro, 2001).

A gordura, como um componente alimentar, contribui para o sabor, textura e aparência dos alimentos e aumenta a sensação de saciedade durante as refeições. A gordura modifica a perceção dos compostos responsáveis pelo sabor, influenciando o equilíbrio, intensidade, distribuição, migração e a libertação dos mesmos (Cáceres et al., 2004). O sabor e aroma da carne estão diretamente ligados à quantidade de gordura intramuscular, pois é nesse tecido que ocorre a deposição de compostos voláteis que auxiliam no desenvolvimento do sabor e do aroma dos produtos (Savell & Cross, 1986). A suculência de carne e seus derivados como salsicha também está intimamente ligada à quantidade em gordura da formulação, e não apenas à capacidade de retenção de água da mesma (Cross et al., 1978). Segundo Sañudo (1992) a gordura estimula a secreção da saliva, sendo a carne dos animais com maior quantidade de gordura intramuscular mais suculenta e tenra. Pelo contrário, uma carne demasiado magra é insípida, dura e seca (Bett, 1993).

### 3.1.1. Salsichas para Exportação versus Salsichas para Mercado Interno

Neste primeiro ponto do trabalho pretendeu avaliar-se do ponto de vista sensorial dois tipos de salsichas já existentes: Uma salsicha utilizada no mercado interno e uma salsicha com uma formulação aproximada destinada à exportação. As diferenças introduzidas nestas duas formulações tentaram aumentar a estabilidade do produto destinado à exportação, tentando, desta forma, prolongar o seu tempo de prateleira.

Nesta prova participaram 24 provadores, em que 9% não eram consumidores de salsichas e 91% eram consumidores de salsichas. Dos provadores, 33% admitiu consumir mais do que duas vezes por mês, 21% admitiu consumir uma a duas vezes por mês e outros 33% admitiram consumir menos que uma vez por mês e mais de duas vezes por ano e (Figura 3.1).

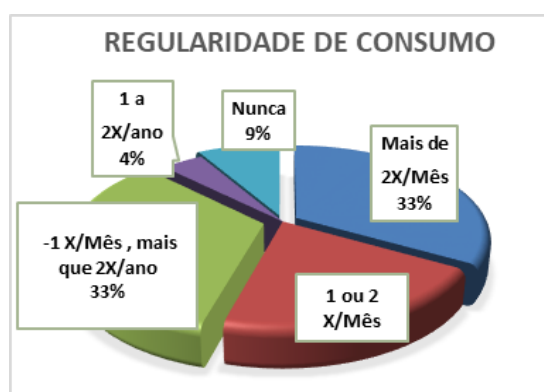


Figura 3.1 - Regularidade de consumo de salsichas pelos provadores das salsichas destinadas a exportação e salsichas para mercado interno.

Dos provadores analisados 67% preferiram a salsicha do mercado interno (salsicha B) como mostra a Figura 3.1. Este resultado já era esperado, pois, estas salsichas possuem maior quantidade de carne na sua formulação e menor quantidade de aditivos (por ex: amido). Conforme já referido, a maior percentagem de aditivos da salsicha destinada à exportação, está relacionada com o aumento da sua estabilidade e tempo de prateleira. Os provadores consideraram que a salsicha destinada ao mercado interno (salsicha B) era melhor do que a salsicha destinada à exportação (salsicha A), em todos os itens avaliados (Figura 3.2). Os atributos onde se verificou uma maior diferença de pontuações entre os dois tipos de salsichas em análise foram o aroma e o sabor. Ressalva-se, no entanto, que a pontuação mais baixa atribuída a estes produtos foi sempre ou muito próxima de 4 ou superior a este valor, assim, a salsicha foi sempre avaliada, no mínimo, como moderadamente boa.

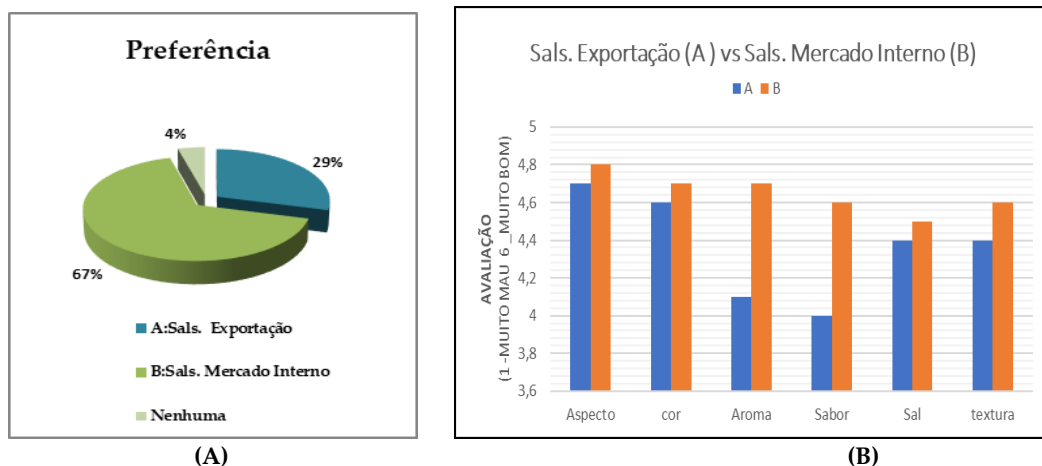


Figura 3.2 - Análise sensorial das salsichas destinadas à exportação (salsicha A) e das salsichas destinadas ao mercado interno (Salsicha B). (A) Preferência dos provadores; (B) Avaliação das características organoléticas.

Houve provadores que indicaram que a salsicha B possuía uma textura mais heterogênea e que a salsicha A tinha uma textura semelhante a borracha. Conhecendo a formulação de cada uma delas, essas avaliações fazem todo o sentido, pois a salsicha A possui mais hidratos de carbono (Dextrose, fécula/amido, Fibra de ervilha, farinha de trigo, etc.) do que a salsicha B (fibra vegetal e fécula/amido), que vai de encontro do estudo feito pelo García-García & Totosaus (2008) que observaram que a inclusão de amido de batata teve um efeito notável na textura das salsichas, produzindo um produto mais duro e elástico.

A intenção de compra dos provadores em relação a estas duas salsichas (Figura 3.3) está de acordo com as respectivas classificações. Assim, um maior número de provadores (50%) indicaram que provavelmente comprariam a salsicha B, 42% indicaram que provavelmente comprariam a salsicha A, 8% indicaram que com certeza não comprariam salsicha A e 0% que não comprariam a salsicha B.

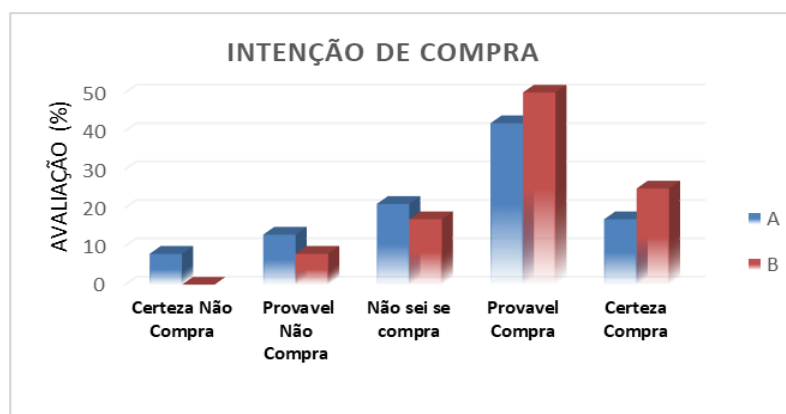


Figura 3.3 - Intenção de compra das salsichas destinadas à exportação (salsicha A) e das salsichas destinadas ao mercado interno (Salsicha B).

A intenção de compra dos provadores em relação a estas duas salsichas está de acordo com as respectivas classificações. Assim, um maior número de provadores (50%) indicaram que provavelmente comprariam a salsicha B, 42% indicaram que provavelmente comprariam a salsicha A, 8% indicaram que com certeza não comprariam salsicha A e 0% que não comprariam a salsicha B.

### 3.1.2 Prova entre salsichas com calibres diferentes

Neste ponto do trabalho pretendeu comparar-se do ponto de vista sensorial dois tipos de salsichas já existentes: Uma salsicha com calibre standard e uma salsicha com idêntica formulação, mas com um calibre reduzido. Esta redução de calibre visou a produção de um tipo de salsicha mais apelativo para as crianças.

Nesta prova participaram 21 provadores, em que 9% não eram consumidores de salsichas e 91% deles eram consumidores de salsichas. Em relação à regularidade de consumo verificou-se que 38% dos provadores consumia uma a duas vezes por mês, 24% mais de duas vezes por mês, 29% menos que uma vez por mês e mais de duas vezes por ano (Figura 3.4).

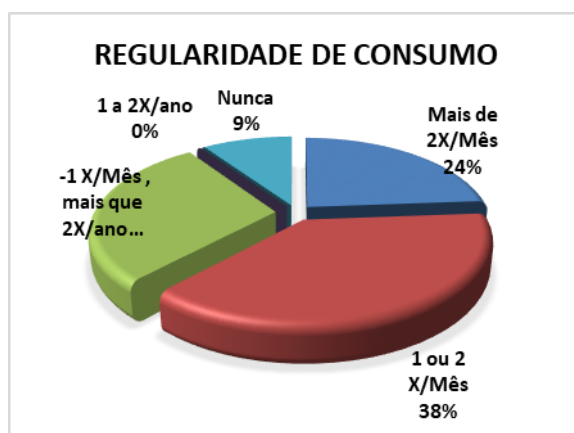


Figura 3.4 -Regularidade de consumo de salsichas pelos provadores das salsichas com diferentes calibres.

Dos provadores analisados 76% preferiram a salsicha de calibre reduzido e 24% a de calibre standard (Figura 3.5). Assim, embora possuem a mesma fórmula, os resultados apontam para que a diferença do calibre altere as características organoléptica do produto final. Os provadores consideram que a salsicha de calibre reduzido (salsicha C) era em todos os itens avaliados melhor do que a salsicha de calibre standard (salsicha D), como mostra a Figura 3.5.

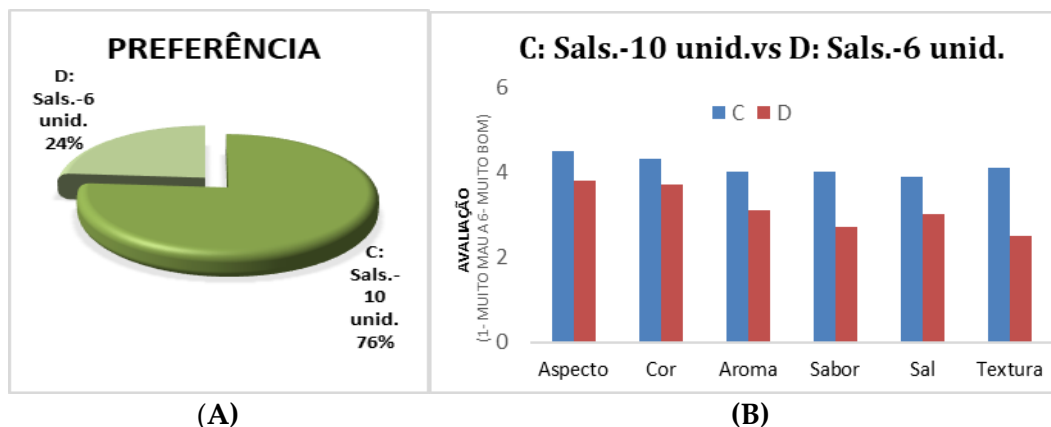


Figura 3.5 - Análise sensorial das salsichas com calibre reduzido (salsicha C) e das salsichas com calibre standard (Salsicha D). (A) Preferência dos provadores; (B) Avaliação das características organoléticas.

As diferenças encontradas na avaliação das salsichas com diferentes calibres podem estar relacionadas com diferenças na desnaturação das proteínas durante o cozimento, que frequentemente resulta na alteração da solubilização das proteínas, afetando assim as propriedades funcionais dependentes da solubilidade proteica (Araújo, 2008). É possível também que essa diferença seja devida à diferente interação entre as salsichas e a salmoura, que resulta da diferença de calibre.

Dos provadores, 50% indicaram que provavelmente comprariam as salsichas com calibre reduzido (salsichas C) e 5% que provavelmente comprariam as salsichas de calibre standard (salsichas D), 10% indicaram com certeza que não comprariam as salsichas com calibre reduzido (salsichas C) e 48% as salsichas de calibre standard (salsichas D) (Figura 3.6). Assim, é possível concluir que a alteração de calibre teve um impacto bastante positivo na aceitação do produto final.

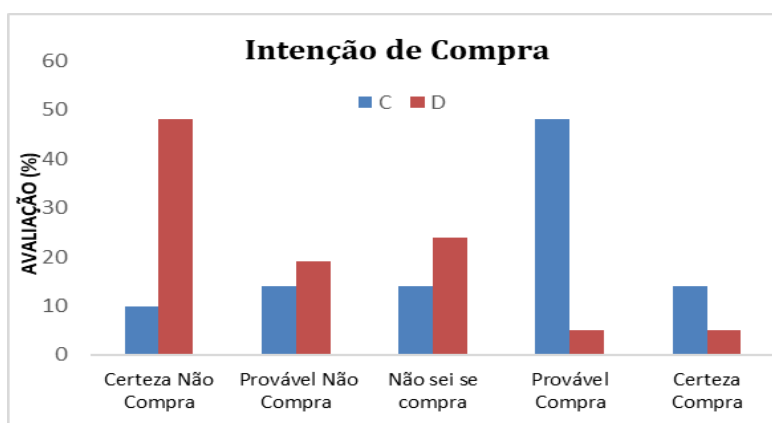


Figura 3.6 - Intenção de compra das salsichas com calibre reduzido (salsicha C) e das salsichas com calibre standard (Salsicha D).

### 3.1.3 Prova entre salsichas de soja (vegetariana), de aves e de porco

Atualmente verifica-se uma tendência para a inclusão na dieta de produtos mais ricos em vegetais. Esta tendência não significa que os consumidores tendam a aderir a uma alimentação vegetariana ou vegana, simplesmente significa que tendem a inserir mais vegetais na sua dieta, porque associam a ingestão de vegetais com melhor estado de saúde, e ainda por questões de sustentabilidade e bem-estar animal. A produção de carne e de outros produtos de origem animal está associada a um impacto ambiental negativo significativo. Na verdade, o setor agrícola é responsável pela emissão de aproximadamente 22% das emissões totais globais de gases com efeito de estufa, e a produção pecuária é responsável por quase 80% das emissões deste setor (Martin et al., 2021). Assim, a substituição parcial de alimentos à base de carne por alimentos de origem vegetal poderá ajudar a reduzir as emissões de gases de efeito estufa, sendo ambientalmente mais sustentável. Neste contexto, foi desenvolvida uma salsicha vegetariana, onde a proteína animal foi substituída por fontes de proteína vegetal, especialmente por proteína de soja.

A salsicha vegetariana já tinha sido desenvolvida e, neste ponto do trabalho, pretendeu avaliar-se a sua aceitação juntamente com produtos de porco e de aves, também já previamente desenvolvidos.

Nesta prova participaram 20 provadores, em que 6% não eram consumidores de salsichas e 33% consumiam uma a duas vezes por mês, 28% mais de que duas vezes por mês e a mesma percentagem consumia menos que uma vez e mais de duas vezes por ano como está apresentado na Figura 3.7.

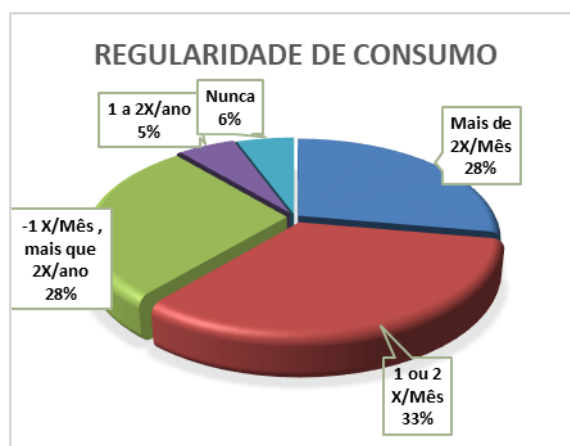


Figura 3.7 -Regularidade de consumo de salsichas pelos provadores das salsichas vegetarianas, de porco e de aves.

Dos provadores analisados 56% preferiram as salsichas de porco (salsichas G), 33% as vegetarianas (salsichas E) e 11% as salsichas de aves (salsichas F), como mostra a Figura 3.8. A melhor pontuação atribuída às salsichas de porco era expectável, visto as salsichas feitas à base desta carne serem as mais apreciadas no mercado.

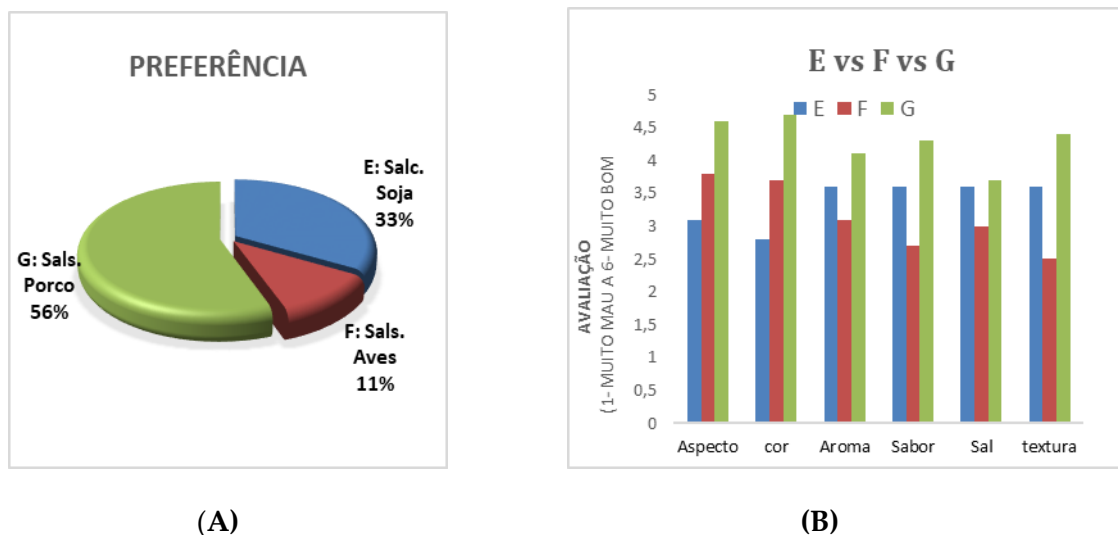


Figura 3.8 - Análise sensorial das salsichas de porco (salsichas G), vegetarianas (salsichas E) e de aves (salsichas F). (A) Preferência dos provadores; (B) Avaliação das características organoléticas.

As salsichas de porco (salsichas G) foram as que conseguiram as pontuações mais elevadas em todos os atributos avaliados (Figura 3.8). O aspeto e a cor das salsichas à base de proteínas animais (carne de porco G e de aves F) foram considerados melhores do que o aspeto e a cor das salsichas feitas à base de proteína vegetal (soja) (salsichas E). Esta pontuação pode refletir a maior habituação dos consumidores ao aspeto das salsichas à base de carne e ao facto das salsichas vegetarianas ainda serem novidade no mercado. A salsicha de soja (E) foi avaliada como a que apresentou uma cor menos satisfatória. A cor é um atributo com grande impacte no aspeto da salsicha. A diferente cor da salsicha de soja pode estar relacionada em parte com o seu diferente teor em gordura. Cáceres et al. (2004) indicou que as salsichas que contêm na sua formulação menor teor de gordura possuem uma cor rosa menos brilhante, comparativamente com uma salsicha standard. Por outro lado, a diferença na cor entre os produtos fetos à base de carne de porco, aves ou proteína de soja também pode ser o reflexo da importância da mioglobina para a cor característica da carne e dos produtos derivados, sendo que esta proteína se encontra em teores mais elevados no músculo do porco do que no músculo das aves e se encontra ausente na salsicha vegetariana (Belitz et al., 2009).

Segundo Chen et al. (2006) a carne de Frango e de porco formam géis com quase a mesma força, então seria de esperar que salsichas de aves tivessem uma textura semelhante à das salsichas de porco, o que não se constatou nesta prova. Esta diferença

pode resultar da interação entre os vários ingredientes utilizados em cada uma das formulações que pode ter influenciado negativamente a formação do gel das salsichas de aves.

As diferenças de textura entre as salsichas de Soja (E) e de porco (G) refletem, entre outros fatores, a diferente natureza das matérias-primas e seu teor de nutrientes. As salsichas de origem vegetal possuem um teor de gordura menor que as salsichas de carne de suíno e um nível de proteína superior. No entanto, a capacidade de gelificação por indução térmica das proteínas miofibrilares é muito maior do que a das proteínas de origem vegetal. Normalmente a gelificação ocorre quando o conteúdo de proteína varia entre 5% e 15% para proteínas de origem vegetal (Arntfield et al., 1990), enquanto um conteúdo de proteína miofibrilar de cerca de 0,5% é suficiente para produzir um gel induzido por calor. Esta divergência resulta de diferenças na composição aminoácidos nestas proteínas bem como a diferenças no seu peso molecular médio. A miosina é uma longa molécula filamentosa com cerca de 4 500 aminoácidos e um peso molecular médio de cerca de 500 kDa (Clark et al., 2002). Esta proteína é substancialmente maior do que a maioria das proteínas vegetais (os componentes da proteína de soja são glicinina, legumina ou globulina 11S, 340 a 375 kDa (Utsumi et al., 1981) e  $\beta$ -conglucina vicilina ou globulina 7S, 140 a 170 kDa (Petruccioli & Anon, 1995). Esta diferença na constituição das proteínas pode explicar a melhor textura das salsichas de porco em relação às salsichas de soja.

Contudo, nessa lógica também seria de esperar que a salsicha de aves (salsicha F) apresentasse igualmente uma melhor textura do que a salsicha de soja o que não se verificou nessa prova. Mais uma vez este resultado pode estar relacionado com interação entre os vários ingredientes utilizados na formulação da salsicha de aves que pode ter influenciado negativamente a formação do gel nestas salsichas.

Dos provadores, 33% indicaram que provavelmente comprariam a salsicha de soja (salsicha E), 28% a salsicha de porco (salsichas G) e 17% a salsicha de aves (salsicha F). Por outro lado, 22% indicaram que com certeza não comprariam as salsichas de soja (salsichas E) e de aves (salsichas F) e 6% as salsichas de porco (salsichas G), como mostra a Figura 3.9.

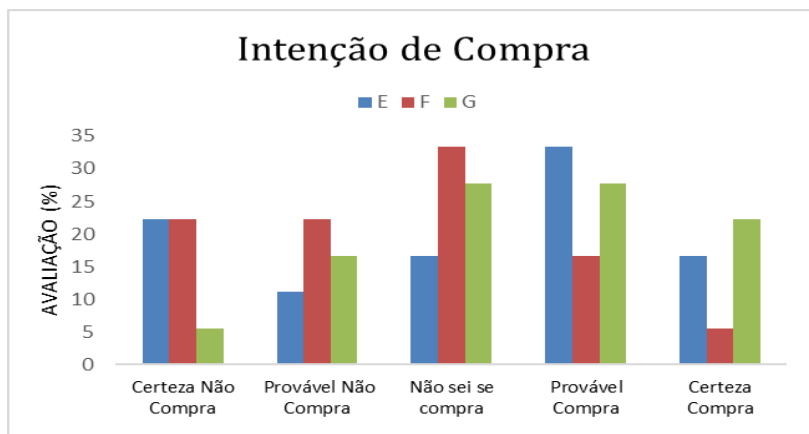


Figura 3.9 - Intenção de compra das salsichas das salsichas vegetarianas (salsichas E), de porco (salsichas G) e de aves (salsichas F).

Deste modo, apesar de perder na comparação com a salsicha de porco, a salsicha de soja parece ter potencial para ser bem aceite pelos consumidores, uma vez que apresentou no geral pontuações superiores à salsicha de aves.

### 3.1.4 Prova entre salsichas com baixo teor em gordura e enriquecidas em fibra e salsichas enriquecidas em proteína

Neste ponto pretende-se avaliar a aceitação por parte de um painel mais alargado de duas formulações desenvolvidas e optimizadas no decurso deste trabalho. Conforme já anteriormente referido, estas formulações foram desenvolvidas e trabalhadas à escala piloto, sendo ajustadas de acordo com as informações recolhidas pelos provadores que constituíram o painel de avaliação preliminar (painel composto por colaboradores da empresa). De todo esse trabalho de afinação, foram selecionadas as formulações com melhor pontuação para serem levadas a avaliação pelo painel externo. Os produtos foram avaliados em simultâneo para perceber qual o que mais agradava ao painel.

As formulações desenvolvidas foram a de uma salsicha de aves com baixo teor em gordura e enriquecida em fibras vegetais e a de uma salsicha de peru enriquecida em proteína. Estas formulações também tiveram o objetivo de responder a novas tendências de consumo, nomeadamente a da procura por produtos com menor teor em gordura, produtos ricos em fibras e produtos mais proteicos.

O teor em gordura na dieta é um alvo de preocupação devido à associação existente entre o elevado consumo em gordura e o desenvolvimento de doenças cardíacas, cancro e outras doenças crónicas (Delaš, 2011). Esta associação, juntamente com o elevado aporte energético das gorduras, explicam a tendência de procurar produtos

com teor reduzido neste nutriente. Por outro lado, as fibras vegetais são constituintes das plantas resistentes à digestão e, portanto, com capacidade de absorção limitada no intestino humano. Estas fibras são um componente funcional importante na dieta humana, com propriedades reconhecidas para a saúde, que podem passar pela redução do risco de desenvolvimento de doenças crônicas específicas, como a diabetes tipo 2 ou doença cardíaca coronária (Yegin et al., 2020). Desta forma, o desenvolvimento das salsichas com baixo teor em gordura e enriquecidas em fibra tem uma dupla importância: a redução do teor de um nutriente cujo consumo excessivo se encontra associado ao desenvolvimento de doenças e o aumento do teor em componentes funcionais com um impacto positivo na promoção da saúde.

A procura de alimentos enriquecidos em proteína é também uma nova tendência de consumo. Esta tendência mostra que os consumidores reconhecem a proteína como um componente essencial na dieta e muito benéfico. Contudo, o desafio para as empresas é desenvolver produtos ricos em proteínas completas, com elevada qualidade nutricional num formato que seja conveniente. Algumas das estratégias a que as empresas podem aderir para apresentar produtos com mais proteína são incluir proteínas de origem vegetal nos produtos, como, por exemplo, leguminosas ou sementes de oleaginosas, aumentar o teor em carne ou incluir proteínas lácteas (Portugal Food, 2020). Na formulação desenvolvida no presente trabalho o aumento do teor em proteína foi efetuado através do aumento da percentagem em carne na formulação da salsicha standard, bem como da adição de proteína de soja.

Nesta prova participaram 20 provadores, em que 6% não eram consumidores de salsichas, 41% consumiam salsichas uma a duas vezes por mês, 29% mais de duas vezes por mês, 18% menos que uma vez por mês e mais de duas vezes por ano como está apresentado na Figura 3.10.

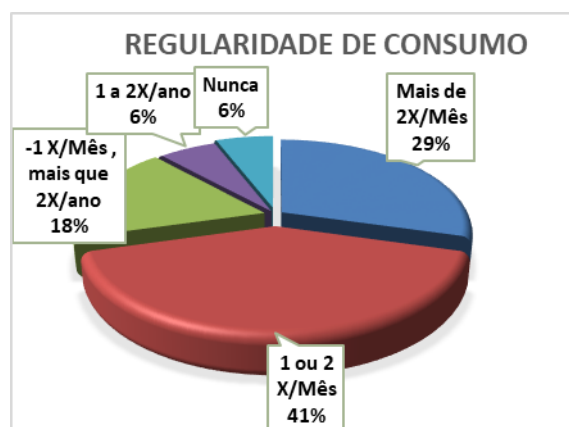


Figura 3.10 -Regularidade de consumo de salsichas pelos provadores das salsichas com baixo teor em gordura e enriquecidas em fibra e salsichas enriquecidas em proteína.

Do total de provadores, 76% preferiram a salsicha com baixo teor em gordura e enriquecida em fibra (salsichas I) e 24% preferiram a salsicha enriquecida em proteína (salsicha H), como mostra a Figura 3.11. Apesar desta diferença, na avaliação das características organoléticas individuais, as pontuações atribuídas foram muito semelhantes. (Figura 3.11).

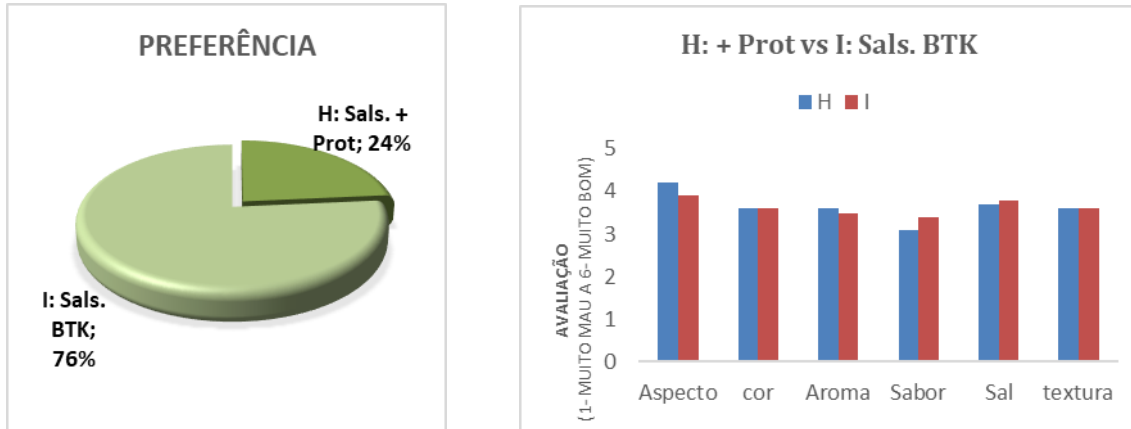


Figura 3.11 - Análise sensorial das salsichas com baixo teor em gordura e enriquecidas em fibra (salsichas I ou BTK) e salsichas enriquecidas em proteína (salsichas H ou +PROT). (A) Preferência dos provadores; (B) Avaliação das características organoléticas.

Dos provadores, 29% indicaram que provavelmente comprariam a salsicha enriquecida em proteína (salsicha H) e 24% a salsicha com baixo teor em gordura e enriquecidas em fibra (salsicha I). Em sentido contrário, 24% indicaram com certeza que não comprariam a salsicha enriquecida em proteína e 12% a salsicha com baixo teor em gordura e enriquecidas em fibra (salsicha I), como mostra a Figura 3.12.

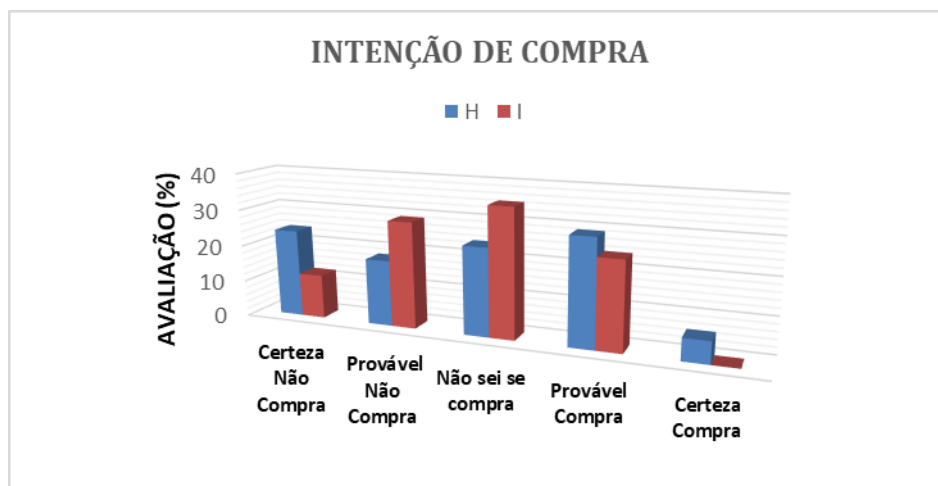


Figura 3.12 - Intenção de compra das salsichas com baixo teor em gordura e enriquecidas em fibra (salsichas I) e salsichas enriquecidas em proteína (salsichas H).

Outros autores referem que a incorporação de fibras pode levar a um amolecimento das salsichas devido à elevada capacidade de retenção de água que as fibras apresentam (Cáceres et al., 2004). No entanto, em termos de textura as salsichas com incorporação de fibra não apresentaram uma pontuação inferior nem às salsichas enriquecidas em proteína nem à generalidade de todas as salsichas avaliadas. Desta forma, nesta formulação este problema não parece ter existido. Por outro lado, conforme já referido anteriormente, o menor teor de gordura pode estar associado a uma cor rosa menos brilhante (Cáceres et al., 2004). No entanto, também em relação à cor estas salsichas não apresentaram uma pontuação inferior, pelo que nesta formulação este problema também não parece ter ocorrido.

Apesar do painel de avaliadores não ter sido exatamente o mesmo, comparando com as salsichas de aves já disponíveis no mercado (salsichas F), estas novas formulações apresentam no geral semelhante ou superior intenção de compra. Com efeito, 23% dos provadores indicaram que provavelmente comprariam ou de certeza comprariam as salsichas de aves, 24% as salsichas com baixo teor em gordura e enriquecidas em fibra e 35% as salsichas enriquecidas em proteína. Assim, é possível concluir que estas novas formulações têm potencial para, do ponto de vista sensorial, serem bem aceites pelos consumidores.

Na prova efetuada os consumidores não sabiam qual a composição dos produtos que estavam a avaliar. Martin et al. (2021) realizaram uma prova cega a uma salsicha à base de carne de porco e a uma salsicha visualmente muito próxima, mas feita à base de proteínas vegetais. Na prova cega, após a degustação, as salsichas à base de carne de porco foram as que reuniram as pontuações mais elevadas. Contudo, quando a prova foi efetuada após informação sobre a composição dos produtos, e sobre os benefícios nutricionais e ambientais associados à salsicha vegetariana, a distância de pontuação entre os dois produtos diminuiu. Desta forma, seria interessante realizar esta prova depois de explicar aos provadores o conteúdo dos produtos, sendo possível especular que, nesse caso, a aceitação pudesse ter sido superior.

### **3.1.5 Prova entre salsichas com e sem glúten**

O espectro de distúrbios relacionados com o glúten inclui a doença celíaca, alergia ao trigo e a sensibilidade não celíaca ao glúten. Esta última situação é caracterizada pela presença, em indivíduos sem doença celíaca ou alergia ao trigo, de sintomas intestinais e extra-intestinais induzidos pela ingestão de alimentos contendo glúten, que desaparecem com a remoção do glúten da dieta (Moleski et al., 2021). O elevado número de pessoas que têm vindo a ser diagnosticadas com distúrbios relacionados

com o glúten tem originado um grande interesse por parte das indústrias alimentares para desenvolverem produtos isentos de glúten.

Neste contexto, foi desenvolvida neste trabalho uma formulação de salsicha isenta de glúten. Conforme já anteriormente referido, esta formulação foi sendo ajustada de acordo com as informações recolhidas pelos provadores que constituíram o painel de avaliação preliminar (painel composto por colaboradores da empresa). De todo esse trabalho de afinação, foi selecionada a formulação com melhor pontuação para ser levada a avaliação pelo painel externo. A nova salsicha sem glúten foi avaliada numa prova triangular juntamente com uma salsicha de formulação idêntica, mas contendo glúten. A principal diferença nas duas formulações residia no tipo de farinha adicionada. Assim, na formulação sem glúten a farinha de trigo foi substituída por farinha de milho. A prova triangular pretendia perceber até que ponto esta diferença na formulação era percebida pelos provadores.

Na análise triangular, 73% dos provadores conseguiram identificar corretamente a salsicha diferente (Figura 3.13). Este resultado aponta no sentido de não ter sido conseguido o objetivo de desenvolver uma formulação sem glúten e sensorialmente idêntica à formulação com glúten.

Quando questionados sobre que salsichas preferiam, 53% dos provadores afirmaram preferir a salsicha sem glúten (salsicha K) (Figura 3.13). De acordo com as observações apontadas pelos provadores, esta maior preferência parece estar associada ao melhor sabor e aroma da salsicha sem glúten. No entanto, os provadores indicaram que a textura da salsicha com glúten (salsicha J) era mais macia e mais homogênea do que a textura da salsicha sem glúten (salsicha K), sendo a textura da salsicha sem glúten apontada como granulosa. Este resultado pode ser devido à diferença dos grânulos da farinha utilizados na formulação de cada uma das salsichas.

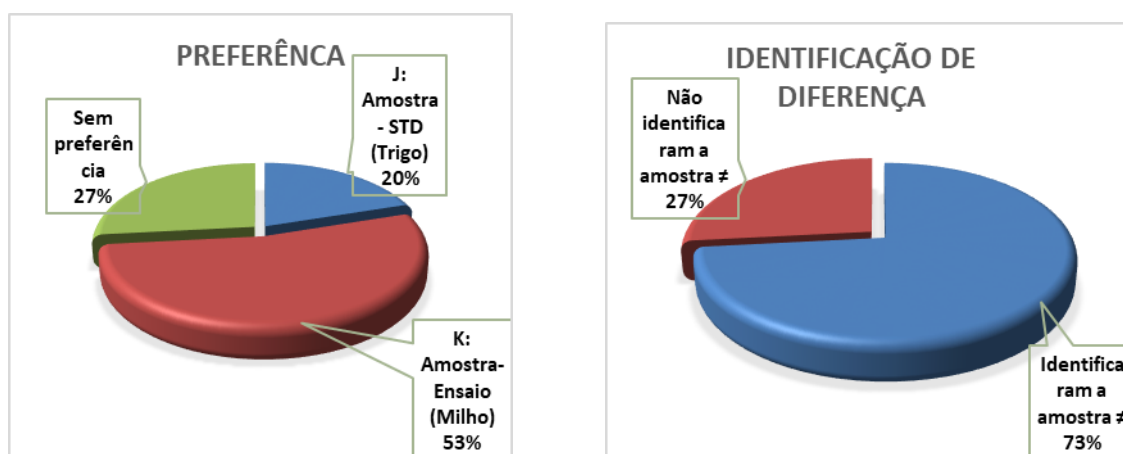


Figura 3.13 - Resultado das provas triangular (identificação da amostra diferente) e de preferência das salsichas sem glúten (salsichas K) e com glúten (salsichas J).

### 3.2 Fatores que afetam o rendimento

Durante o processo de cozedura fez-se o acompanhamento do peso das amostras das salsichas para se verificar as alterações do peso que poderiam ocorrer durante este processo. Foi igualmente estudada a variação de peso que ocorreu durante sete dias após o embalamento. Estes cálculos são importantes para avaliar o rendimento do processo.

#### 3.2.1. Salsichas para exportação e salsichas para o mercado interno

As diferenças de peso antes e após a entrada no túnel, permitiram verificar a ocorrência de uma perda de média de 4,91% do peso inicial para as salsichas de exportação e uma perda de 4,88% do peso inicial para as salsichas para mercado interno, como se pode ver na Figura 3.14. Esta perda está próxima dos valores de outros estudos que indicaram que uma percentagem de perda de peso durante o tratamento térmico (cozimento) de 4,4% (Sariçoban et al., 2010) e de 6,07% para salsicha com carne de porco (Rao et al., 2011).

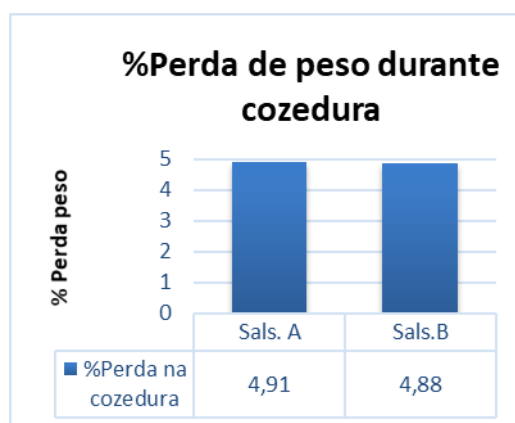


Figura 3.14 - Percentagem de perda de peso durante a cozedura das salsichas para exportação (A) e das salsichas para mercado interno (B)

O valor da perda do peso durante a cozedura para os dois tipos de salsicha foi aproximadamente igual. As perdas de peso durante a cozedura estão relacionadas com perdas de água do produto e podem variar com a formulação, dado que diferenças na formulação podem originar uma melhor ou pior capacidade de ligação da água. Neste caso, as diferenças existentes nas duas formulações não mostraram influenciar o rendimento de cozedura.

Para acompanhar a variação do peso escorrido das salsichas durante os primeiros sete dias após o enfrascamento ou enlatamento, fez-se a pesagem das salsichas antes do

enlatamento e nos dias seguinte. Este ensaio permitiu verificar a existência de um aumento do peso (% Pick up) ao longo dos dias até se alcançar a estabilidade (Figura 3.15).

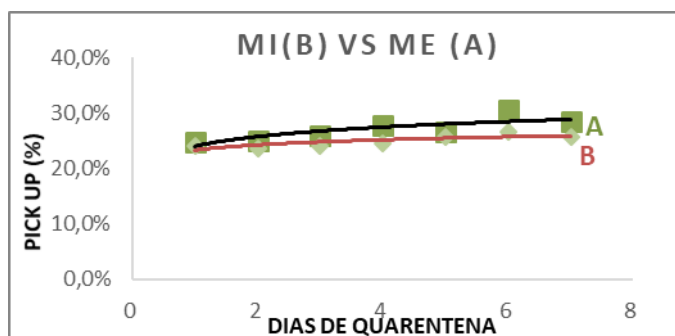


Figura 3.15- Ganho do peso (Pick up) após embalagem das salsichas para exportação (A) e das salsichas para mercado interno (B)

O aumento do peso (Pick up) observado resulta da interação entre a salmoura e a salsicha, em que a salsicha absorve a água, que é o maior componente da salmoura, aumentando assim o seu peso. O aumento de peso foi também aproximado para ambas as salsichas, situando-se à volta dos 27% para a salsicha para exportação e à volta dos 25% para a salsicha para mercado interno.

### 3.2.2. Salsichas com calibre reduzido e calibre standard

As diferenças de peso antes e após a entrada no túnel, permitiram verificar a ocorrência de uma perda média de 4,13% do peso inicial para as salsichas de calibre reduzido e uma perda de 5,63% do peso inicial para as salsichas de calibre standard, como se pode ver na Figura 3.16. Mais uma vez, estas percentagens estão dentro dos intervalos de valores reportados na literatura para salsichas de aves (Sarıçoban et al., 2010) e de porco (Rao et al., 2011).

Existe uma diferença entre o valor da perda do peso durante a cozedura destes dois tipos de salsichas, pois ocorre uma maior perda (5,63%) no caso das salsichas de maior calibre (salsichas D) do que nas salsichas de calibre reduzido (4,13%) (salsichas C). Esta diferença pode ser dividida ao calibre da salsicha, sendo Salsicha D mais grossa possui uma maior superfície do contacto exposta ao calor e por isso pode ocorrer uma maior perda água e, conseqüentemente, de peso.

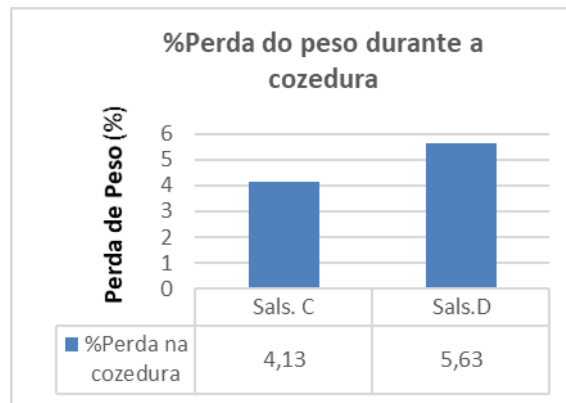


Figura 3.16 - Percentagem de perda de peso durante a cozedura das salsichas de calibre reduzido (salsicha C) e de calibre standard (salsicha D)

Também se fez o acompanhamento do peso destas salsichas durante 7 dias após o enlatamento, fazendo-se a pesagem das salsichas antes de serem colocadas na embalagem e nos dias seguinte (pick up %), encontrando-se os resultados apresentados na Figura 3.17.

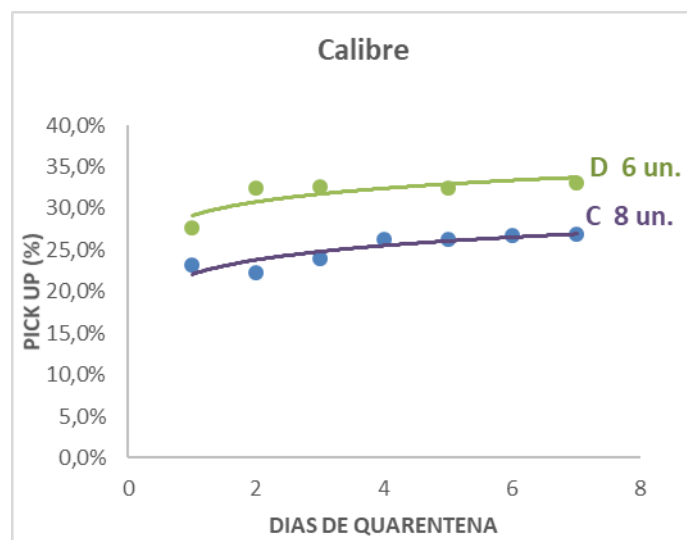


Figura 3.17- Ganho do peso (Pick up) após embalagem das salsichas de calibre reduzido (salsicha C) e de calibre standard (salsicha D)

Tal como verificado anteriormente, e também como seria espectável, observou-se que após a embalagem, ocorreu um aumento do peso das salsichas (Pick up). Tal como já referido, esse aumento ocorreu devido a interação entre a salsicha e a salmoura, em que a salsinha absorve a água da salmoura, aumentando assim o seu peso. Mas esse aumento do peso não aconteceu de forma igual em ambas as salsichas, tendo sido superior nas salsichas de maior calibre (salsicha D). Tal como no caso da perda de peso

durante a cozedura, também nesta situação, a maior superfície de contacto e de interação com a salmoura da salsicha de maior calibre, pode permitir uma maior absorção de água e assim um maior aumento de peso.

### 3.2.3. Salsichas vegetariana, de carne de porco e de carne de aves

As diferenças de peso antes e após a entrada no túnel, permitiram verificar a ocorrência de uma perda média de 8,17% do peso inicial para as salsichas vegetarianas, de 7,35% para as salsichas de aves e de 7,12% para as salsichas de carne de porco (Figura 3.18).

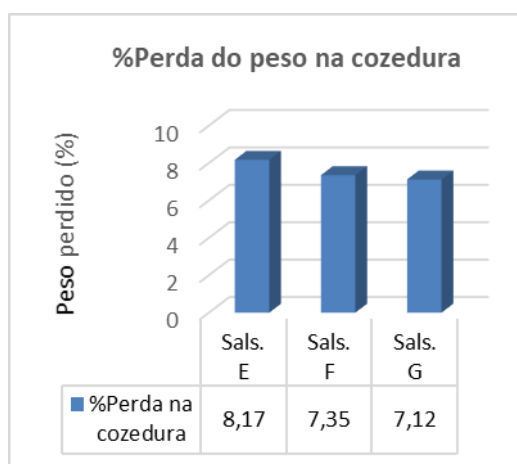


Figura 3.18 - Percentagem de perda de peso durante a cozedura das salsichas vegetarianas (salsicha E), de aves (salsichas F) e de porco (salsichas G)

Existiu uma diferença entre o valor da perda do peso durante a cozedura das várias salsichas, pois ocorreu uma perda peso ligeiramente superior no caso das salsichas vegetarianas do que nas salsichas de carne. Os valores de perda do peso para as salsichas de aves (F) e de porco (G) foram maiores do que os valores obtidos em outros estudos que indicavam percentagens entre 4,4% (salsichas de aves) e 6,07% (salsicha de porco) (Rao et al., 2011; Sariçoban et al., 2010). Essa diferença pode ser devida a diferenças que possam existir nos outros ingredientes da formulação, que podem afetar

a capacidade de retenção de água. Nomeadamente o conteúdo em fibras e em sais (Barreto, 2007; Lonergan et al., 2019).

Segundo Barreto (2007), as fibras possuem maior capacidade de retenção de água, podendo auxiliar na melhoria da estabilidade de emulsão e do rendimento do processo. De acordo com Borrajo et al. (2016), isso depende de diversos fatores como a estrutura química dos componentes da fibra, tipo de parede celular da qual foi obtida, anatomia e tamanho das partículas e sua porosidade, pH, temperatura de processamento e também de fatores como tamanho das partículas de gordura da emulsão, quantidade e tipo de proteína e a própria viscosidade da emulsão. Os mesmos autores também indicaram que o aumento da fibra alimentar em 1,5% em relação à formulação standard permitia aumentar o rendimento da salsicha, ou seja, aumentou a capacidade de retenção de água. Pelo contrário, quando se aumentou este teor para mais 3% do valor inicial, a capacidade de retenção de água e o rendimento diminuíram comparativamente com os valores da salsicha standard, isso aponta para que se tivermos um elevado teor de fibra na formulação em vez deste melhorar o rendimento pode ter o efeito contrário. A salsicha vegetariana tem um teor mais elevado em fibra e, assim, pode ter sido essa a causa da maior perda de peso durante a cozedura.

Também se fez o acompanhamento do peso destas salsichas durante sete dias após o enlatamento, fez-se a pesagem das salsichas antes da embalagem e nos dias seguintes, encontrando-se os resultados apresentados na Figura 3.19.

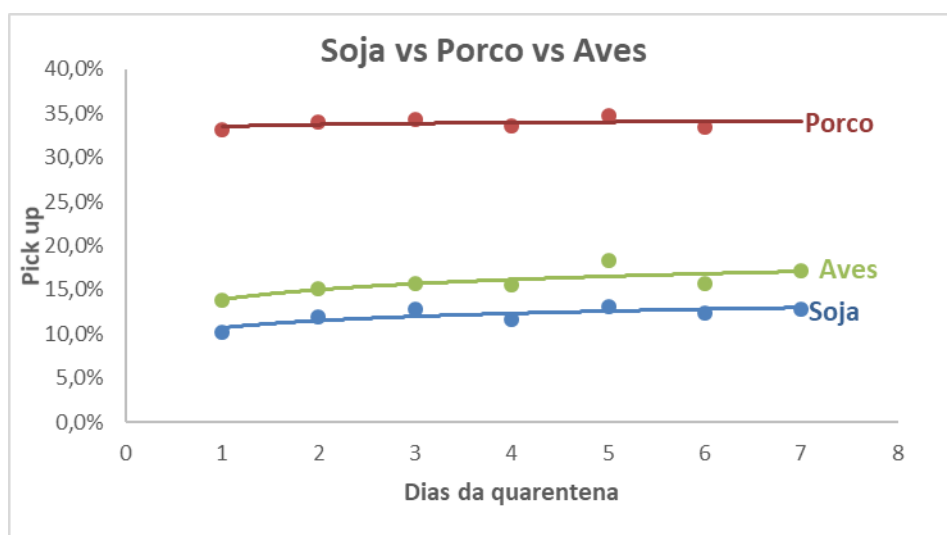


Figura 3.19 - Ganho do peso (Pick up) após embalagem das salsichas vegetarianas (salsicha E), de aves (salsichas F) e de porco (salsichas G)

Como seria de esperar, ocorreu um aumento do peso (Pick up %) das salsichas após enfrascamento, devido à interação entre a salmoura e a salsicha, em que a salsicha absorve a água da salmoura, aumentando assim o seu peso. Mas esse aumento de peso não foi igual para todas as salsichas, pois as salsichas vegetarianas (E) apresentaram valores inferiores e as salsichas de porco com valores superiores às demais. Mais uma vez, o diferente comportamento resulta dos diferentes ingredientes e/ou proporções de ingredientes nas respectivas formulações.

A presença de amido e as diferentes origens da proteína (aves e porco) são alguns dos fatores que podem contribuir para as diferenças observadas. A salsicha vegetariana possui um teor superior em amido. Após a confecção e arrefecimento as cadeias de amido sofrem recristalização, num processo denominado por retrogradação. Este processo é irreversível e leva a uma diminuição da capacidade de ligação de água. Durante a retrogradação do amido as moléculas de amilose atraem-se expulsando a água (Araújo, 2008). Por outro lado, têm sido encontradas diferenças nas propriedades reológicas do músculo branco e vermelho durante a gelificação. Essas diferenças têm sido atribuídas, em parte, a fatores intrínsecos como a existência de diferentes isoformas de miosina bem como de formas polimórficas (Asghar et al., 1984).

### 3.2.4 Salsichas de baixo teor em gordura e enriquecidas em fibra e salsichas enriquecidas em proteína

As diferenças de peso antes e após a entrada no túnel, permitiram verificar a ocorrência de uma perda média de 16,05% do peso inicial para as salsichas de baixo teor em gordura e enriquecidas em fibra e de 9,10% para as salsichas enriquecidas em proteína (Figura 3.20).

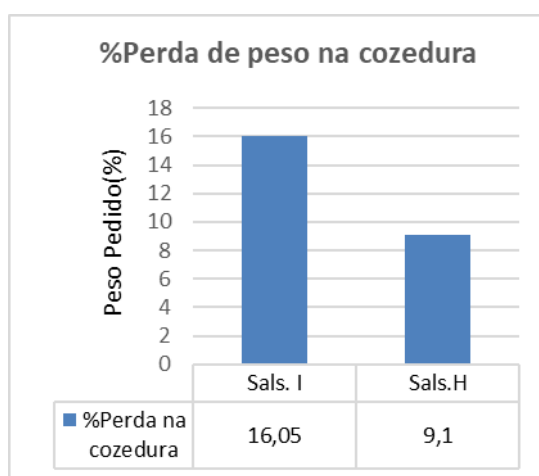


Figura 3.20- Percentagem de perda de peso durante a cozedura das salsichas de baixo teor em gordura e enriquecidas em fibra (salsicha I) e das salsichas enriquecidas em proteína (salsichas H).

Existe uma diferença entre o valor da perda do peso durante a cozedura das salsichas I e H, pois ocorre uma maior perda nas salsichas I (16,05%) do que nas salsichas H (9,1%). A salsicha I possui um maior teor de fibra e menor teor de gordura do que a salsicha H, que possui mais carne e mais proteína de soja. As percentagens da perda de peso durante a cozedura das duas salsichas foram mais elevadas do que as anteriormente encontradas para as salsichas de aves (7,35%). A maior diferença foi, no entanto, observada nas salsichas enriquecidas em fibra. Conforme já referido, Borrajo et al. (2016), descrevem que aumentos substanciais (superiores a 3% do valor inicial) do teor em fibra levam a uma diminuição da capacidade de retenção de água e do rendimento. Assim, a diferença na percentagem de perda de peso durante a cozedura pode estar relacionada com o elevado teor em fibra das salsichas I.

A salsicha enriquecida em proteína (H) teve menor perda de peso durante a cozedura. Estudos indicam que a retenção da água e de gordura nas emulsões das salsichas dependem principalmente da formação duma matriz densa de proteína que tem a capacidade para ligar a água e reter os glóbulos de gordura (Choe et al., 2013). Assim, a maior quantidade de proteína, pode ajudar a capacidade da retenção de água comparativamente com a salsicha I. No entanto, apesar do seu maior teor em proteína as salsichas I apresentaram uma maior percentagem de perda de peso comparativamente às salsichas de aves. Este facto pode derivar das diferenças nos ingredientes e/ou nas proporções dos diversos ingredientes utilizados nas formulações. Em particular, este facto pode relacionar-se com as diferenças na origem da carne (só peru ou mistura de frango e peru) e com a presença da proteína de soja.

Também se fez o acompanhamento do peso destas salsichas durante 7 dias após o enfrascamento, fez-se a pesagem das salsichas antes do enfrascamento e nos dias seguintes, encontrando-se os resultados apresentados na Figura 3.21.

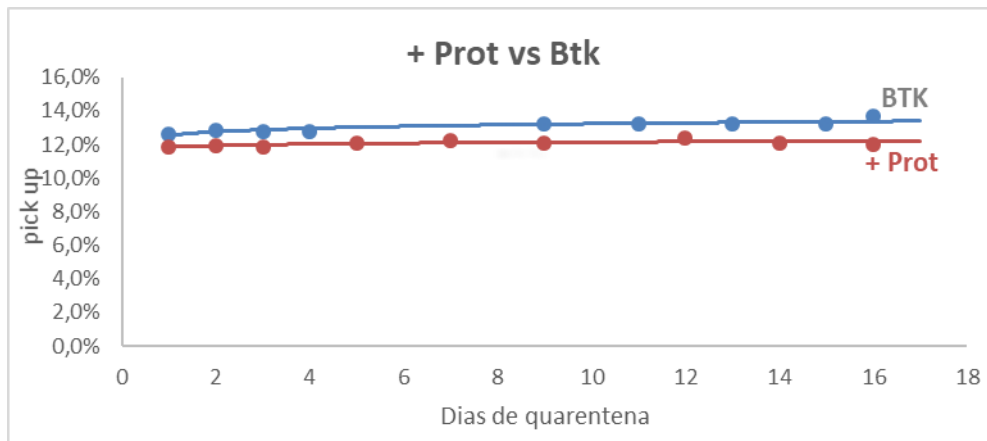


Figura 3.21 - Ganho do peso (Pick up) após embalagem das salsichas de baixo teor em gordura e enriquecidas em fibra (salsicha BTK) e das salsichas enriquecidas em proteína (salsichas +Prot).

Pode-se observar que após o enfrascamento ocorreu um aumento do peso das salsichas (Pick up) até a estabilização do mesmo, resultante da interação entre a salmoura e a salsicha, em que a salsinha absorve a água da salmoura, aumentando assim o seu peso. O aumento do peso foi próximo para as duas salsichas, mas as salsichas com maior teor fibra, obtiveram um aumento ligeiramente maior do que as salsichas com enriquecidas em proteína.

### 3.2.5 Salsichas de porco e aves com e sem glúten

As diferenças de peso antes e após a entrada no túnel, permitiram verificar a ocorrência de uma perda média de 6,38% do peso inicial para as salsichas com glúten (farinha de trigo) e de 4,46% para sem glúten (farinha de milho) (Figura 3.22).

Existe uma diferença entre o valor da perda do peso durante a cozedura das salsichas com e sem glúten, pois ocorre uma maior perda na salsicha com glúten (6,38%) do que na salsicha sem glúten (4,46%). Esta diferença resulta da diferente composição das farinhas de trigo e de milho, nomeadamente no que se refere ao teor em fibra (mais elevado na farinha de milho), à presença das proteínas do glúten, ao teor em amido, bem como à estrutura dos seus grânulos, que se relaciona com a composição deste polissacárido em amilose e amilopectina e que pode levar a diferentes comportamentos de gelatinização e retrogradação (Belitz et al., 2009).

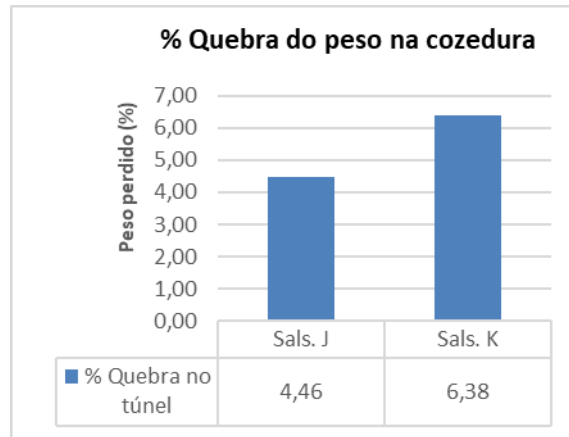


Figura 3.22 - Percentagem de perda de peso durante a cozedura das salsichas com glúten (salsichas K) e sem glúten (salsichas J).

Também se fez o acompanhamento do peso destas salsichas durante 16 dias após o enlatamento, fez-se a pesagem das salsichas antes da embalagem e nos dias seguinte encontrando-se os resultados apresentados na Figura 3.23.

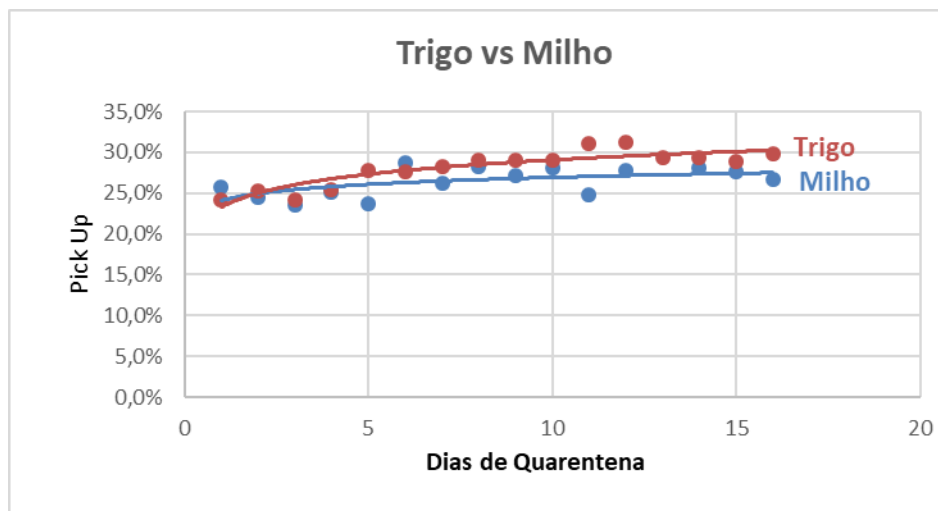


Figura 3.23 - Ganho do peso (Pick up) após embalagem das salsichas com glúten (salsichas de trigo) e sem glúten (salsichas de milho).

Foi possível observar um aumento no peso do produto após embalagem devido à absorção de água da salmoura. Esse aumento foi aproximado nos dois tipos de salsicha, mas ainda assim a salsicha com farinha de milho (J) apresentou valores ligeiramente inferiores aos valores apresentados pelas salsichas com farinha de trigo (K). Todos os fatores anteriormente descritos para explicar as possíveis diferenças de perda de peso durante a cozedura, podem também ser responsáveis pelas diferenças de ganho do peso após embalagem observadas.

## Conclusão

Um dos objetivos deste trabalho residia no desenvolvimento de novas formulações de salsicha de aves com reduzido teor em gordura e enriquecida em fibra, bem como de salsichas de peru enriquecidas em proteína. Este objetivo foi alcançado encontrando-se as novas formulações já disponíveis no mercado. Por outro lado, este trabalho tinha igualmente por objetivo o desenvolvimento de uma salsicha sem glúten sensorialmente semelhante a uma salsicha já existente. Este objetivo não foi concretizado visto que a formulação desenvolvida não ficou tão semelhante quanto era desejado e, especialmente, devido à textura granulosa que apresentava. Com efeito, na análise sensorial das salsichas com substituição da farinha de trigo por farinha de milho, a maioria dos provadores notaram a diferença entre as salsichas, e, apesar de terem gostado do sabor da nova salsicha, apontaram a sua textura como um ponto menos positivo. Os provadores indicaram que a textura da salsicha com farinha de trigo era mais macia e homogênea comparativamente com a salsicha com farinha de milho, que apresentava uma textura mais granulosa.

Outro dos pontos estudados passava pela avaliação da perda de peso durante o cozimento e pelo ganho de peso após a colocação em salmoura. Este ponto reveste-se da maior importância para avaliar o rendimento do processo e para garantir a correta correspondência entre o peso escorrido do produto e o peso afixado na embalagem. A verificação efetuada foi importante para aumentar o conhecimento sobre o comportamento das formulações em desenvolvimento e para garantir o cumprimento das margens estabelecidas para os produtos já comercializados.

Este trabalho permitiu verificar que as características organolépticas e a perda de peso durante o processamento das salsichas dependem de múltiplos fatores (tipo de carne, quantidade de gordura, quantidade de farinha, aditivos utilizados, temperatura de processamento, etc.) não sendo o comportamento das salsichas durante ou após processamento equivalente à soma das características físico-químicas e propriedades

individuais (como viscosidade, capacidade de retenção de água, solubilidade e formação de gel) de cada ingrediente. Por exemplo, a maior quantidade de fibra ou proteína, nem sempre significou uma maior capacidade de retenção de água e maior rendimento de produção.

Numa perspectiva de continuidade do trabalho, seria muito interessante continuar o desenvolvimento da formulação isenta de glúten. Nesse sentido os passos seguintes poderiam passar pela utilização de uma farinha de milho mais fina, com uma granulometria mais próxima da apresentada pela farinha de trigo utilizada, ou por experimentar a utilização de outras farinhas isentas de glúten, como, por exemplo, a farinha de arroz.

## Referências

- A. Araújo, Júlio Maria. 2008. *Química de Alimentos*. 4th ed. UFV.
- Agricultura - FAO, Organização das Nações Unidas para Alimentação e. 2019. "FAO - División de Producción Y Sanidad Animal." [Www.fao.org](http://www.fao.org). March 15, 2019. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/home.html>.
- Abdulatif Mrghni, Rumiko Kuroda, Satoshi Kawahara, Kazuyoshi Ohta, Koji Nakade, Takayoshi Aoki, and Michio Muguruma. 2009. "Dependence of Microbial Transglutaminase on Meat Type in Myofibrillar Proteins Cross-Linking." *Food Chemistry* 112 (2): 354–61. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.078>.
- Ahmed, Abdulatif Mrghni, Tetsuo Nasu, Dang Quang Huy, Yoshito Tomisaka, Satoshi Kawahara, and Michio Muguruma. 2009b. "Effect of Microbial Transglutaminase on the Natural Actomyosin Cross-Linking in Chicken and Beef." *Meat Science* 82 (2): 170–78. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.01.007>.
- Alahakoon, Amali U., Dinesh D. Jayasena, Sisitha Ramachandra, and Cheorun Jo. 2015. "Alternatives to Nitrite in Processed Meat: Up to Date." *Trends in Food Science & Technology* 45 (1): 37–49. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.05.008>.
- Ana María, R. D., C.R. Misael, and S. M. Héctor. 2008. "Evaluación Sensorial de Fresa (Fragaria X Ananassa Duch.) y Uchuva (Physalis Peruviana L.) Fortificadas Con Vitamina E." *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín* 61 (2): 4667–75. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179915376019>.
- Arntfield, S. D., E. D. Murray, and M.A.H. Ismond. 1990. "Dependence of Thermal Properties as Well as Network Microstructure and Rheology on Protein Concentration for Ovalbumin and Vicilin." *Journal of Texture Studies* 21 (2): 191–212. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1990.tb00475.x>.
- Asghar, Ali, Jun-Ichiro Morita, Kunihiro Samejima, and Tsutomu Yasui. 1984. "Biochemical and Functional Characteristics of Myosin from Red and White Muscles of Chicken as Influenced by Nutritional Stress." *Agricultural and Biological Chemistry* 48 (9): 2217–24. <https://doi.org/10.1271/bbb1961.48.2217>.
- Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. 2009. *Food Chemistry*. 4th revised and extended ed. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Alemanha. ISBN 978-3-540-69933-0.
- Barbut, S. 1995. "Importance of Fat Emulsification and Protein Matrix Characteristics in Meat Batter Stability." *Journal of Muscle Foods* 6 (2): 161–77. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.1995.tb00564.x>.

- Barbut, Shai, and Guari S. Mittal. 1996. "Effects of Three Cellulose Gums on the Texture Profile and Sensory Properties of Low Fat Frankfurters." *International Journal of Food Science and Technology* 31 (3): 241–47. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.1996.00337.x>.
- Barreto, A. C. S. 2007. "Efeito Da Adição de Fibras Como Substitutos de Gordura Em Mortadela." (Doutorado em Tecnologia de Alimentos)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Berian, M. J., and G. Lizaso. 1997. *Calidad de La Carne de Vacuno*. En "Vacuno de Carne: Aspectos Claves." Buxadé C. Ed. Mundi-Prensa Madrid. Madrid: Mundi - Prensa.
- Bett, K. L. 1993. *Measuring Sensory Properties of Meat in the Laboratory – Flavor and Texture Characteristics of Different Species of Meat Can Be Described by Sensory Panelists and Correlated with the Results of Instrumental Analysis*. Overview – outstanding symposia in Food Science & Technology.
- Borrajo, Kátia Helena Terríbill, César Gonçalves de Lima, and Marco Antonio Trindade. 2016. "Saciedade Subjetiva, Aceitação Sensorial E Aspectos Tecnológicos de Salsicha Com Adição de Fibra de Trigo." *Brazilian Journal of Food Technology* 19 (0). <https://doi.org/10.1590/1981-6723.0816>.
- Bruhn, C.M., A. Cotter, and K.V. Diazknauf. 1991. "IFT Annual Meeting Paper No. 584." In *Chicago - Institute Food Technologists*.
- Cáceres, E., GarcíaM.L., J. Toro, and M.D. Selgas. 2004. "The Effect of Fructooligosaccharides on the Sensory Characteristics of Cooked Sausages." *Meat Science* 68 (1): 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.02.008>.
- Chang-Lee, M.V., L.E. Lampila, and D.L. Crawford. 1990. "Yield and Composition of Surimi from Pacific Whiting (*Merluccius Productus*) and the Effect of Various Protein Additives on Gel Strength." *Journal of Food Science* 55 (1): 83–86. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1990.tb06022.x>.
- Chapleau, N., S. Jung, and M. De Lamballerie-Anton. 2000. "High Pressure Effects on Myofibrillar Proteins." *High Pressure Research* 19 (1-6): 61–68. <https://doi.org/10.1080/08957950008202537>.
- Cheftel, J.Claude, and Joseph Culioli. 1997. "Effects of High Pressure on Meat: A Review." *Meat Science* 46 (3): 211–36. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(97\)00017-x](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(97)00017-x).
- Chen, C.R., M. Marcotte, and A. Taherian. 2006. "Viscoelastic Properties of Wiener Sausages during Cooking." *International Journal of Food Properties* 9 (2): 205–16. <https://doi.org/10.1080/10942910600596225>.
- Chin, Koo B., Mi Y. Go, and Youling L. Xiong. 2009. "Effect of Soy Protein Substitution for

- Sodium Caseinate on the Transglutamine-Induced Cold and Thermal Gelation of Myofibrillar Protein." *Food Research International* 42 (8): 941–48. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.05.008>.
- Choe, Ju-Hui, Hack-Youn Kim, Jong-Moon Lee, Yong-Jae Kim, and Cheon-Jei Kim. 2013. "Quality of Frankfurter-Type Sausages with Added Pig Skin and Wheat Fiber Mixture as Fat Replacers." *Meat Science* 93 (4): 849–54. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.054>.
- Clark, Kathleen A., Abigail S. McElhinny, Mary C. Beckerle, and Carol C. Gregorio. 2002. "Striated Muscle Cytoarchitecture: An Intricate Web of Form and Function." *Annual Review of Cell and Developmental Biology* 18 (637–706). <https://doi.org/10.1146/annurev.cellbio.18.012502.105840>.
- Claus, J.R, and M.C Hunt. 1991. "Low Fat, High Added Water Bologna Formulated with Texture Modifying Ingredients." *Journal of Food Science* 56 (643).
- Cofrades, S., M. Careche, J. Carballo, and F.Jiménez Colmenero. 1997. "Thermal Gelation of Chicken, Pork and Hake (Merluccius Merluccius, L) Actomyosin." *Meat Science* 47 (1-2): 157–66. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(97\)00051-x](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(97)00051-x).
- Cofrades, S., and F. Jiménez-Colmenero. 1998. "Protein Molecular Interactions Involved in the Formation of Frankfurters: Effect of Fat Level and Heating Rate." *Meat Science* 49 (4): 411–23. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(98\)00006-0](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(98)00006-0).
- Correia, L. R., and G. S. Mittal. 1991. "Gelation Kinetics of Meat Emulsions Containing Various Fillers during Cooking." *Journal of Food Process Engineering* 14 (1): 35–49. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.1991.tb00080.x>.
- Cross, H. R., R. Moen, and M. S. Stanfield. 1978. *Training and Testing of Judges for Sensory Analysis of Meat Quality*. Food Technology.
- Delaš, I. 2011. Benefits and hazards of fat-free diets. *Trends in Food Science & Technology*, 22(10), 576-582. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.08.008>
- Dondero, Marta, Valeria Figueroa, Ximena Morales, and Emilia Curotto. 2006. "Transglutaminase Effects on Gelation Capacity of Thermally Induced Beef Protein Gels." *Food Chemistry* 99 (3): 546–54. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.08.022>.
- Dutra, Monalisa Pereira, Glécia de Cássia Aleixo, Alcineia de Lemos Souza Ramos, Maurício Henriques Louzada Silva, Marcio Tadeu Pereira, Roberta Hilsdorf Piccoli, and Eduardo Mendes Ramos. 2016. "Use of Gamma Radiation on Control of Clostridium Botulinum in Mortadella Formulated with Different Nitrite Levels." *Radiation Physics and Chemistry* 119 (February): 125–29. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2015.10.008>.

- Dziezak, J.D. 1991. "A Focus on Gums." *Food Technology* 45 (3): 116-132.
- Ellinger, R.H. 1972. *Phosphates in Food Processing*. 2nd ed. Vol. 1. CRC Handbook of Food Additives.
- Comissão Europeia. 2008. "Regulamento (CE) Decreto-Lei N.º 1333/2008."
- Comunidade Europeia. 2004. "Regulamento (CE) N.º 853/2004 DO Parlamento Europeu e do Conselho."
- FAO. 1985. "Small-Scale Sausage Production." [Www.fao.org](http://www.fao.org). 1985. <http://www.fao.org/3/x6556e/x6556e00.htm>.
- Felisberto, Mária Herminia Ferrari, Maria Teresa Esteves Lopes Galvão, Carolina Siqueira Franco Picone, Rosiane Lopes Cunha, and Marise Aparecida Rodrigues Pollonio. 2015. "Effect of Prebiotic Ingredients on the Rheological Properties and Microstructure of Reduced-Sodium and Low-Fat Meat Emulsions." *LWT - Food Science and Technology* 60 (1): 148–55. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.08.004>.
- Foegeding, E. A., and S. R. Ramsey. 1986. "Effect of Gums on Low-Fat Meat Batters." *Journal of Food Science* 51 (1): 33–36. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1986.tb10829.x>.
- Food, M&S. 2020. #Salamimilano Instagram Posts (Photos and Videos) - Picuki.com. [Www.picuki.com](http://www.picuki.com). <https://www.picuki.com/tag/salamimilano>.
- García-García, Elizabeth, and Alfonso Totosaus. 2008. "Low-Fat Sodium-Reduced Sausages: Effect of the Interaction between Locust Bean Gum, Potato Starch and  $\kappa$ -Carrageenan by a Mixture Design Approach." *Meat Science* 78 (4): 406–13. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.003>.
- Giese, J. 1996. *Gorduras, Óleos E Substitutos de Gordura*. 50th ed. Vol. 4. Tecnologia de Alimentos.
- Gonçalves, Carla. 2019. *Salsichas e o Seu Processamento*. Montalva.
- Gullón, Patricia, Gonzalo Astray, Beatriz Gullón, Daniel Franco, Paulo Cezar Bastianello Campagnol, and José M Lorenzo. 2021. "Inclusion of Seaweeds as Healthy Approach to Formulate New Low-Salt Meat Products." *Current Opinion in Food Science* 40 (August): 20–25. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.05.005>.
- Hargett, S. M., T. N. Blumer, D. D. Hamann, J. T. Keeton, and R. J. Monroe. 1980. "EFFECT of Sodium Acid Pyrophosphate on Sensory, Chemical, and Physical Properties of Frankfurters." *Journal of Food Science* 45 (4): 905–11. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1980.tb07476.x>.
- Hélio Pereira. 2016. "Águas de Alenquer, S.A." [Aguasdealenquer.pt](http://aguasdealenquer.pt). 2016. <https://www.aguasdealenquer.pt/pages/27-dureza-da-agua?locale=pt>.
- Herrero, A.M., M.I. Cambero, J.A. Ordóñez, L. de la Hoz, and P. Carmona. 2008. "Raman

- Spectroscopy Study of the Structural Effect of Microbial Transglutaminase on Meat Systems and Its Relationship with Textural Characteristics." *Food Chemistry* 109 (1): 25–32. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.12.003>.
- Hollingsworth, P. 1996. "Sensory Testing and the Language of the Consumer 65-69." *Food Technology* 50 (2): 65–69.
- Hudnell, M.I., S.L Connor, and W.E. Connor. 1991. "Position of the American Dietetic Association: Fat Replacement 1285." *Journal of the American Dietetic Association* 9 (1285).
- Huffman, D.L., and W.R. Egbert. 1990. "Advances in Lean Ground Beef Production." In *Alabama Agricultural Experimental Station Bulletin No. 606*. Auburn University of Alabama.
- Inguglia, Elena S., Zhihang Zhang, Brijesh K. Tiwari, Joseph P. Kerry, and Catherine M. Burgess. 2017. "Salt Reduction Strategies in Processed Meat Products – a Review." *Trends in Food Science & Technology* 59 (January): 70–78. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.10.016>.
- IOM (Institute of Medicine). 2010. *Strategies to Reduce Sodium Intake in the United States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- ISO 8586, Norma Portuguesa. 2001. *Guia Geral Para a Seleção, Treino E Controlo Dos Provadores*.
- Iwasaki, Tomohito, Yasuyuki Masuda, Yasuhiro Hasegawa, and Naoyuki Maeda. 2018. "Effect of Actomyosin Form Extracted from Skeletal Fast Muscle on the Structural and Rheological Properties of Heat-Induced Gels." *Food Structure* 15 (1–8). <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2018.01.001>.
- Jiménez Colmenero, F. 2002. "Muscle Protein Gelation by Combined Use of High Pressure/Temperature." *Trends in Food Science & Technology* 13 (1): 22–30. [https://doi.org/10.1016/s0924-2244\(02\)00024-9](https://doi.org/10.1016/s0924-2244(02)00024-9).
- Knipe, C.L. 1982. "Effects of Inorganic Polyphosphates on Reduced Sodium and Conventional Meat Emulsion Characteristics." Ph.D. thesis, Iowa State Univ., Ames, IA.
- Koch, Landfleischerei. 2020. *Kasseler Kochwurst (Fleischwurst) Im Ring*. Landfleischerei Koch Onlineshop. <https://wurstehimmel.shop/aus-der-wurstekueche/81/kasseler-kochwurst-fleischwurst-im-ring>.
- Kumar, Yogesh. 2019. "Development of Low-Fat/Reduced-Fat Processed Meat Products Using Fat Replacers and Analogues." *Food Reviews International*, December, 1–17. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1704001>.
- Landívar, E. G. 2001. *Bases Psicofisiológicas Del Análisis Sensorial: El Gusto Y El Olfato*, In: *Análisis Sensorial de Alimentos. Métodos E Aplicaciones*, Ibáñez, C., Barcina, E. (Ed). Springer, Barcelona, Pp 14 – 47. 2001. Edited by C. Ibáñez and E. Barcina. Métodos e aplicaciones.

Springer, Barcelona.

- Lee, C. M., R. J. Carroll, and A. Abdollahi. 1981. "A Microscopical Study of the Structure of Meat Emulsions and Its Relationship to Thermal Stability." *Journal of Food Science* 46 (6): 1789–93. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1981.tb04486.x>.
- Li, Jeng-Yune, and An-I Yeh. 2003. "Effects of Starch Properties on Rheological Characteristics of Starch/Meat Complexes." *Journal of Food Engineering* 57 (3): 287–94. [https://doi.org/10.1016/s0260-8774\(02\)00309-6](https://doi.org/10.1016/s0260-8774(02)00309-6).
- Loneragan, Steven M., David G. Topel, and Dennis N. Marple. 2019. "Sausage Processing and Production." *The Science of Animal Growth and Meat Technology* 14 (229): 229–53. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815277-5.00014-7>.
- López-Mata, Fernando A, José J Valencia-López, and Luis Medina-Torres. 2016. "Modelado de La Transferencia de Calor En El Tratamiento Térmico de Productos Enlatados." *Información Tecnológica* 27 (6): 85–94. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642016000600009>.
- López-Pedrouso, María, José M Lorenzo, Beatriz Gullón, Paulo Cezar Bastianello Campagnol, and Daniel Franco. 2021. "Novel Strategy for Developing Healthy Meat Products Replacing Saturated Fat with Oleogels." *Current Opinion in Food Science* 40 (August): 40–45. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.06.003>.
- Macedo, R. E. F., R Jr. S. B Pflanze, N.N Terra, and R. J. S. Freitas, 2008. "Desenvolvimento de Embutido Fermentado Por Lactobacillus Probióticos: Características de Qualidade." *Rev. Ciências Tecnol. Alimentos, Campinas* 28(3) (509-519).
- Martin, Christophe, Christine Lange, and Stéphan Marette. 2021. "Importance of Additional Information, as a Complement to Information Coming from Packaging, to Promote Meat Substitutes: A Case Study on a Sausage Based on Vegetable Proteins." *Food Quality and Preference* 87 (104058): 104058. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104058>.
- Mittal, G. S., and S. Barbut. 1994. *Effects of Fat Reduction on Frankfurters' Physical and Sensory Characteristics*. Vol. 27. Food Research International.
- Mittal, G. S., J. L. Blaisdell, and F. L. Herum. 2007. "Moisture Mobility in Meat Emulsion during Cooking." *International Journal of Food Science & Technology* 17 (6): 709–17. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1982.tb00231.x>.
- Mittal, G.S., J.L. Blaisdell, and F.L. Herum. 1983. "Moisture Mobility in Meat Emulsion during Thermal Processing: Analysis of Slab Moisture Profile." *Meat Science* 9 (1): 15–32. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(83\)90051-7](https://doi.org/10.1016/0309-1740(83)90051-7).
- Mohamed, Hussein MH, Mohamed MT Emara, and Taha M Nouman. 2015. "Effect of Cooking

- Temperatures on Characteristics and Microstructure of Camel Meat Emulsion Sausages." *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96 (9): 2990–97. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7468>.
- Moleski, S. M., Shah, A., Durney, P., Matthews, M., Kaushal, G., Smith, C., ... & DiMarino, A. J. 2021. Symptoms of gluten ingestion in patients with non-celiac gluten sensitivity: A randomized clinical trial. *Nutrition*, 81, 110944.
- Montalva, G. 2020. "Grupo Montalva - Historia." [Www.grupomontalva.pt](http://www.grupomontalva.pt). 2020. <https://www.grupomontalva.pt/pt/pagina/2/historia/>.
- Montalva, Grupo. 2008. Manual da Qualidade e Segurança Alimentar, issued 2008. 2018.
- Muguruma, M., K. Tsuruoka, K. Katayama, Y. Erwanto, S. Kawahara, K. Yamauchi, S.K. Sathe, and T. Soeda. 2003. "Soybean and Milk Proteins Modified by Transglutaminase Improves Chicken Sausage Texture Even at Reduced Levels of Phosphate." *Meat Science* 63 (2): 191–97. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(02\)00070-0](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(02)00070-0).
- Nonaka, Masahiko, Haruo Tanaka, Atsusi Okiyama, Masao Motoki, Hiroyasu Ando, Koichi Umeda, and Akira Matsuura. 1989. "Polymerization of Several Proteins by Ca<sup>2+</sup>-Independent Transglutaminase Derived from Microorganisms." *Agricultural and Biological Chemistry* 53 (10): 2619–23. <https://doi.org/10.1080/00021369.1989.10869736>.
- Noronha, Prof. J. F. 2003. "Análise Sensorial - Metodologia, Material de Apoio Às Aulas de Análise Sensorial." Escola Superior Agrária de Coimbra, 2003.
- Oliveira, M. S. R. 1999. "Utilização de Carne Mecanicamente Separada (CMS) Na Produção de Salame Cozido." Dissertação de mestrado, UFSM, Santa Maria.
- Olivo, R., and L. G. T. Ribeiro. 2018. "New Concepts on Nitrates and Nitrites." *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research - BJSCR* 24 (3): 115–25.
- Ordóñez, Juan A., Eva M. Hierro, Jose M. Bruna, and Lorenzo de la Hoz. 1999. "Changes in the Components of Dry-Fermented Sausages during Ripening." *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 39 (4): 329–67. <https://doi.org/10.1080/10408699991279204>.
- Pernu, Noora, Riikka Keto-Timonen, Miia Lindström, and Hannu Korkeala. 2020. "High Prevalence of Clostridium Botulinum in Vegetarian Sausages." *Food Microbiology* 91 (103512): 103512. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2020.103512>.
- Petrucelli, Silvana, and Maria Cristina Anon. 1995. "Soy Protein Isolate Components and Their Interactions." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43 (7): 1762–67. <https://doi.org/10.1021/jf00055a004>.
- Peynaud, É., and J. Blouin. 1997. *O Gosto Do Vinho. O Grande Livro Da Prova*. Litexa, Lisboa.
- Pinton, Mariana Basso, Bibiana Alves dos Santos, José Manuel Lorenzo, Alexandre José

- Cichoski, Caroline Pagnossim Boeira, and Paulo Cezar Bastianello Campagnol. 2021. "Green Technologies as a Strategy to Reduce NaCl and Phosphate in Meat Products: An Overview." *Current Opinion in Food Science* 40 (August): 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.03.011>.
- Portugal Food, Webinar. 2020. "Food Trends." In *Portugal Food*.
- Proteste, Deco. 2016. *Salsichas Frescas: Poucas São Recomendáveis. Deco Proteste*. <https://www.deco.proteste.pt/alimentacao/seguranca-alimentar/noticias/salsichas-frescas-poucas-sao-recomendaveis#>.
- Qualidade, Direcção. 2018. Instrução de Trabalho, issued December 19, 2018.
- Qualidade, I P. 2006. *Salsicha Tipo Frankfurt Definição E Características*. Vol. NP 724.
- Qualidade, Inst. Portugues. 2013. *Carnes E Produtos Corneas, Salsichas Alema, Definição E Características*. Vol. PN 4497.
- Qualidade, Instituto Portugues. 2000. *Decreto-Lei N° 193/2000*.
- Ramirez-Suarez, J.C., and Y.L. Xiong. 2002. "Transglutaminase Cross-Linking of Whey/Myofibrillar Proteins and the Effect on Protein Gelation." *Journal of Food Science* 67 (8): 2885–91. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb08833.x>.
- Ramirez-Suarez, J. 2003. "Effect of Transglutaminase-Induced Cross-Linking on Gelation of Myofibrillar/Soy Protein Mixtures\*1." *Meat Science* 65 (2): 899–907. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(02\)00297-8](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(02)00297-8).
- Rao, G.S., P.R.S. Moorthy, and A.J. Babu. 2011. "Process Optimization for the Development of Chicken Sausages with Spent Chicken Meat and Offals." *Tamilnadu J. Veterinary & Animal Sciences* 7 (2): 64–70.
- Ribeiro, A. T. U. M. 2001. "Preparação de Salsichas com Polpa de Sardinha e Óleo de FÍGADO de Bacalhau. Valor Nutritivo, Características Físicas e Sensoriais." Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico Santarem. <https://repositorio.ipsantarem.pt/bitstream/10400.15/865/1/PDF%20MESTRADO%20A T.pdf>.
- Sandrou, DK, and IS Arvanitoyannis. 2000. "Alimentos de Baixo Teor de Gordura / Calorias: Estado Atual E Perspectivas." *CRC Criticai Reviews in Food Science and Nutrition* 40 (5): 427–47.
- Sañudo, C. 1992. *La Calidad Organoléptica de La Carne Com Especial Referencia a La Especie Ovina: Factores Que La Determinan, Métodos de Medida E Causas de Variación. Curso Internacional de Producción Ovina*. SIA, Zaragoza.
- Sarıçoban, Cemalettin, Mustafa Tahsin Yılmaz, Mustafa Karakaya, and Sümeyra Sultan Tiske.

2010. "The Effect of Different Levels of Sunflower Head Pith Addition on the Properties of Model System Emulsions Prepared from Fresh and Frozen Beef." *Meat Science* 84 (1): 186–95. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.08.046>.
- Savell, J.W., and H.R. Cross. 1986. *The Role of Fat in Thepalatability of Beef, Pork, and Lamb* 1-4. Meat Research Update.
- Sellas, M. C., de Souza, D. L., Vila-Martí, A., & Torres-Moreno, M. 2021. "Effect of pork back-fat reduction and substitution with texturized pea protein on acceptability and sensory characteristics of dry fermented sausages". *CyTA-Journal of Food*, 19(1), 429-439. <https://doi.org/10.1080/19476337.2021.1912188>.
- Shand, P.J. 2000. "Textural, Water Holding, and Sensory Properties of Low-Fat Pork Bologna with Normal or Waxy Starch Hull-Less Barley." *Journal of Food Science* 65 (1): 101–7. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb15963.x>.
- Shults, G. W., D. R. Russell, and E. Wierbicki. 1972. "Effect of Condensed Phosphates on PH, Swelling and Water-Holding Capacity of Beef." *Journal of Food Science* 37 (6): 860–64. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1972.tb03688.x>.
- Siegrist, Michael, Vivianne H.M. Visschers, and Christina Hartmann. 2015. *Factors Influencing Changes in Sustainability Perception of Various Food Behaviors: Results of a Longitudinal Study. Food Quality and Preference*. Vol. 46. Food Quality and Preference. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.07.006>.
- Spicer, Samuel S. 1952. "The Relation between the Magnesium-Pyrophosphate Complex and the Actomyosin Reaction to Adenosinetriphosphate." *Journal of Biological Chemistry* 199 (1): 301–5. [https://doi.org/10.1016/s0021-9258\(18\)44837-5](https://doi.org/10.1016/s0021-9258(18)44837-5).
- STONE, H. 1999. "Sensory Evaluation: Science End Mythology 53:124." *Food Technology* 53 (124).
- Sun, X. D., and R. A. Holley. 2010a. "Factors Influencing Gel Formation by Myofibrillar Proteins in Muscle Foods." *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 10 (1): 33–51. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00137.x>.
- Sun, Xiang Dong, and Richard A. Holley. 2010b. "High Hydrostatic Pressure Effects on the Texture of Meat and Meat Products." *Journal of Food Science* 75 (1): R17–23. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01449.x>.
- Terrell, R. N., and J. A. Brown. 1981. "Salt, Water and Oilseed Proteins Affect Brine Content of Sausages." *Journal of Food Protection* 44 (1): 43–46. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-44.1.43>.
- Thangavelu, Karthikeyan P., Joseph P. Kerry, Brijesh K. Tiwari, and Ciara K. McDonnell. 2019. "Novel Processing Technologies and Ingredient Strategies for the Reduction of

- Phosphate Additives in Processed Meat." *Trends in Food Science & Technology* 94 (December): 43–53. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.10.001>.
- Theno, D. M., and G. R. Schmidt. 1978. "Microstructural Comparisons of Three Commercial Frankfurters." *Journal of Food Science* 43 (3): 845–48. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1978.tb02436.x>.
- Trout, G.R., and G.R Schmidt. 1983. "Utilization of Phosphates in Meat Products." *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* September (48-50,60-61,65,67): 48.
- UFSM, Universidade Federal De Santa Maria. 2020. "Webinar | Produtos Cárneos & Saudabilidade: Desafios E Oportunidades." [Www.youtube.com](http://www.youtube.com). July 23, 2020. [https://www.youtube.com/watch?v=\\_o7N\\_jJc\\_tE](https://www.youtube.com/watch?v=_o7N_jJc_tE).
- Utsumi, S., H. Inaba, and T. Mori. 1981. "Heterogeneity of Soybean Glycinin." *Phytochemistry* 20 (4): 585–89. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(81\)85138-2](https://doi.org/10.1016/0031-9422(81)85138-2).
- Wallingford, L., and T.P. Labuza. 1983. "Evaluation of the Water Binding Properties of Food Hydrocolloids by Physical/Chemical Methods and in a Low Fat Meat Emulsion." *Journal of Food Science* 48 (1).
- Warris, P. 1995. *Métodos Para Evaluar La Calidad de La Carne de Cerdo*. Vol. 2. Carne Tec.
- Weinrich, Ramona. 2019. "Opportunities for the Adoption of Health-Based Sustainable Dietary Patterns: A Review on Consumer Research of Meat Substitutes." *Sustainability* 11 (15): 4028. <https://doi.org/10.3390/su11154028>.
- Wheeler, T. L., J. W. Savell, H. R. Cross, D. K. Lunt, and S. B. Smith. 1990. "Mechanisms Associated with the Variation in Tenderness of Meat from Brahman and Hereford Cattle." *Journal of Animal Science* 68 (12): 4206–20. <https://doi.org/10.2527/1990.68124206x>.
- Whiting, R. C. 1984. "Addition of Phosphates, Proteins, and Gums to Reduced-Salt Frankfurter Batters." *Journal of Food Science* 49 (5): 1355–57. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1984.tb14989.x>.
- Wikipedia Contributors. 2019. *Salami*. *Wikipedia*. Wikimedia Foundation. <https://en.wikipedia.org/wiki/Salami>.
- Yasui, Tsutomu, Makoto Ishioroshi, and Kunihiko Samejima. 1982. "Effect of Actomyosin on Heat-Induced Gelation of Myosin." *Agricultural and Biological Chemistry* 46 (4): 1049–59. <https://doi.org/10.1271/bbb1961.46.1049>.
- Yegin, S., Kopec, A., Kitts, D. D., & Zawistowski, J. 2020. Dietary fiber: A functional food ingredient with physiological benefits. *In Dietary Sugar, Salt and Fat in Human Health* (pp. 531-555). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816918-6.00024-X>.

Zhang, Yawei, Zhanggui Wang, Zengqi Peng, Hongguo Jin, Rong-rong Wang, and Yao Yao. 2013. "Distribution of Fat Droplets/Particles and Protein Film Components in Batters of Lean and Back Fat Produced under Controlled Shear Conditions." *CyTA - Journal of Food* 11 (4): 352–58. <https://doi.org/10.1080/19476337.2013.770075>.

## ANEXO I

**DATA:**

**Sexo:** \_\_\_\_\_ **Idade:** \_\_\_\_\_

**OBJECTIVO:** Avaliar as duas amostras, relativamente aos parâmetros definidos.

É importante que durante a sessão de provas não se manifeste sobre os produtos junto dos outros provadores.

### 1. Com que regularidade (em média) consome?

- Mais de 2 vezes por mês
- 1 ou 2 vezes por mês
- Menos de 1 vez por mês, mas mais que 2 vezes por ano
- 1 ou 2 vezes por ano
- Nunca

### 2. Pontue cada parâmetro, de acordo com o grau de importância, numa escala de 1 a 6 em que:

**1 – Muito Mau; 2- Mau; 3- Indiferente; 4- Moderadamente bom; 5- Bom; 6 – Muito Bom**

PARÂMETROS	A	B
ASPETO		
COR		
AROMA		
SABOR		
SAL		
TEXTURA		

### 3. ESCOLHA A AMOSTRA PREFERIDA

---

	Amostra A <input type="checkbox"/>	Amostra B <input type="checkbox"/>
Qual o aspeto <b>mais</b> positivo na <b>amostra preferida</b> ?		
Qual o aspeto <b>menos</b> positivo na <b>amostra preferida</b> ?		
Outros Comentários:		

#### 4. INTENÇÃO DE COMPRA

Amostra	De certeza que não compraria	Provavelmente não compraria	Não sei se compraria	Provavelmente compraria	De certeza que compraria
A					
B					

Outras Observações:

## Anexo II

DATA:

Sexo. \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

**OBJECTIVO:** Verificar a existência ou não de diferenças entre as amostras.

**PROCEDIMENTO:** Prove as amostras da esquerda para a direita. Duas amostras são semelhantes e uma é diferente. No espaço em baixo indique qual a amostra que é diferente das outras, e a preferência da amostra.

Utilize o espaço reservado para as observações para referir **se a escolha foi ao acaso** ou outros comentários que considere importantes.

É importante que durante a sessão de provas não se manifeste sobre os produtos junto dos outros provadores.

Qual é a amostra diferente? (marque uma cruz)

1	2	3

Qual a Preferida? (marque uma cruz)

1	2	3

Observações: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_