



**CATÓLICA**  
UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA | PORTO

---

**OTIMIZAÇÃO DA QUALIDADE DA MORTADELA  
COM ADIÇÃO DE QUITOSANA**

Por  
Daniel Ganilho

Setembro de 2015





**CATÓLICA**  
UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA | PORTO

---

## **OPTIMIZAÇÃO DA QUALIDADE DA MORTELA COM ADIÇÃO DE QUITOSANA**

Relatório de Estágio apresentado à Escola Superior de Biotecnologia da Universidade  
Católica Portuguesa para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Alimentar

Por:  
Daniel Fernando Monteiro da Silva Ganilho

Local: Primor

Orientadora local: Engenheira Mónica Loureiro

Orientadora ESB: Professora Manuela Pintado

Setembro de 2015

## **Agradecimentos**

No início de cada jornada académica, toda a gente anseia pelo fim. Contudo quando este chega fica a nostalgia de bons momentos passados e pessoas que nos ajudaram a terminar com sucesso esta jornada.

Primeiro quero agradecer a Deus por toda a força que me deu e acima de tudo por nunca me ter desamparado nos momentos mais incertos, e colocando pessoas que sempre deram-me a mão na altura que precisei.

Quero agradecer à minha família, à minha mãe, irmã, e pai por ter-me dado a oportunidade de estudar e motivado para isso e sempre levar com o mau feitio em momentos de maior tensão.

Quero agradecer à Professora Manuela Pintado por toda a ajuda prestada e sempre com uma palavra amiga e de simpatia.

Também não posso esquecer da engenheira Mónica Loureiro por todo o carinho e toda a ajuda prestada no tempo em que estagiei na Primor.

Ao meu colega Pedro Gomes por ter-me acompanhado no estágio na Primor.

Quero agradecer a todos os meus colegas de laboratório nomeadamente ao contingente brasileiro Débora Amaral, Glenise e Bárbara Nascimento por toda a ajuda prestada e terem acompanhado em todo o processo experimental, mas também ao contingente português por toda a simpatia e paciência.

*Pouco antes da sua queda, o coração do homem se enche de arrogância;  
a humildade, contudo, antecede a honra!*

*Provérbios 18:12*

## Resumo

A recente alegação de saúde permitida pela EFSA do efeito hipocolesterolémico da quitosana quando consumido em concentrações de 3 g/dia, abriu a possibilidade de desenvolver novos alimentos funcionais. Além disso, estudos crescentes de quitosana como polissacarídeo antimicrobiano alimentar com características antioxidantes aumentam o potencial deste ingrediente no desenvolvimento de novos alimentos. A mortadela é um produto muito consumido pela comunidade portuguesa, com matriz complexa e com necessidade de melhoria de imagem nutricional em particular na redução do teor de gordura.

Assim o desafio proposto neste trabalho, consiste em desenvolver uma mortadela com incorporação de 3 g de quitosana numa dose diária e com perfil nutricional melhorado pela redução de gordura, que permita a alegação do efeito hipocolesterolémico da quitosana. Além disso, o impacto da redução de gordura e adição da quitosana na qualidade da mortadela e estabilidade microbiológica, ao longo do período de armazenamento, também foi avaliado. A quitosana utilizada foi a de origem fúngica de alto peso molecular para minimizar o impacto sensorial do produto e evitar o de origem de camarão pelas implicações de alergenicidade associadas.

Neste trabalho desenvolveram-se três formulações de mortadela, a primeira com a formulação de mercado da empresa, a segunda com redução de 30% de gordura e adição de quitosana (1.5 g/100 g) e a terceira formulação apenas com a redução do conteúdo em gordura em 30%. As mortadelas desenvolvidas foram armazenadas a 4 °C durante 180 dias e durante esse período foram avaliadas as características microbiológicas, físico-químicas (cor, textura, pH, teor de humidade e atividade da água) e sensoriais. A quitosana não alterou significativamente as qualidades do produto relativamente às propriedades intrínsecas do mesmo, obtendo assim uma mortadela com uma formulação com alegação com teor reduzido de gordura, e com uma melhor avaliação por parte do painel sensorial.

Assim sob o ponto de vista comercial, a solução proposta permite a empresa criar um produto com melhor qualidade sensorial do que o atual, mas com teor reduzido de gordura, e com efeito hipocolesterolémico, indo de encontro às necessidades do consumidor atual.

## Summary

The recent approval by the EFSA regarding the hypocholesterolemic effect of chitosan when ingested in an amount of 3g per day, allowed the possibility of developing new functional foods. Furthermore, the increasing number of studies of chitosan as an antimicrobial polysaccharide, a compound with antioxidant characteristics increased this ingredients' potential in the development of new foods. *Mortadella* is a highly consumed product by the Portuguese community with a complex matrix and in need of an improved nutritional image particularly in regards to its fat content.

Thus, the goal of this work was to develop a *mortadella* with an incorporation of 3 g of chitosan in a daily dose and with an improved nutritional profile by a reduction of fat content, which conveys the health claim regarding chitosan's hypocholesterolemic effect. Furthermore, the impact caused by the reduction of fat and the addition of chitosan on the *mortadella's* quality and its microbiological stability were also assessed.

The chitosan used was of fungal origin with high molecular weight in order to minimize the products' sensory impact and avoid chitosan obtained from shrimp to circumvent the allergenic implications associated with it.

In this work three different *mortadela* formulations were developed, the first one included the company's market formulation, the second one had a 30% fat reduction and addition of chitosan (1.5 g/100 g) and the third formulation only had had a 30% fat reduction . The *mortadela* samples were stored at a temperature of 4 °C for 180 days and during this period their microbiological, physical chemistry (color, texture, pH, and humidity content and water activity) and sensory characteristics were assessed. The chitosan did not significantly alter the products' qualities regarding its intrinsic properties, thus obtaining a *mortadela* with a formulation that permitted a health claim, with reduced level of fat and a better appreciation by the sensory panel. Thus under a commercial point of view, the company would be able to produce a product with a better sensory quality than the current product, but with a lower level of fat and a health claim of hypocholesterolemic effect and so responding to the demand of current consumer.

# Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo .....	iii
Abstract .....	iv
<b>1 Introdução</b>	
<b>1.1 Mortadela.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Obtenção da quitosana.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Contexto histórico .....</b>	<b>5</b>
<b>1.4 Características da quitosana .....</b>	<b>6</b>
<b>1.4.1 Solubilidade.....</b>	<b>6</b>
<b>1.4.2 Peso molecular e Grau de desacetilação da quitosana .....</b>	<b>6</b>
<b>1.4.3 Estabilidade térmica.....</b>	<b>7</b>
<b>1.5 Propriedades da quitosana.....</b>	<b>8</b>
<b>1.5.1 Revestimento de filmes.....</b>	<b>8</b>
<b>1.5.2 Propriedades antioxidantes.....</b>	<b>9</b>
<b>1.5.3 Propriedades antimicrobianas.....</b>	<b>9</b>
<b>1.5.4 Efeito na absorção de lípidos.....</b>	<b>10</b>
<b>1.5.5 Efeito hipocolesterolémico .....</b>	<b>10</b>
<b>1.6 Alegações EFSA.....</b>	<b>11</b>
<b>1.6.1 Efeito hipocolesterolémico.....</b>	<b>11</b>
<b>1.6.2 Trânsito intestinal.....</b>	<b>11</b>
<b>1.6.3 Redução de inflamação .....</b>	<b>12</b>
<b>1.6.4 Redução do peso corporal.....</b>	<b>12</b>
<b>1.7 Quitosana em produtos cárneos.....</b>	<b>12</b>
<b>2 Empresa.....</b>	<b>14</b>
<b>3 Objetivo do trabalho.....</b>	<b>16</b>

<b>4 Materiais e métodos.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1 Formulação da mortadela.....</b>	<b>17</b>
<b>4.2 Processamento.....</b>	<b>21</b>
<b>4.3 Contagens microbiológicas.....</b>	<b>24</b>
<b>4.4 Determinação da humidade.....</b>	<b>25</b>
<b>4.5 Determinação da atividade da água.....</b>	<b>26</b>
<b>4.6 Determinação da peroxidação lipídica .....</b>	<b>27</b>
<b>4.7 Determinação de textura .....</b>	<b>27</b>
<b>4.8 Análise sensorial.....</b>	<b>28</b>
<b>4.9 pH.....</b>	<b>28</b>
<b>5 Resultados e discussão.....</b>	<b>29</b>
<b>5.1 Análises microbiológicas.....</b>	<b>30</b>
<b>5.2 Humidade.....</b>	<b>35</b>
<b>5.3 Atividade da água.....</b>	<b>37</b>
<b>5.4 pH.....</b>	<b>39</b>
<b>5.5 Cor.....</b>	<b>41</b>
<b>5.5.1 Luminosidade.....</b>	<b>41</b>
<b>5.5.2 Intensidade da cor vermelha.....</b>	<b>43</b>
<b>5.5.3 Intensidade da cor amarela.....</b>	<b>45</b>
<b>5.6 Textura.....</b>	<b>47</b>
<b>5.6.1 Firmeza.....</b>	<b>47</b>
<b>5.6.2 Coesividade.....</b>	<b>48</b>
<b>5.6.3 Elasticidade.....</b>	<b>49</b>
<b>5.6.4 Mastigabilidade.....</b>	<b>51</b>
<b>5.7 Determinação oxidação redução.....</b>	<b>52</b>
<b>5.8 Análise sensorial.....</b>	<b>54</b>
<b>6 Conclusão.....</b>	<b>57</b>

<b>7 Trabalhos futuros .....</b>	<b>58</b>
<b>8 Anexo 1 .....</b>	<b>59</b>
<b>9 Bibliografia .....</b>	<b>60</b>

## **Índice de tabelas:**

**Tabela 1: Formulação da mortadela normal- Ingredientes cárneos.**

**Tabela 2: Formulação da mortadela normal- Ingredientes da salmoura.**

**Tabela 3: Formulação da mortadela com quitosana- Ingredientes cárneos.**

**Tabela 4: Formulação da mortadela com quitosana- Ingredientes da salmoura.**

**Tabela 5: Formulação da mortadela com redução de gordura- Ingredientes cárneos.**

**Tabela 6: Formulação da mortadela com redução de gordura- Ingredientes de salmoura.**

**Tabela 7: Dados dos ensaios microbiológicos.**

**Tabela 8: Número médio de microrganismos mesófilos totais (UFC/gr) nas mortadelas formuladas.**

**Tabela 9: Número médio de *Pseudomonas* (UFC/gr) nas mortadelas formuladas.**

**Tabela 10: Número médio de *Pseudomonas* (UFC/gr) nas mortadelas formuladas.**

**Tabela 11: Número médio de psicrófilos (UFC/ gr) nas mortadelas formuladas.**

**Tabela 12: Valores médios e desvio padrão da humidade da mortadela obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.**

**Tabela 13: Coeficientes de variação para os valores da humidade.**

**Tabela 14: Valores médios do pH de mortadela e desvio padrão para as 3 formulações ao longo do tempo de armazenamento.**

**Tabela 15: Valores do coeficiente de variação do pH obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.**

**Tabela 16: Valores médios e desvio padrão da luminosidade obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.**

**Tabela 17: Valores do coeficiente de variação dos resultados de luminosidade obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.**

**Tabela 18: Valores médios e desvio padrão da intensidade da cor vermelha ( $a^*$ ) obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.**

**Tabela 19: Coeficientes de variação da intensidade da cor vermelha ( $a^*$ ) obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.**

**Tabela 20: Valores médios e desvio padrão da intensidade da cor amarela ( $b^*$ ) obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.**

**Tabela 21: Valores do coeficiente de variação da cor amarela ( $b^*$ ) obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.**

**Tabela 22: Valores médio de firmeza (N) obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.**

**Tabela 23: Valores médios e desvio padrão de coesividade obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.**

**Tabela 24: Valores médios e desvio padrão da elasticidade obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.**

**Tabela 25: Valores médios e desvio padrão da mastigabilidade obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.**

**Tabela 26: Valores médios de análise mg TBARS/kg obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.**

**Tabela 27: Resultados de análise sensorial da mortadela com quitosana.**

**Tabela 28: Resultados de análise sensorial da mortadela com redução de gordura.**

### **Índice de figuras:**

**Figura 1: Esquema de obtenção da quitosana por desacetilação da quitina. Fonte: Airoidi, 2008.**

**Figura 2: Diagrama do processamento da mortadela.**

**Figura 3: Esquema de diluição da amostra para análise microbiológica.**

**Figura 4: Imagens da mortadela: Mortadela com redução de gordura, mortadela normal e mortadela com quitosana.**

**Figura 5: Valores da atividade da água ao longo do tempo de armazenamento.**

# 1 Introdução

## 1.1 Mortadela

A mortadela tem sido um produto muito estudado com interesse, devido à sua qualidade e apreciação por parte dos consumidores. Os aspetos mais estudados na mortadela incluem o tempo de conservação, a oxidação lipídica, características sensoriais do produto, bem como, a redução da quantidade de nitritos do produto. A mortadela nasceu no Império Romano há mais de dois mil anos de idade, sendo que alguns imperadores não passavam um dia sem consumi-la.

Por isso a mortadela está em variadas comidas italianas: antepastos, recheio de massas e até em molhos (Francieles, 2013).

Entende-se por mortadela “um produto cárneo industrializado, obtido de uma emulsão das carnes de animais de talho, acrescido ou não de toucinho, embutido em revestimento natural ou artificial, em diferentes formas e submetido a um tratamento térmico adequado” (Barreto, 2007). Segundo a Norma NP000720\_2009, mortadela é definida por enchido cozido e/ou fumado, constituído por carne e gordura das seguintes espécies: suíno, bovino, frango e peru, utilizada extemes ou em mistura, adicionadas de condimentos e aditivos e outros ingredientes facultativos.

A mortadela tem sido estudada em vários trabalhos, devido à qualidade do seu produto, mas surge a necessidade de reduzir o teor calórico e os níveis de gordura, e possibilidade de aumentar o tempo de vida útil do produto.

Oliveira e Stephan; (2012), estudaram o uso de óleos essenciais com redução dos valores de nitritos na mortadela, para vários parâmetros, oxidação lipídica, cor, contagem de *Clostridium perfringens*, concluindo que o uso de óleos essenciais favoreceu a atividade antioxidante do produto. Os parâmetros de cor também saíram beneficiados com adição de pequenas quantidades de óleo. O que sugere que o ideal sempre será a combinação dos óleos essenciais com pequenas quantidades de nitrito, visto que o uso exclusivamente de óleos essenciais tornou o produto indesejável em termos sensoriais.

Continuando na linha de redução dos nitritos, num estudo realizado por Al-Shuibi e Al-Abhullah; (2002), a substituição dos nitritos por sorbato. Mais uma vez chega-se a uma aceitação sensorial, contudo não foi estabelecida neste estudo uma relação entre as combinações de sorbato e nitritos com a redução de TBARS.

A adição de fibras em mortadela também foi estudado por Viuda-Martos (2010), chegando à conclusão que adição de fibras e óleos essenciais favorece a qualidade do produto ao nível sensorial, bem como traz benefícios na estabilidade oxidativa.

A quitosana é um polissacarídeo que tem vindo a ser estudado como ingrediente funcional em alimentos, possuindo características antioxidantes, antimicrobianas, e capacidade de retenção de água.

Com o objectivo de encontrar alternativa para reduzir o teor de gordura em produtos cárneos emulsionados, estudámos a quitosana, de forma avaliar as características essenciais no produto.

Para a redução de gordura torna-se essencial o aumento da quantidade de água, tendo como a quitosana o ingrediente funcional necessário.

O maior desafio deste trabalho passa pela redução da quantidade de gordura, mantendo todas as características sensoriais do produto, como textura, firmeza, suculência.

Segundo Ulloa (1999) retrata que a principal desvantagem da redução de gordura pelo aumento do teor de água nos produtos emulsionados, são as perdas do produto durante o cozimento. Contudo anteriormente no ano de 1990, Claus e Hunt citou que uma melhor massagem, do produto aumenta capacidade de retenção de água e interação proteína-proteína, tendo como objetivo diminuir o tempo de processamento e aumentar a uniformidade de cor, textura e distribuição de gordura, melhorando a qualidade dos produtos cárneos formados.

A mortadela com redução do teor de gordura com o aumento de teor de água, foi estudado e constatou-se que a mortadela, geralmente, é mais coesa, suculenta e mais escura, com maior tempo de cozimento e menor quantidade de água perdida na embalagem (Barreto, 2007).

## 1.2 Obtenção da quitosana

A quitina, é o segundo polissacarídeo mais abundante na natureza a seguir à celulose.

Existem várias fontes de quitina, nomeadamente os crustáceos como camarão, e a parede celular de alguns fungos (Rinaudo, 2006).

Os exoesqueletos dos crustáceos podem conter cerca de 15-20% de quitina e a parede celular de alguns fungos contém quitina. A quitina é um polímero composto pelas unidades monoméricas de  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4)-2-amino-2-desoxi-D-glicose e  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4)-2-acetamida-2-desoxi-D-glicose.

A quitosana é obtida a partir da reação de desacetilação da quitina em soluções alcalinas como por exemplo o NaOH, sob altas temperaturas, onde os grupos acetamido ( $\text{NHCOOH}_3$ ) da quitina são transformados, em grupos amina ( $\text{NH}_2$ ), originando a quitosana. Na reação, dependendo das condições alcalinas e temperaturas podemos obter graus variados de desacetilação.

Estruturalmente, a quitosana é um polissacarídeo catiónico que apresenta uma cadeia polimérica de aminoácidos e glicose, com estrutura química semelhante à celulose mas possuindo grupos amina (Damian, 2005).

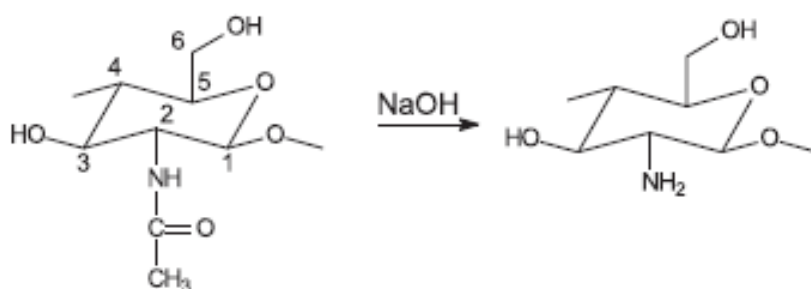


Figura 1: Esquema de obtenção da quitosana por desacetilação da quitina.

Fonte: Airoidi, 2008.

A quitina presente nos crustáceos está associada às proteínas, material inorgânico, pigmentos e lípidos. Ainda não existe um processo padrão para separar a quitina desses compostos mas pode-se envolver as seguintes etapas:

- Desproteíntização - eliminação das proteínas através da utilização de solventes tais como o NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, KOH;
- Desmineralização - tratamento com vários ácidos como o HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, sendo o HCl o mais utilizado;
- Despigméntação- Os exoesqueletos de crustáceos contêm pigmentos que não parecem estar complexados com materiais inorgânicos ou proteínas, pois não são eliminados durante o tratamento pela retirada de proteínas e na desmineralização. Eles podem ser eliminados pela extração com etanol ou acetona, depois do tratamento de desmineralização ou por branqueamento com uso de KMnO<sub>4</sub>, NaClO, SO<sub>2</sub>, NaHSO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ou H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Andrade, 2007).

### **1.3 Contexto histórico**

Em 1981 em seus trabalhos Braconnot, farmacêutico francês, isolou pela primeira vez a quitina em fungos.

Odier em 1823 isolou uma substância insolúvel da armadura ou carcaça de insectos, a qual chamou quitina. Ele relatou que isolou com soluções de KOH concentrado, tendo obtido possivelmente a quitosana, por ter sido tratada em meio alcalino e sofrer desacetilação (Knorr, 1991).

Por volta do ano 1970 veio a intensificar-se o estudo e aplicação da quitosana, e no ano seguinte produziu-se pela primeira vez industrialmente no Japão (Knorr, 1991).

Atualmente, este polissacarídeo tem tomado o destaque na investigação devido à vasta gama de aplicações que têm sido exploradas, como sejam na indústria alimentar, biomédica e cosmética. O Japão elegeu a quitosana como o material do século XXI, investindo elevada quantidade de recursos a nível científico e tecnológico neste polissacarídeo (Kobelke, 1990).

## **1.4 Características da quitosana**

### **1.4.1 Solubilidade**

A quitosana é um polissacarídeo insolúvel em água, em solventes orgânicos e em bases, sendo solúvel na maioria de ácidos orgânicos com pH inferior a 6.

Existem alguns ácidos inorgânicos diluídos, tais como ácido nítrico, clorídrico, perclórico, também usados para dissolver a quitosana, mas precisam de agitação e aquecimento para promover a dissolução.

A forma como é obtido o polissacarídeo, influencia a solubilidade em água. Por exemplo, caso a quitosana seja obtida de forma homogénea com um grau de desacetilação de 50% ela é solúvel em água.

A quitosana tem maior facilidade de dissolver-se do que a celulose, devido a presença de grupos amina (Damian & Beirão; 2005).

### **1.4.2 Peso molecular e grau de desacetilação da quitosana**

O peso molecular médio da quitosana é cerca de  $1,5 \times 10^5$  Da, e o seu grau de polimerização está entre 600 e 1800 e a percentagem de desacetilação é entre 60 e 80% (Damian & Beirão, 2005).

A quitosana associada ao seu processo de desacetilação pode originar pesos moleculares diferentes. Nos estudos realizados, a quitosana pode ser diferenciada em vários pesos moleculares, sendo os mais comuns o de alto peso molecular (c. de 600 KDa), médio peso molecular (c. de 400 KDa) e baixo peso molecular (c. de 150 KDa) ou oligossacarídeos (< 40 KDa).

A quitina sofre um processo de desacetilação para obter-se a quitosana. O grau de desacetilação determina o conteúdo de grupos amínicos livres no polissacarídeo diferenciando-o da quitina.

As variáveis de processamento, tais como, reagentes usados, temperatura, tempo de reação, influenciam propriedades como pureza, viscosidade, grau de desacetilação e peso molecular.

O grau de desacetilação pode variar entre 70 e 95%, dependendo da metodologia utilizada (Damian et al ; 2005).

Existem vários métodos descritos para realizar a desacetilação da quitosana.

O primeiro Muzzarelli (1996), utilizou aldeído salicílico e tratamentos prolongados com solução de NaOH. A percentagem de desacetilação sobe com o aumento de temperatura e maior tempo de exposição da quitina ao reagente.

Hayes e Davies (1978) determinaram o grau de desacetilação no qual a quitosana é dissolvida em excesso de HCl, 0,3 M. De seguida titula-se com NaOH e traça-se dois pontos de inflexão, o primeiro é a neutralização do HCl, o segundo, a desprotonação dos grupos amínicos, que corresponde ao volume de NaOH necessário para desprotonar os grupos amínicos.

Moore e Roberts (1980) utilizaram aldeído salicílico para reagir com os grupos amínicos livres. A quantidade de aldeído consumido foi determinado por análise espectroscópica da solução determinando o conteúdo de grupos amínicos.

O método de espectroscopia do infravermelho é mais eficiente na determinação do grau de desacetilação, comparado ao método de titulação (Damian & Beirão, 2005).

As propriedades funcionais da quitosana são muito influenciadas pelo peso molecular e grau de desacetilação, pelo que, devido à complexidade e variabilidade da quitosana no mercado, nos estudos das suas propriedades bioativas e tecnológicas é importante ter em conta o peso molecular e grau de desacetilação das quitosanas utilizadas nos testes.

### **1.4.3 Estabilidade térmica**

A quitosana é um copolímero, que devido às especiais propriedades físico-químicas e biológicas desse composto, tem tido considerada a sua aplicação na indústria alimentar.

A degradação térmica é uma reação que ocorre por quebra das ligações principais e secundárias da quitosana. A estabilidade térmica é a capacidade do polímero resistir a altas temperaturas e é perceptível a formação de produtos e cinética do processo.

Os polissacarídeos com baixo peso molecular e seus derivados têm mais estabilidade

térmica devido à maior presença de ligações C-C, sendo estas as ligações mais resistentes à degradação.

A estabilidade térmica da quitina aumenta com o grau de acetilação. Quando a forma acetilada prevalece, o efeito exotérmico aparece em 320 °C, enquanto que, na forma desacetilada o efeito ocorre a 280 °C (Damian & Beirão, 2005).

## **1.5 Propriedades da quitosana**

A quitosana é um polissacarídeo biodegradável, não tóxico, constituído por glucosamina que contém um grupo amino livre, formando um polímero catiónico, que confere propriedades especiais diferenciais.

Pois devido a esse facto a quitosana tem a capacidade de complexar várias moléculas como proteínas e lípidos.

### **1.5.1 Revestimento de filmes**

Entre as aplicações alimentares, a quitosana tem sido considerada como um polissacarídeo potencial para o revestimento de filmes comestíveis.

Este polissacarídeo aplicado em formulações de revestimento tem-se revelado muito eficaz na preservação de alimentos sobretudo pelas propriedades antimicrobianas (Sekigushi, 1994).

Existem muitos mecanismos que envolvem o prolongamento do tempo de prateleira de alimentos por revestimentos ou filmes comestíveis, como por exemplo:

- Inibir a transferência de humidade entre o produto e o meio que o rodeia;
- Diminuir a quantidade de oxigénio, controlando a taxa metabólica;
- Inibir a transferência de solutos, para o alimento (Gennadios & Weller, 1990).

Filmes com quitosana com incorporação de ácido acético e ácido propiónico foi testado em carnes processadas, tais como mortadela, na qual inibiu bactérias, tais como as *Enterobacteriaceae* e *S liquifaciens* (Blaise & Simard, 2000).

Em estudo realizado em rissóis de carne revestidos com filme de quitosana concluiu-se que reduz as contagens microbiológicas de carne. Contudo, a eficácia aumentou com a incorporação de polifenóis do chá verde. O estudo revelou-se também interessante no sentido que em termos de aceitação, revelou-se favorável o uso de quitosana com incorporação de polifenóis (Qin & Yang, 2013).

### **1.5.2 Propriedades antioxidantes**

Produto alimentares cárneos são altamente susceptíveis à formação de sabores estranhos e desenvolvimento de ranço, que é provocada pela oxidação dos lípidos (Shahidi & Arachchi, 1999).

Em estudos realizados observa-se que a quitosana possui por si só a capacidade antioxidante, para além de potenciar a capacidade antioxidante de óleos de plantas, como ficou demonstrado em estudos realizados com a glucose e óleos essenciais como hortelã e alecrim (Kannat & Chander, 2007).

Nos estudos realizados a quitosana não era testada em quantidade superior a 1%.

### **1.5.3 Propriedades antimicrobianas**

Em vários estudos realizados validou-se a atividade antimicrobiana da quitosana. A atividade antimicrobiana da quitosana deve-se à capacidade de esta se unir às várias moléculas existentes nas células (lípidos, proteínas) o que provoca a plasmólise da célula pela libertação de componentes celulares (Shahidi & Arachchi, 1999). Em vários estudos a capacidade antimicrobiana foi testada em várias bactérias, chegando a resultados muito positivos, pois inibe quer bactérias em Gram+ quer Gram-, aumentando o tempo de prateleira dos produtos (Sudharshan & Knorr, 1992). A capacidade antimicrobiana foi testada em salsichas de porco, carne de peru, frango e patê, sendo que os resultados em todos foram satisfatórios de extensão de tempo de prateleira, e o mais interessante é que nos produtos em que foi analisada a qualidade sensorial houve aceitação ao nível de qualidade de produto para as características de sabor, textura e suculência (Jo & Lee, (2001), Qin & Yang, (2013), Lin, & Chao, (2001)).

#### **1.5.4 Efeito na absorção de lípidos**

As propriedades de absorção de gorduras têm sido objeto de estudo nos últimos anos. A quitosana no intestino forma um revestimento com as gorduras inibindo a sua absorção no organismo. Em média a quitosana é capaz de eliminar cerca de 8 a 10 vezes mais o seu peso em gorduras. Então 3 g de quitosana pode reduzir cerca de 240 kcal da dieta.

A quitosana como é uma fibra natural de origem animal não tem qualquer peso calórico. De notar que a redução de peso obtêm-se caso não haja compensação calórica com ingestão de hidratos de carbono (Cleonice, 2008).

#### **1.5.5 Efeito hipocolesterolémico**

A dieta rica em gordura está ligada ao risco de doenças cardiovasculares, sendo esta, a maior causa de morte nos países desenvolvidos, daí associações de saúde de vários países recomendam a diminuição para até 30% do total das calorias, bem como a redução do consumo de colesterol para 300 mg/dia (Cengiz & Gokoglu, 2005).

O excesso de colesterol é um fator importante para o surgimento de doenças cardiovasculares. As características de uma fibra como alta viscosidade, natureza polimérica, indigestibilidade e pouca afinidade pela água no trato gastrointestinal conferem características hipocolesterolémicas à quitosana, propriedades já testadas em animais e humanos. Em países asiáticos como no Japão já são produzidos alimentos com quitosana com alegação de efeito hipocolesterolémico, tais como biscoitos, vinagres, macarrão e batata frita (Shahidi & Arachchi, 1999).

Num estudo de Hirano e Itakura (1990) observou-se redução dos valores do colesterol e triglicérides em animais (aves) quando alimentados com quitosana. Contudo o mesmo não se verificou em relação à quitina que não teve influência nos valores de triglicérides e colesterol.

Um estudo realizado por Zhang, (2012) em ratos alimentados com quitosana de diferentes pesos molecular, mostrou que a quitosana de baixo peso molecular faz menor retenção do colesterol.

Alguns estudos também têm demonstrado o seu efeito em humanos. Em estudo realizado em noventa pessoas com idades entre os 34 e 70 anos adicionou-se quitosana a uma dieta hipocalórica, concluindo-se que teve efeito na redução de colesterol e LDL no sangue ao fim de 56 dias em comparação com administração de placebo (Bokura & Koboyashi, 2003).

## **1.6 Alegações EFSA**

A Comissão Europeia pediu ao Painel dos produtos dietéticos, nutrição e alergias um parecer científico sobre uma lista de alegações de saúde da quitosana nos termos do artigo 13 do Regulamento (CE) nº1924/2006.

O regulamento pretende mostrar fundamentação científica das alegações de saúde da quitosana, em relação à influência no peso corporal, manutenção das concentrações normais no sangue de LDL-colesterol, redução do tempo de trânsito intestinal e redução de inflamações. A única alegação permitida após apreciação pelo painel foi a de redução de LDL-colesterol como se descreve abaixo.

A fundamentação científica é baseada nas informações fornecida pelos estados membros da Comissão Europeia.

### **1.6.1 Efeito hipocolesterolémico**

O painel de investigadores concluiu que existe uma redução significativa do teor de colesterol no sangue com o consumo de quitosana.

Para a redução ser considerável, o consumo diário de quitosana deve ser de cerca de 3 g (European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy ).

### **1.6.2 Trânsito intestinal**

A população assumida na validação científica foi a população em geral. À data atual o painel conclui que não se pode estabelecer relação entre o consumo de quitosana e a redução do trânsito intestinal, dado existirem evidências insuficientes que comprovem tal efeito (European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy).

### **1.6.3 Redução de inflamação**

Segundo dados submetidos à apreciação do painel, este concluiu que não existe relação causa-efeito suficiente entre o consumo de quitosana e o benefício fisiológico na população geral em relação à redução de inflamações (European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy).

### **1.6.4 Redução do peso corporal**

Com base nos dados apresentados, o painel conclui que não é possível estabelecer uma relação causa-efeito entre o consumo de quitosana e redução do peso corporal (European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy).

## **1.7 Quitosana em produtos cárneos**

O objectivo deste trabalho consiste em reformular um produto cárneo de forma a aumentar o seu tempo de prateleira sem alterar as características importantes para a qualidade e comercialização do produto.

Alguns estudos foram realizados para demonstrar a capacidade da quitosana na preservação dos produtos cárneos. Sayas e Quesada, (2011) incorporou quitosana de diferentes pesos moleculares em hambúrgueres. O estudo incidiu sobre a capacidade antioxidante da quitosana, características de rendimento de cozedura, retenção de gordura, retenção de água, valores de pH, características ligadas à cor, escurecimento, odor e atividade antimicrobiana.

Os hambúrgueres com quitosana de alto peso mostraram maior atividade antioxidante (dependente da concentração de quitosana no produto), maior retenção de água e conseqüentemente melhor rendimento de cozedura.

Por outro lado a adição de quitosana de baixo peso molecular permitiu maior retenção da gordura, maior ação antimicrobiana e maior valor da luminosidade do produto final.

O odor do produto ao longo do armazenamento não foi afetado pelo peso molecular da quitosana.

Em outros estudos em produtos cárneos a quitosana é combinado com outros ingredientes ou aditivos (ex: óleo de alecrim, hortelã) ou combinado com processos de conservação como embalagem a vácuo.

Kannat e Chander (2007) testaram a quitosana com extracto de hortelã em carne de porco de modo avaliar a capacidade antimicrobiana e antioxidante, chegando à conclusão em ambos os estudos que a atividade antioxidante é potenciada através da utilização dos dois componentes, potenciando também a atividade antimicrobiana em bactérias patogénicas como *E. coli*, *Pseudomonas spp*, *S. aureus* and *B. cereus*.

A *Listeria monocytogenes* é uma das bactérias patogénicas mais veiculadas pelos alimentos, e que nos alimentos de origem animal não é exceção, sendo que têm capacidade de resistir a temperaturas de refrigeração. Esta bactéria foi estudada no patê de carne com adição de quitosana, onde o número de UFC/g da mesma reduziu significativamente no produto.

Outras características interessantes avaliadas foram as propriedades sensoriais, numa pontuação de 0-10, e o patê com quitosana teve a melhor avaliação em relação à textura, aparência, mas o contrário foi observado em relação ao sabor, cor, e suculência (Bento & Stamford, 2011).

No estudo de Vasilatos e Savvaidis (2013), foi usado em simultâneo a quitosana e o óleo de alecrim, onde as características sensoriais, (cheiro e sabor) saem beneficiadas em relação ao uso isolado de quitosana. Por forma a avaliar se a quitosana tinha impacto na avaliação sensorial final, foi avaliada carne de porco só com o uso de óleo de alecrim, e demonstrou-se que a pontuação foi muito inferior em ambas as características sensoriais.

## 2 Empresa

A primor é uma marca com grande tradição familiar em Portugal e em algumas partes do mundo com produtos da charcutaria que tanto deliciam os portugueses. Fundada no ano de 1961 por Joaquim Moreira Pinto e Ana Amélia, na altura a empresa chamava-se Joaquim Moreira Pinto & Lda.

A tradição desta grande marca portuguesa e internacional começou pela salsicharia, enchidos e peças fumadas, contudo Pedro Pinto, filho de Joaquim Moreira Pinto alargou a gama de produtos e introduziu o fiambre e outras peças cozidas, obrigando assim a um aumento de produção e consequente de unidades fabris.

No ano de 1976 é criada a Sapecal, a primeira unidade de produção no coração do Minho, num clima fresco e saudável propício à criação animal de suínos das melhores raças mundiais.

No início da década de 90 os produtos Primor tornam-se os mais procurados no mercado, obtendo um novo aumento de produção e instalação de equipamentos mais modernos.

Já depois de ser criada uma segunda unidade de produção localizada, a Primor foi distinguida com um prémio internacional de qualidade alimentar, contribuindo para essa distinção o cuidado que coloca na preparação e produção em cada um dos seus produtos, desenvolvimento tecnológico, segurança higieno-sanitária, bem como a qualidade de atendimento.

No ano de 1990 com uma empresa consolidada no nosso país a Primor abriu os seus horizontes e começou a exportar além fronteiras, para países como Espanha, França, Alemanha, Luxemburgo, Bélgica e Inglaterra e os países de origem africana de língua portuguesa.

Pela mão de André Pinto Oliveira a Primor, no ano 2000 começou a focalizar na estratégia de internacionalização e segmentação de atividades. É lançada no mercado a marca *Brudy*, assinalando a entrada da Primor no segmento da alimentação saudável.

No ano de 2002 a Primor adquire a ICM, um dos maiores operadores na desossa de carne de porco em Portugal, que trabalha em parceria com empresas de transformação, distribuição alimentar, hipermercados e supermercados.

Com o objetivo de tornar-se mais competitiva no mercado externo, a Primor em 2005 adquire a Central Carnes, unidade de abate animal maior do país. Nesta altura a Primor era líder do mercado na zona norte do país.

Daí em diante a Primor sempre teve como foco a inovação dos novos produtos trazendo qualidade e diversidade para continuar sempre líder do mercado tendo o sucesso que tem até agora, que emprega cerca de 400 trabalhadores no norte do país.

Continuando o processo de internacionalização em 2011, a Primor adquiriu 50% da Valinho Angola, detentora de indústria de carnes em Angola, sendo única empresa de charcutaria angolana.

Nunca descurando a tradição familiar e com a sua proximidade que mantém com os clientes estes são os valores que levou a um crescimento no mercado da charcutaria desta empresa, na qual se propõe a manter a receita do sucesso que iniciou-se na década 70 e que até hoje tem-se mantido no mercado com uma imagem de qualidade reconhecido internacionalmente (Primor).

### **3 Objetivo do trabalho**

O objetivo do trabalho consistiu no desenvolvimento de um produto com adição de quitosana com a possibilidade de alegação de saúde de redução de colesterol.

Com adição de quitosana à mortadela o desafio será manter as qualidades organolépticas e de estabilidade da mortadela avaliando o seu impacto ao nível microbiológico, bem como nas características de pH, atividade da água, textura e oxidação lipídica.

## **4 Materiais e métodos**

### **4.1 Formulação da mortadela**

Para reduzir o teor de gordura na carne é necessário a utilização de ingredientes não cárneos que permitam maior inclusão de água para substituição da gordura (Huffman, 1997).

Com o objetivo de encontrar alternativa para reduzir o teor de gordura em produtos cárneos emulsionados, estudámos a quitosana, de forma avaliar as características essenciais no produto.

Existem três estratégias essenciais na redução do teor de gordura na carne, a primeira passa pela produção animal, a segunda pela manipulação no estágio de transformação, a terceira, que é aquela que vamos explorar consiste na alteração da formulação do produto (Barreto, 2007). Sabendo que a quitosana revela segundo a EFSA, a propriedade de redução de colesterol, quando consumida em concentração de cerca de 3 g/dia, estabelecemos a adição de tal quantidade de quitosana em 200 g de mortadela como dose diária.

Com a adição de quitosana para tornar o produto com melhor perfil nutricional (exigido pela EFSA sempre que se pretende uma alegação de saúde) reduziu-se o teor da gordura do alimento, sendo que foi adicionada mais água na forma de gelo.

Nas tabelas seguintes Tabela (1 a 6) descrevem-se a formulações testadas no estudo – mortadela normal, mortadela com quitosana e redução de gordura e mortadela com redução de gordura apenas. A principal diferença é a remoção de gordura, diminuindo a quantidade de emulsão branca utilizada, substituindo-se pelo gelo. Sendo que na mortadela com quitosana acrescentou-se 15 g desse ingrediente.

Tabela 1 – Formulação da mortadela normal – Ingredientes cárneos.

<b>Carne</b>	<b>Peso g/kg</b>
Trimming (80/20) c. miúda- Porco congelado	<b>269,0</b>
Corações	<b>81,00</b>
Trimming 80/20	<b>70,00</b>
Toucinho gordo S/Couro	<b>186,0</b>

Tabela 2 – Formulação da mortadela normal – Ingredientes da salmoura

<b>Salmoura</b>	<b>Peso g/kg</b>
Emulsão Branca	<b>144,2</b>
Sal Qualidade Alimentar	<b>16,70</b>
Tripolifosfato de Sódio	<b>5,230</b>
Nitrificante 15/0	<b>0,7900</b>
Eritorbato de Sódio	<b>0,6000</b>
Protect DC	<b>1,000</b>
Extrato de vinagres	<b>6,980</b>
Condimento Mortadela	<b>2,920</b>
Alho em pó	<b>0,5200</b>
Lysactone (GDL)	<b>0,07000</b>
Concentrado de Soja	<b>30,00</b>
Fécula de Batata	<b>63,00</b>
Gelo	<b>122,0</b>
<b>Total</b>	<b>1,000 kg</b>

Tabela 3: Formulação da mortadela com quitosana - Ingredientes da carnes

<b>Carne</b>	<b>Peso g/kg</b>
Trimming (80/20) c. miúda- Porco congelado	<b>273,0</b>
Corações	<b>81,00</b>
Trimming 80/20	<b>70,00</b>
Toucinho gordo S/Couro	-

Tabela 4: Formulação da mortadela com quitosana - Ingredientes salmoura

<b>Salmoura</b>	<b>Peso g/kg</b>
Emulsão Branca	<b>105,2</b>
Sal Qualidade Alimentar	<b>16,70</b>
Tripolifosfato de Sódio	<b>5,230</b>
Nitrificante 15/0	<b>0,7900</b>
Eritorbato de Sódio	<b>0,6000</b>
Protect DC	<b>1,000</b>
Extrato de vinagre	<b>6,980</b>
Condimento Mortadela	<b>2,920</b>
Alho em pó	<b>0,5200</b>
Quitosana	<b>1,500</b>
Lysactone (GDL)	<b>0,07000</b>
Concentrado de Soja	<b>30,00</b>
Fécula de Batata	<b>63,00</b>
Gelo	<b>341,5</b>
<b>Total</b>	<b>1,000 kg</b>

Tabela 5 Formulação da mortadela com redução de gordura e sem quitosana -  
 Ingredientes cárneos.

<b>Carne</b>	<b>Peso g/kg</b>
Trimming (80/20) c. miúda- Porco congelado	<b>273,00</b>
Corações	<b>81,00</b>
Trimming 80/20	<b>70,00</b>
Toucinho gordo S/Couro	-

Tabela 6: Formulação da mortadela com redução de gordura e sem quitosana -  
 Ingredientes de salmoura

<b>Salmoura</b>	<b>Peso g/kg</b>
Emulsão Branca	<b>105,2</b>
Sal Qualidade Alimentar	<b>16,70</b>
Tripolifosfato de Sódio	<b>5,230</b>
Nitrificante 15/0	<b>0,7900</b>
Eritorbato de Sódio	<b>0,6000</b>
Protect DC	<b>1,000</b>
Extrato de vinagre	<b>6,980</b>
Condimento Mortadela	<b>2,920</b>
Alho em pó	<b>0,5200</b>
Quitosana	<b>1,500</b>
Lysactone (GDL)	<b>0,07000</b>
Concentrado de Soja	<b>30,00</b>
Fécula de Batata	<b>63,00</b>
Gelo	<b>343,0</b>
<b>Total</b>	<b>1,000 kg</b>

Todos os constituintes da mortadela têm uma função tecnológica dentro do produto. O produto devido á sua composição nutricional que potencia o crescimento microbiológico, possui uma elevada quantidade de conservantes tais como as

bacteriocinas (Protect DC), o extrato de vinagre, sal de qualidade alimentar e o nitrificante. O tripolifosfato de sódio e a fécula de batata (rico em amido) são emulsionantes importantes na mistura dos ingredientes. O condimento de mortadela é um constituinte importante no sabor da mortadela que é constituída por especiarias e dextrose. Para além do nitrificante ter funções de conservação possui também função antioxidante, juntamente com o eritorbato de sódio. A emulsão branca é constituída por gelo, couros de suíno, nitrificantes e antioxidantes em pouca quantidade.

## 4.2 Processamento

O processo da mortadela inicia-se com seleção das matérias-primas, que vai desde carne de porco congelada, toucinho gordo, conservantes como Protect DC, Nitral, a acidificantes.

A cutterização das matérias primas consiste na mistura e trituração de todos os constituintes necessários para o produto final. De realçar que no primeiro passo é realizado uma cutterização lenta na qual a ordem de adição dos constituintes influencia no produto final.

Inicia-se com a trituração do trimming 80/20 (carne miúda), carne de porco congelado a -4 °C e corações e trimming 80/20 a menos de 2 °C. De seguida é adicionado a emulsão branca e o resto dos ingredientes (exceto fécula, concentrado de soja e pimenta em grão). É também adicionado 30% do gelo e mistura-se até formar uma pasta fina homogénea.

No 2º passo da cutterização adiciona-se o concentrado de soja e 20% do gelo.

Com adição da fonte de amido da mortadela, a fécula de batata inicia-se a cutterização em marcha rápida.

Este processo termina com a mistura de pequenos cubos de 10 mm de toucinho gordo e a pimenta em grão com cuidado para não cutterizar este ingrediente. A temperatura da mistura final não pode exceder os 9 °C, e a pasta deve ser homogénea e fina.

Depois da cutterização ocorre a mistura sobre vácuo em 2 fases de 5 minutos na batedeira. Antes da cozedura ocorre o enchimento da tripa com mortadela a vácuo. O enchimento consiste em introduzir a massa preparada nas etapas anteriores na tripa. Para isso utiliza-se máquinas de enchimento que trabalham em descontínua (a pistão).

Na estufa é realizada a cozedura da mortadela durante 3 horas em calibre 110 mm em que a temperatura de cozedura é de 75 °C, com humidade relativa a 100%, devendo mortadela atingir os 72 °C para garantir-se conformidade do produto.

Após a cozedura a mortadela sofre um arrefecimento rápido através da passagem por um chuveiro de água fria durante meia hora até atingir a temperatura ambiente. Depois o produto é armazenado a temperatura refrigerada a 5 °C, rotulado, acondicionado em embalagem secundário e expedido. A vida útil do produto é assegurada em 180 dias. A amostragem foi realizada em duplicado de 15 em 15 dias nos primeiros três tempos, e de 30 em 30 dias durante o resto do tempo de armazenamento até aos últimos 30 dias no qual foram realizado dois testes. Seguidamente é apresentado o esquema que representa o processamento implicado na preparação dos 3 tipos de mortadela.

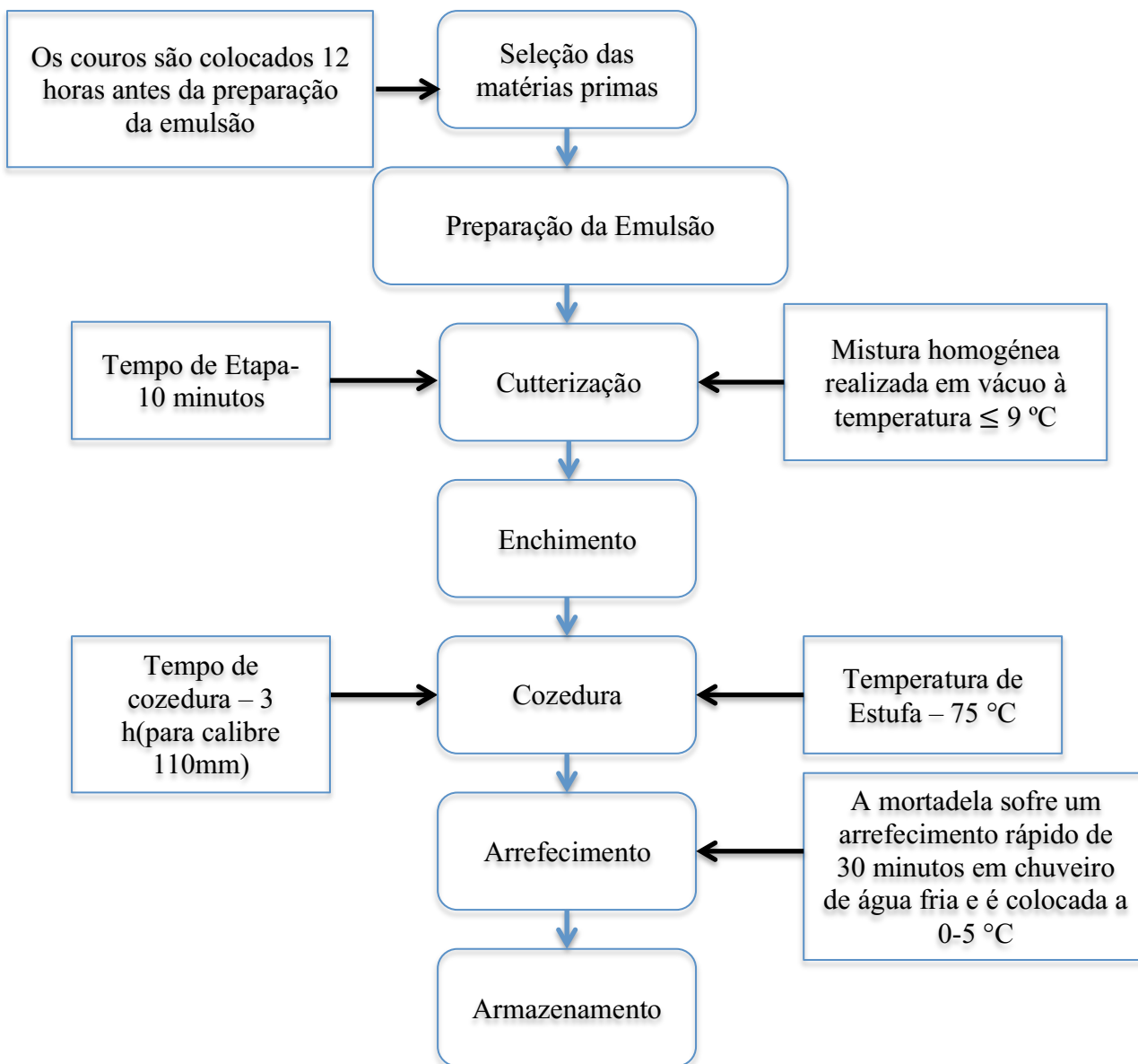


Figura 2: Diagrama do processamento da mortadela

### 4.3 Contagens Microbiológicas

O método básico de determinação do número total de células viáveis de cada microrganismo foi o método de contagem-padrão em placas.

Cerca de 6 gramas de amostras foram diluídas em 60 ml de citrato de sódio e homogeneizada em Stomacher durante 2 minutos, 1 mL da diluição foi submetida a diluição seriada até 4 diluições (figura 3).

De seguida cada diluição foi plaqueada no respetivo meio seletivo selecionado para cada grupo de microrganismos monitorizados, mesófilos totais, psicrofílos, pseudomonas, enterococos, lactobacilos, coliformes e bolores e leveduras. O método de plaqueamento utilizado foi o da gota (Miles, et al. 1938).

As placas foram então incubadas. O método de plaqueamento e as condições de incubação descrevem-se na tabela 7 para cada grupo analisado.

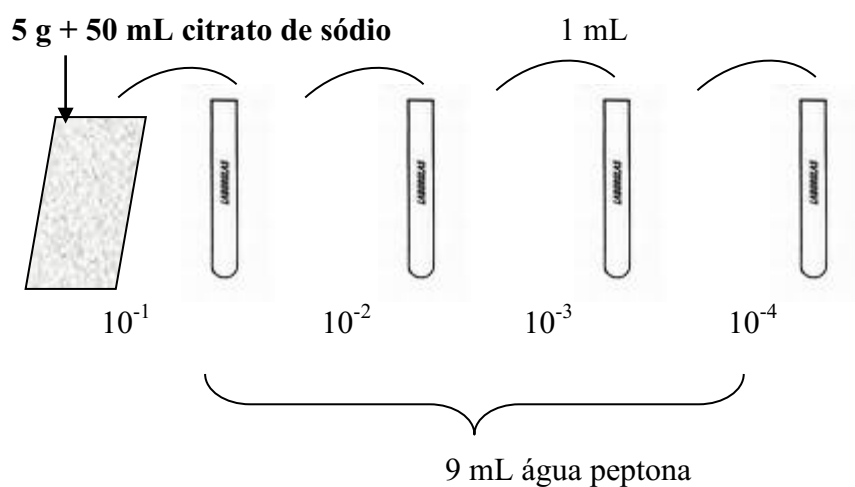


Figura 3: Esquema de diluição da amostra para análise microbiológica.

Tabela 7: Dados dos ensaios microbiológicos

<b>Microrganismos</b>	<b>Meio</b>	<b>Método</b>	<b>Vol. inoculação</b>	<b>T °C</b>	<b>T (d)</b>
Mesófilas	PCA	Miles and Misra	20 µl	30 °C	2
Psicrófilas	PCA	Miles and Misra	20 µl	7 °C	7
Pseudomonas	PA	Miles and Misra	20 µl	30 °C	2
Leveduras/Fungos	PDA	Miles and Misra	20 µl	30 °C	5
Lácticas	MRS	Miles and Misra	20 µl	37 °C	2

#### **4.4 Determinação da humidade**

Qualquer alimento, ainda que passe por processos industriais de conservação por calor, que leva à perda de água, contém água em maior ou menor percentagem. A humidade representa a água livre no alimento presente na superfície externa do mesmo.

O método utilizado para a determinação da humidade num alimento foi segundo (A.O.A.C.,1996).

A humidade é a percentagem de peso perdida pelo alimento quando aquecido em condições em que a água é removida como também outras substâncias volatilizáveis.

A temperatura de aquecimento usual é a 105 °C.

Coloca-se um cadinho durante 24 horas na estufa a 105 °C para retirar toda a humidade. Retira-se o cadinho e coloca-se para arrefecer num exsiccador. Realiza-se a pesagem de amostra no cadinho seco de cerca de 5g de amostra. Coloca-se o cadinho com a respetiva amostra na estufa durante 24 horas a 105 °C. Passado 24 horas toda a água da amostra já evaporou, logo através da pesagem da amostra obtemos a humidade.

**Cálculo da humidade foi de acordo com a seguinte equação:**

$$\frac{APS}{(AP + PC)} = \textit{Humidade Relativa}$$

**Em que:**

APS- Peso de amostra seca já depois de estar 24 horas na estufa

AP- Peso de amostra

PC – Peso do Cadinho

## **4.5 Determinação da água**

A atividade da água é um fator crucial no desenvolvimento microbiano nos alimentos e é definida pelo índice de disponibilidade da água para o crescimento microbiano para reações químicas.

A atividade da água pode ser determinada pela relação seguinte:

$$A_W = \frac{P_V}{P_W}$$

$P_V$  é a pressão de vapor da água exercida pela solução

$P_W$  é pressão de vapor da água pura à mesma temperatura

O valor da atividade da água abaixo do valor ótimo do crescimento bacteriano permite aumentar o tempo que o crescimento da cultura bacteriana será exponencial e diminuir a velocidade de crescimento o que reduz o tamanho da população final, devido à influência da água nas reações químicas das células (Lidon & Silvestre, 2008).

## 4.6 Determinação da peroxidação lipídica

O potencial de oxidação-redução pode ser definido, de um modo geral, pela facilidade com a qual o substrato ganha ou perde electrões. A oxidação lipídica ocorre quando parte dos ácidos gordos insaturados reage com o oxigénio molecular e forma peróxidos, hidroperóxidos e compostos carbonilo (Torres et al.,1989).

O potencial de oxidação lipídica interfere na estabilidade da cor da carne. Característica muito importante, que influencia o consumidor na decisão de compra ou venda de carne.

Nam et al (2002) verificaram que a irradiação diminuiu o potencial de oxidação lipídica e produção de monóxido de carbono na carne de peito de peru por esta impedir a oxidação do ferro. O método de determinação de peroxidação lipídica foi o TBARS (Thiobarbituric acid reactive substances) realizado de acordo o método de Rosmini (1996), em que o número de TBARS que reagem com o ácido tiobarbitúrico são expressos em mg por kg de amostra.

### **Procedimento:**

Separa-se uma pequena parte de amostra, pesa-se numa balança analítica, a seguir, adiciona-se á amostra uma solução de 10 ml de TBA (ácido tiobarbitúrico) e 5 ml de TCA (ácido tricloroacético). Homogeneiza-se a amostra com a solução, centrifuga-se a 5000 a rpm durante 20 minutos. Filtrámos a amostra com papel de filtro de forma a obter o sobrenadante. Depois de obtido o sobrenadante, colocámos durante 35 minutos no banho a 100°C, de seguida coloca-se em gelo deixa-se arrefecer até á temperatura ambiente. Por fim leitura espectrofotómetro 530 nm.

## 4.7 Determinação da textura

A determinação do perfil de textura foi realizada ao longo de 180 dias de armazenamento durante 10 pontos de amostragem, aos 0, 15, 30, 60, 90, 120, 135, 150, 165, 180 dias. A amostra foi retirada e deixada estabilizar à temperatura ambiente durante 1 hora Para isso utilizou-se o texturómetro TA.XT2.PLUS (Stable Micro Systems,

EUA) integrando o software “Exponent”. Utilizaram-se seis cilindros de mortadela com diâmetro de 25 mm e altura de 30 mm, para cada tratamento. As amostras foram comprimidas a 50% do seu peso original, com velocidade de teste, pré-teste e pós-teste de 1,00 mm/s e força de 0,10 N. A sonda utilizada foi o P-35 (haste longa / base normal) . Os parâmetros avaliados foram firmeza (N), elasticidade, coesividade, e mastigabilidade. Todos estes dados foram baseados na literatura de Horita e Morgano (2011).

#### **4.8 Análise sensorial**

Análise sensorial é um teste essencial para avaliar o impacto da modificação de formulação no desenvolvimento de um alimento funcional como a mortadela com quitosana, com capacidade antioxidante, redutor de gorduras, antimicrobiana nas características organolépticas do produto final.

Os parâmetros avaliados foram a textura, granulidade, e sabor. Também foi avaliado parâmetro cromáticos tais como a homogeneidade e tonalidade da cor.

O teste sensorial usado consistiu na comparação da mortadela com quitosana e mortadela com redução de gordura em relação a uma mortadela referência, sendo esta a mortadela normal. O questionário encontra-se no anexo 1.

#### **4.9 Determinação do pH**

Podem-se dividir em duas formas os métodos de medição do pH, colorimétricos, ou eletrométricos.

Os métodos colorimétricos usam indicadores que alteram a coloração em determinadas concentrações de íões de hidrogénio. Estes métodos não têm a precisão necessária para grandes indústrias, bem como não se aplicam às soluções intensamente coloridas e turvas.

Neste trabalho foi realizado a medição do pH com métodos eletrométricos, utilizando um potenciómetro (Zenebon et al; 2008).

## 5 Resultados e discussão

De seguida apresentam-se as imagens da mortadela já fabricadas, prontas para consumo. Foram as mortadelas utilizadas no teste sensorial avaliadas na comunidade da Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica do Porto.



Figura 4: Imagens da mortadela : Mortadela com redução de gordura, mortadela normal e mortadela com quitosana.

## 5.1 Análises Microbiológicas

Uma das propriedades da quitosana é a sua atividade antimicrobiana, pelo que se avaliou o efeito desta em relação ao controlo sem quitosana e apresenta-se na tabela 8.

Tabela 8: Número médio de microrganismos mesófilos totais (UFC/gr) nas mortadelas formuladas.

	MN	MQ	MR
<b>T0</b>	$5,8 \times 10^3$	$6,9 \times 10^3$	$5,0 \times 10^{3*}$
<b>T1</b>	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^{3*}$	$1,8 \times 10^4$
<b>T2</b>	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^3$	$8,8 \times 10^3$
<b>T3</b>	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^3$	$7,0 \times 10^3$
<b>T4</b>	$5,0 \times 10^{3*}$	$1,0 \times 10^4$	$5,0 \times 10^3 *$
<b>T5</b>	$1,1 \times 10^4$	$5,0 \times 10^3$	$5,0 \times 10^3$
<b>T6</b>	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^3 *$	$5,0 \times 10^3$
<b>T7</b>	$1,3 \times 10^4$	$5,0 \times 10^{3*}$	$1,0 \times 10^4$
<b>T8</b>	$5,0 \times 10^3$	$5,0 \times 10^3$	$1,5 \times 10^4$
<b>T9</b>	$5,0 \times 10^{3*}$	$6,8 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$

$5 \times 10^3$ /g valor mínimo de contagem \* Valor inferior que o valor mínimo de contagem

MN- Mortadela normal , MQ- Mortadela com quitosana , MR – Mortadela com redução de gordura

Tabela 9: Número médio de *Pseudomonas* (UFC/gr) nas mortadelas formuladas.

	MN	MQ	MR
<b>T0</b>	$5,0 \times 10^3$ *	$5,0 \times 10^3$	$5,0 \times 10^3$
<b>T1</b>	$6,0 \times 10^3$	$1,6 \times 10^4$	$5,0 \times 10^3$
<b>T2</b>	$5,0 \times 10^{3*}$	$7,5 \times 10^4$	$5,0 \times 10^{3*}$
<b>T3</b>	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^3$	$2,0 \times 10^5$
<b>T4</b>	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^{3*}$
<b>T5</b>	$5,0 \times 10^{3*}$	$7,0 \times 10^3$	$5,0 \times 10^3$
<b>T6</b>	$5,0 \times 10^3$	$5,0 \times 10^{3*}$	$6,8 \times 10^3$
<b>T7</b>	$5,8 \times 10^3$	$2,2 \times 10^4$	$3,0 \times 10^4$
<b>T8</b>	$1,6 \times 10^4$	$2,4 \times 10^4$	$3,0 \times 10^4$
<b>T9</b>	$1,1 \times 10^4$	$1,8 \times 10^4$	$1,6 \times 10^4$

$5 \times 10^3$ /g valor mínimo de contagem \* Valor inferior que o valor mínimo de contagem

MN- Mortadela normal , MQ- Mortadela com quitosana , MR – Mortadela com redução de gordura

Tabela 10: Número médio de Bolores e leveduras (UFC/gr) nas mortadelas formuladas

	MN	MQ	MR
<b>T0</b>	$5,0 \times 10^3$	$5,0 \times 10^3^*$	$5,0 \times 10^3^*$
<b>T1</b>	$9,1 \times 10^3$	$5,0 \times 10^3^*$	$6,0 \times 10^3$
<b>T2</b>	$5,0 \times 10^3^*$	$5,0 \times 10^3^*$	$2,3 \times 10^3$
<b>T3</b>	$5,0 \times 10^3^*$	$5,0 \times 10^3^*$	$5,0 \times 10^3^*$
<b>T4</b>	$5,0 \times 10^3^*$	$5,0 \times 10^3^*$	$5,0 \times 10^3^*$
<b>T5</b>	$6,4 \times 10^3$	$5,0 \times 10^3$	$1,2 \times 10^5$
<b>T6</b>	$5,0 \times 10^3^*$	$5,0 \times 10^3$	$9,3 \times 10^4$
<b>T7</b>	$9,5 \times 10^3$	$5,8 \times 10^3$	$5,0 \times 10^3^*$
<b>T8</b>	$3,6 \times 10^5$	$5,3 \times 10^3$	$5,5 \times 10^3$
<b>T9</b>	$5,0 \times 10^3$	$6,5 \times 10^3$	$5,0 \times 10^3$

$5 \times 10^3$ /g valor mínimo de contagem \* Valor inferior que o valor mínimo de contagem

MN- Mortadela normal , MQ- Mortadela com quitosana , MR – Mortadela com redução de gordura

No caso das *Pseudomonas*, (tabela 9) comparando as contagens microbianas nas três formulações, observou-se que o número de UFC/g se mantém muito semelhante nas três formulações de mortadelas e sem variação significativa ao longo do armazenamento.

Apesar dos valores de umidade altos, o processamento térmico do produto assegurou nas três formulações a estabilização do crescimento de *Pseudomonas*, pois ao longo do armazenamento, apesar de pequenas variações (dado que em cada ponto de amostragem é aberta uma nova mortadela), não existe crescimento significativo ao longo do tempo. Na mortadela com redução de gordura e sem quitosana existem

alguns pontos que apresentam alguns valores elevados, que podem ter resultado de contaminações pontuais, dado que o perfil não é mantido até final do armazenamento. Os valores nunca chegaram a ultrapassar o limite recomendado pela agência de saúde inglesa ( $1 \times 10^6$  ufc/g), concluindo assim que todas as amostras estão aceitáveis, até final do período de armazenamento considerado. Em relação aos microrganismos psicrófilos (tabela 11) e mesófilos (tabela 8) observou se a mesma tendência, sem diferenças significativas entre mortadela e ao longo do armazenamento, confirmando uma vez mais a estabilidade das 3 mortadelas formuladas.

Tabela 11: Número médio de psicrófilos (UFC/gr) nas mortadels formuladas.

	MN	MQ	MR
<b>T0</b>	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^{3*}$
<b>T1</b>	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^{3*}$
<b>T2</b>	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^{3*}$
<b>T3</b>	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^{3*}$
<b>T4</b>	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^{3*}$
<b>T5</b>	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^{3*}$
<b>T6</b>	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^{3*}$
<b>T7</b>	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^{3*}$	$5,0 \times 10^{3*}$
<b>T8</b>	$2,0 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$	$1,8 \times 10^4$
<b>T9</b>	$5,0 \times 10^{3*}$	$1,7 \times 10^4$	$5,0 \times 10^{3*}$

$5 \times 10^3$ /g valor mínimo de contagem \* Valor menor que o valor mínimo de contagem

MN- Mortadela normal, MQ- Mortadela com quitosana, MR – Mortadela com redução de gordura

Analisando as contagens de bolores e leveduras, apesar de existir alguma das amostras com uma contagem que se destaca, na maioria dos casos os valores mantêm-se constantes ao longo do armazenamento e sem diferenças entre as formulações.

Dado existirem vários compostos nas formulações com atividade antimicrobiana marcada, os valores para microrganismos contaminantes ao longo de todo o período de armazenamento mantêm-se baixos, pelo que o impacto da quitosana como antimicrobiano não é evidente nestas condições. No entanto, o objetivo deste trabalho foi assegurar um produto equilibrado com alegação de saúde, pelo que não se modificou a formulação em termos de conservantes presentes, mas apenas no teor de gordura. Estudos futuros devem contemplar o estudo da quitosana na mortadela como antimicrobiano natural.

Também realizámos a contagem média para avaliar o crescimento de bactérias lácticas em meio MRS, o que durante os 10 tempos de estudo não houve nenhum crescimento desta bactéria em qualquer das 3 formulações de mortadela em estudo.

Os resultados da análise microbiológica aproximaram-se de outros trabalhos publicados. Soultos e Tzikas (2008) estudaram o crescimento bacteriano em salsichas com quitosana (1%) de diferentes pesos moleculares em combinação com nitritos ao longo de 28 dias, chegando á conclusão que o crescimento em todos os tempos e bactérias foi menor que os resultados do nosso estudo. Ao fim de 28 dias as contagens de mesófilos, *Pseudomonas*, bolores e leveduras e bactérias do ácido láctico obtiveram respetivamente valores, 7,10 log ufc/g, 6,37 log ufc/g, 6,16 log ufc/g e 5,15 log ufc/g , sendo valores mais elevados do que as contagens da mortadela formulada com quitosana.

De realçar que perante um produto cárneo processado devemos ter em conta vários aspetos que vão desde o abate do animal até ao processamento do produto.

Além disso, além dos conservantes adicionados para estabilização do produto, a mortadela tem condimentos (ex. alho), que além de ser importante no sabor, também apresentam elevadas quantidades de antimicrobianos, para além de não podermos esquecer o processamento térmico realizado no produto final.

Riha e Solber (1970) em linguiças, nos seus revestimentos húmidos com sal as

contagens variavam entre 4,48 log e 7,77 log ufc/g, e de 5,26 log ufc/g a 7,36 log ufc/g, respectivamente, para bactérias do ácido láctico e leveduras.

Desses isolados mais de 60% eram *Bacillus spp.*, contudo também foram encontrados *Clostridium* e *Pseudomonas*.

A contagem total dum bacon altamente salgado e embalado a vácuo atingiu aproximadamente 4 log ufc/g.

A biota desse bacon fatiado embalado a vácuo consistiu basicamente em *Micrococcus* e *Lactobacillus*. A microbiota em salames cozidos, é constituída basicamente por *Lactobacillus* (Allen & Foster, 1960).

## 5.2 Humidade

A humidade é um parâmetro intrínseco essencial para avaliar a qualidade dum produto alimentar. Na tabela 12 apresentámos o valor da humidade das 3 formulações ao longo do tempo de armazenamento.

Tabela 12: Valores médios e desvio padrão da humidade da mortadela obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.

	MN	MQ	MR
<b>T0</b>	83,51 <sup>a</sup> ± 0,01	80,00 <sup>b</sup> ± 0,01	80,02 <sup>b</sup> ± 0,01
<b>T1</b>	84,32 <sup>a</sup> ± 0,01	79,95 <sup>b</sup> ± 0,02	79,94 <sup>b</sup> ± 0,01
<b>T2</b>	83,31 <sup>a</sup> ± 0,01	81,14 <sup>a</sup> ± 0,03	80,83 <sup>a</sup> ± 0,01
<b>T3</b>	83,30 <sup>a</sup> ± 0,01	81,15 <sup>a</sup> ± 0,02	80,77 <sup>a</sup> ± 0,01
<b>T4</b>	83,93 <sup>a</sup> ± 0,01	80,76 <sup>b</sup> ± 0,01	80,06 <sup>a,b</sup> ± 0,01
<b>T5</b>	83,64 <sup>a</sup> ± 0,01	80,28 <sup>b</sup> ± 0,01	80,52 <sup>b</sup> ± 0,01
<b>T6</b>	83,90 <sup>a</sup> ± 0,01	80,84 <sup>b</sup> ± 0,01	79,86 <sup>b</sup> ± 0,01
<b>T7</b>	84,24 <sup>a</sup> ± 0,01	80,42 <sup>b</sup> ± 0,01	83,51 <sup>b</sup> ± 0,01
<b>T8</b>	82,95 <sup>a</sup> ± 0,01	81,43 <sup>a,b</sup> ± 0,02	80,33 <sup>b</sup> ± 0,01

Médias com os mesmas letras na mesma linha não têm evidências significativas considerando um  $p < 0,05$  pelo teste de Tukey

MN- Mortadela normal , MQ- Mortadela com quitosana , MR – Mortadela com redução de gordura

O valor médio da humidade na mortadela normal foi sempre superior às outras mortadelas. Enquanto na mortadela normal, os valores foram sempre próximos dos 84% de humidade, a mortadela com redução de gordura e mortadela com quitosana, ao longo do tempo de armazenamento estiverem muito próximos dos 80%.

O valor da humidade um pouco abaixo das mortadelas com redução de gordura e com quitosana deve-se à diminuição da constituição de gordura nas mortadelas, o que diminuiu ligeiramente a capacidade de retenção de água.

De realçar que também a humidade deve ser controlada, e valores muito baixos podem significar uma maior segurança, mas também podem levar a uma menor qualidade de produto porque inibe características sensoriais dos condimentos.

Segundo testes estatísticos realizados, ao longo do tempo mostra-se uma diferença significativa entre valores de humidade da mortadela normal, em relação à mortadela com quitosana e mortadela com redução de gordura. Sendo que existe valores iguais entre a mortadela com quitosana e mortadela com redução de gordura, analisando através do teste de Tukey, o que sugere que a presença da quitosana não tem influência relevante sobre a humidade, mas sim a redução de 30% de gordura, que influencia a humidade da mortadela ao longo do tempo de armazenamento.

Tabela 13: Coeficientes de variação para os valores da humidade

	MN	MQ	MR
<b>T0</b>	1,64%	1,76%	1,44%
<b>T1</b>	2,05%	0,96%	0,94%
<b>T2</b>	3,14%	0,79%	1,41%
<b>T3</b>	2,81%	0,80%	1,50%
<b>T4</b>	0,93%	0,98%	1,52%
<b>T5</b>	0,65%	0,84%	1,15%
<b>T6</b>	1,21%	0,79%	1,57%
<b>T7</b>	0,83%	0,97%	0,94%
<b>T8</b>	2,32%	1,26%	0,76%

MN- Mortadela normal, MQ- Mortadela com quitosana, MR – Mortadela com redução de gordura

Analisando o coeficiente de variação da humidade ao longo do tempo concluímos que os valores da humidade nas três formulações da mortadela não sofrem grandes oscilações, sendo que o coeficiente de variação maior, ocorreu na mortadela normal no terceiro tempo com o valor de 3,14%, sendo grande parte dos restantes valores inferiores a 2%.

### 5.3 Atividade da água

Os resultados da atividade da água apresentam-se na figura 4 para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.

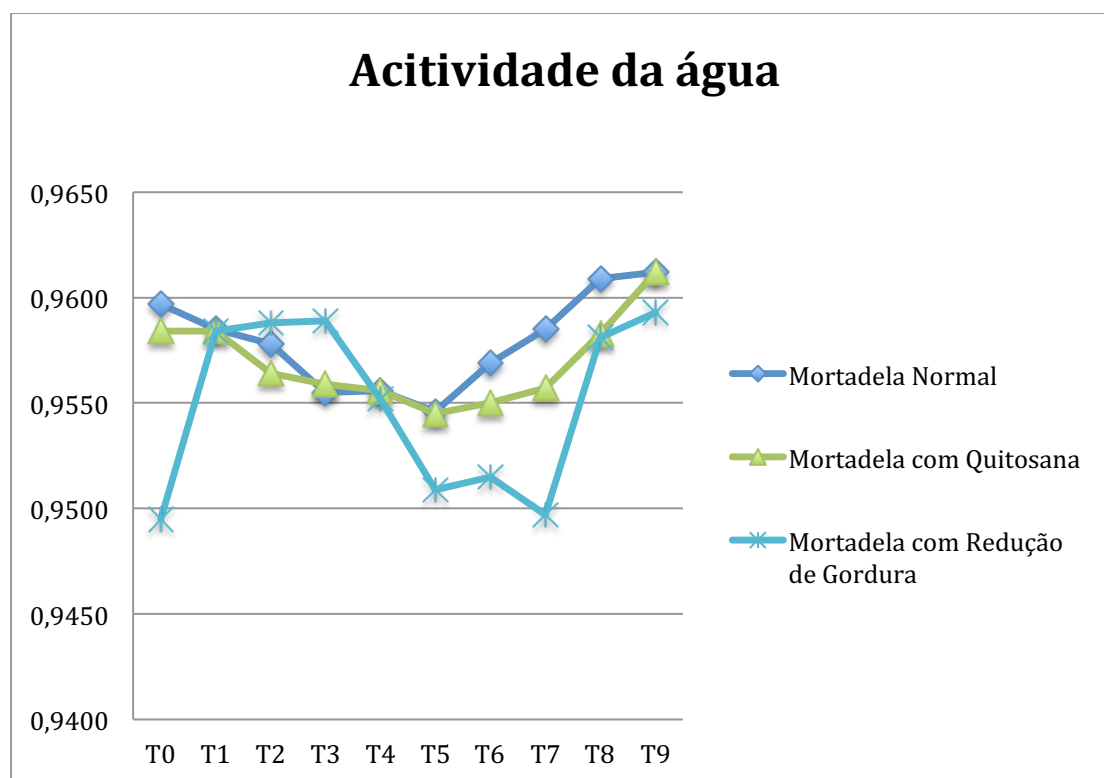


Figura 5: Valores da atividade da água ao longo do tempo de armazenamento.

A atividade da água da mortadela normal esteve sempre acima dos valores da atividade da água da mortadela com redução de gordura e mortadela com quitosana, mas sem diferenças significativas. Com os valores da atividade da água acima do 0,95 na mortadela, esta torna-a suscetível ao crescimento de qualquer tipo de microrganismos. A maioria das bactérias patogénicas crescem com valores de atividade da água de 0,91, e as leveduras crescem com valores de 0,88.

Logo com os valores obtidos nos testes experimentais ao longo do tempo, verifica-se que a atividade da água beneficia o crescimento dos microrganismos contaminantes.

O valor mínimo da atividade da água para o crescimento de microrganismos é correlacionado com os valores de parâmetros como a temperatura, potencial de oxidação-redução e pH (James, 2005).

Segundo estudos realizados por Wodzinski e Frazier (1961) em *Enterobacter aerogenes*, concluiu-se que à medida que o valor da atividade da água diminui, a fase lag e o tempo de geração das bactérias aumenta progressivamente o que acaba por cessar o crescimento bacteriano. Quanto mais desfavoráveis são os valores de temperatura e pH, maior é o valor mínimo da atividade da água para o crescimento bacteriano (Wodzinski, & Frazier; 1961).

Para realizar-se um controlo da atividade da água é normal o uso de solutos para diminuição do valor provocando um stress osmótico. De realçar que para combater esse efeito, os microrganismos também acumulam solutos intracelulares compatíveis, sendo potássio, glutamato os mais acumulados.

Em estudos realizados por Kang, (1969) em *Clostridium perfringens*, bactéria esporolada que pode aparecer em produtos cárneos., testou-se o uso de sacarose e NaCl para ajustar o atividade da água a valores de crescimento entre os 0,95 e 0,97. De realçar que para o crescimento de esporos o valor mínimo de atividade da água normalmente é 0,88. Com o uso de glicerol o valor da atividade da água mínimo para o crescimento desta bactéria diminuiu para 0,93.

Em outros estudos realizados por Jakobsen e Murrel (1977) em relação a esporos, chegou-se a conclusão que os sais NaCl e CaCl<sub>2</sub> têm um forte poder de inibição em comparação com glicose, em *Clostridium* tendo por base um valor de atividade da água de 0,95, porém ocorreu menor inibição quando foi utilizado glicose e sorbitol.

Em esporos *Bacillus* a atividade da água limitante foi de 0,95 para o uso de NaCl e glicose e 0,91 para glicerol.

## 5.4 pH

Os resultados dos valores de pH apresentam-se na tabela 14 para as 3 formulações ao longo do tempo de armazenamento.

Tabela 14: Valores médios do pH de mortadela e desvio padrão para as 3 formulações ao longo do tempo de armazenamento.

	MN	MQ	MR
<b>T0</b>	7,01 <sup>a</sup> ± 0,03	7,18 <sup>b</sup> ± 0,03	7,19 <sup>b</sup> ± 0,05
<b>T1</b>	7,05 <sup>a</sup> ± 0,03	7,25 <sup>b</sup> ± 0,05	7,00 <sup>a</sup> ± 0,07
<b>T2</b>	6,91 <sup>a</sup> ± 0,02	7,26 <sup>b</sup> ± 0,02	6,96 <sup>c</sup> ± 0,05
<b>T3</b>	6,81 <sup>a</sup> ± 0,01	7,12 <sup>b</sup> ± 0,05	6,96 <sup>b</sup> ± 0,13
<b>T4</b>	6,62 <sup>a,b</sup> ± 0,02	6,82 <sup>b</sup> ± 0,23	6,55 <sup>a</sup> ± 0,08
<b>T5</b>	6,70 <sup>a</sup> ± 0,06	6,97 <sup>b</sup> ± 0,05	6,94 <sup>b</sup> ± 0,11
<b>T6</b>	6,60 <sup>a</sup> ± 0,15	6,78 <sup>a</sup> ± 0,122	6,69 <sup>a</sup> ± 0,13
<b>T7</b>	6,57 <sup>a</sup> ± 0,11	6,67 <sup>a</sup> ± 0,083	6,60 <sup>a</sup> ± 0,08
<b>T8</b>	6,79 <sup>a</sup> ± 0,02	6,75 <sup>a</sup> ± 0,05	6,76 <sup>a</sup> ± 0,08
<b>T9</b>	6,65 <sup>a,b</sup> ± 0,08	6,76 <sup>a</sup> ± 0,07	6,61 <sup>b</sup> ± 0,07

Médias com os mesmas letras na mesma linha não têm evidências significativas para valores de  $p < 0,05$  pelo teste de Tukey

MN- Mortadela normal , MQ- Mortadela com quitosana , MR – Mortadela com redução de gordura

Analisando os dados da tabela 14 podemos verificar que o valor de pH da mortadela normal no início do armazenamento foi superior ao das outras formulações, valores diferenciados significativamente ( $p < 0,05$ ).

Nos últimos tempos de armazenamento os valores de pH aproximaram-se entre as formulações e deixaram de existir diferenças significativas.

Tabela 15: Valores do coeficiente de variação do pH obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.

	MN	MQ	MR
<b>T0</b>	0,46%	0,39%	0,73%
<b>T1</b>	0,42%	0,70%	0,93%
<b>T2</b>	0,33%	0,30%	0,74%
<b>T3</b>	0,17%	0,78%	0,92%
<b>T4</b>	0,34%	3,39%	1,14%
<b>T5</b>	0,93%	0,67%	1,58%
<b>T6</b>	2,25%	1,80%	1,90%
<b>T7</b>	1,61%	1,25%	1,15%
<b>T8</b>	0,27%	0,72%	1,21%
<b>T9</b>	1,14%	1,00%	1,03%

MN- Mortadela normal , MQ- Mortadela com quitosana , MR – Mortadela com redução de gordura

Analisando os coeficientes de variação das diferentes formulações de mortadela ao longo do tempo de armazenamento chegámos à conclusão que a média representa bem os dados do pH, devido aos coeficientes de variação serem muitos baixos, sendo que a maior parte não chega a 1%.

## 5.5 Cor

Nas tabelas 16, 18 e 20, apresentam-se os valores da luminosidade, intensidade da cor vermelha e intensidade da cor amarela das mortadelas formuladas ao longo do tempo de armazenamento. Enquanto nas tabelas 17, 19 e 20, apresentam-se os valores de coeficiente de variação para os mesmos parâmetros.

### 5.5.1 Luminosidade

Tabela 16: Valores médios e desvio padrão da luminosidade obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.

	MN	MQ	MR
<b>T0</b>	58,22 <sup>a</sup> ± 1,50	57,45 <sup>a</sup> ± 3,61	59,12 <sup>a</sup> ± 1,79
<b>T1</b>	61,64 <sup>a</sup> ± 1,80	59,90 <sup>a</sup> ± 0,93	61,50 <sup>a</sup> ± 0,59
<b>T2</b>	62,21 <sup>a</sup> ± 3,23	59,05 <sup>a</sup> ± 3,31	64,00 <sup>a</sup> ± 16,94
<b>T3</b>	63,20 <sup>a</sup> ± 3,01	61,82 <sup>a</sup> ± 1,51	60,54 <sup>a</sup> ± 0,76
<b>T4</b>	63,41 <sup>a</sup> ± 1,93	62,32 <sup>a</sup> ± 1,02	60,45 <sup>a</sup> ± 3,03
<b>T5</b>	60,75 <sup>a</sup> ± 3,43	57,60 <sup>a</sup> ± 4,30	60,15 <sup>a</sup> ± 4,18
<b>T6</b>	62,44 <sup>a</sup> ± 1,39	61,29 <sup>a</sup> ± 3,29	62,27 <sup>a</sup> ± 1,97
<b>T7</b>	61,53 <sup>a</sup> ± 2,12	61,25 <sup>a</sup> ± 2,30	60,62 <sup>a</sup> ± 2,20
<b>T8</b>	61,98 <sup>a</sup> ± 2,05	60,76 <sup>a</sup> ± 2,39	60,90 <sup>a</sup> ± 1,95

Médias com os mesmas letras na mesma linha não têm evidências significativas para valores diferentes a  $p < 0,05$  pelo teste de Tukey

MN- Mortadela normal , MQ- Mortadela com quitosana , MR – Mortadela com redução de gordura

A cor é um parâmetro muito importante na decisão da compra por parte do consumidor

Na tabela 16 estão representados os valores médios da luminosidade dos três tipos de mortadela ao longo do tempo de armazenamento. Verificou-se que os valores apresentam bastante variação associada á natureza heterogênea da matriz, o que leva a que não existam diferenças significativas entre os valores da mortadela ao longo do tempo.

Concluimos assim que a luminosidade não é afetada pela presença de quitosana, nem com a redução de gordura.

Tabela 17: Valores do coeficiente de variação dos resultados de luminosidade obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.

	MN	MQ	MR
<b>T0</b>	2,58%	6,29%	3,04%
<b>T1</b>	2,93%	1,55%	0,96%
<b>T2</b>	5,19%	5,60%	26,97%
<b>T3</b>	4,76%	2,44%	1,25%
<b>T4</b>	3,05%	1,63%	5,01%
<b>T5</b>	5,64%	7,46%	6,94%
<b>T6</b>	2,22%	5,37%	3,16%
<b>T7</b>	3,44%	3,75%	3,63%
<b>T8</b>	3,31%	3,94%	3,21%

MN- Mortadela normal , MQ- Mortadela com quitosana , MR – Mortadela com redução de gordura

Avaliando o coeficiente de variação da luminosidade conclui-se que os valores estão na generalidade muito baixos, o que torna os dados recolhidos como fiáveis, visto não haver grande variação de leituras.

### 5.5.2 Intensidade da cor vermelha

Tabela 18: Valores médios e desvio padrão da intensidade da cor vermelha (a\*) obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.

	MN	MQ	MR
<b>T0</b>	16,44 <sup>a</sup> ± 2,45	15,78 <sup>a</sup> ± 0,73	16,87 <sup>a</sup> ± 1,09
<b>T1</b>	16,51 <sup>a</sup> ± 0,60	15,62 <sup>b</sup> ± 1,66	16,49 <sup>a</sup> ± 0,69
<b>T2</b>	15,29 <sup>a</sup> ± 0,42	14,42 <sup>a</sup> ± 0,704	14,97 <sup>a</sup> ± 6,16
<b>T3</b>	14,15 <sup>a</sup> ± 2,48	10,30 <sup>b</sup> ± 1,74	14,57 <sup>a</sup> ± 1,82
<b>T4</b>	13,96 <sup>a</sup> ± 0,705	11,45 <sup>b</sup> ± 1,85	14,26 <sup>a</sup> ± 0,71
<b>T5</b>	14,96 <sup>a</sup> ± 2,74	13,28 <sup>a</sup> ± 3,55	14,28 <sup>a</sup> ± 3,40
<b>T6</b>	15,37 <sup>a</sup> ± 2,98	12,65 <sup>a,b</sup> ± 3,29	11,20 <sup>b</sup> ± 1,38
<b>T7</b>	16,23 <sup>a</sup> ± 0,94	14,05 <sup>a</sup> ± 2,97	14,50 <sup>a</sup> ± 3,45
<b>T8</b>	16,82 <sup>a</sup> ± 0,25	14,73 <sup>a</sup> ± 3,28	14,85 <sup>a</sup> ± 3,73

Médias com os mesmas letras na mesma linha não têm evidências significativas para valores de  $p < 0,05$  pelo teste de Tukey

MN- Mortadela normal , MQ- Mortadela com quitosana , MR – Mortadela com redução de gordura

Segundo os testes de Tukey e testes não paramétricos realizados, os valores da intensidade da cor vermelha não foram afetados pela redução de gordura,

bem como adição de quitosana, em grande parte do tempo de armazenagem.

No entanto, verificou-se na mortadela normal que os valores da intensidade da cor vermelha sempre foram mais elevados que os valores na mortadela com quitosana e na mortadela com redução de gordura.

Tabela 19: Coeficientes de variação da intensidade da cor vermelha (a\*) obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.

	MN	MQ	MR
<b>T0</b>	14,90%	4,63%	6,46%
<b>T1</b>	3,64%	10,63%	4,18%
<b>T2</b>	2,75%	4,88%	41,15%
<b>T3</b>	17,53%	16,88%	12,49%
<b>T4</b>	5,06%	16,17%	5,00%
<b>T5</b>	18,31%	26,74%	23,80%
<b>T6</b>	19,36%	26,01%	12,32%
<b>T7</b>	5,79%	21,13%	23,80%
<b>T8</b>	1,48%	22,27%	25,12%

Médias com os mesmas letras na mesma linha não têm evidências significativas terem valores diferentes a  $p < 0,05$  pelo teste de Tukey

MN- Mortadela normal , MQ- Mortadela com quitosana , MR – Mortadela com redução de gordura

Verificando os coeficientes de variação, chegámos à conclusão que as leituras deste parâmetro tem grandes oscilações em relação à média, resultado de leituras em diversas zonas da amostra, aliando também o facto da distribuição de gordura não ser uniforme.

Avaliando valores de coeficientes de variação superior a 15%, conclui-se que existem alguma variabilidade dos dados intrínsecos à matriz em estudo

### 5.5.3 Intensidade da cor amarela

Tabela 20: Valores médios e desvio padrão da intensidade da cor amarela (b\*) obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.

	MN	MQ	MR
<b>T0</b>	10,24 <sup>a</sup> ± 1,76	11,37 <sup>a</sup> ± 0,64	11,73 <sup>a</sup> ± 0,54
<b>T1</b>	11,19 <sup>a</sup> ± 0,77	13,06 <sup>b</sup> ± 1,53	12,01 <sup>a,b</sup> ± 0,83
<b>T2</b>	11,03 <sup>a</sup> ± 0,38	12,86 <sup>b</sup> ± 0,59	12,42 <sup>b</sup> ± 4,54
<b>T3</b>	11,90 <sup>a</sup> ± 0,40	15,44 <sup>b</sup> ± 0,90	12,63 <sup>a</sup> ± 1,29
<b>T4</b>	12,52 <sup>a</sup> ± 1,61	16,39 <sup>b</sup> ± 1,84	13,09 <sup>a</sup> ± 0,82
<b>T5</b>	12,07 <sup>a</sup> ± 1,33	15,34 <sup>a</sup> ± 2,28	13,83 <sup>a</sup> ± 2,52
<b>T6</b>	12,19 <sup>a</sup> ± 1,30	14,56 <sup>a,b</sup> ± 2,66	14,08 <sup>b</sup> ± 1,22
<b>T7</b>	11,78 <sup>a</sup> ± 0,23	14,10 <sup>b</sup> ± 0,65	14,70 <sup>b</sup> ± 2,11
<b>T8</b>	11,56 <sup>a</sup> ± 1,78	14,02 <sup>a,b</sup> ± 2,46	14,85 <sup>b</sup> ± 2,34

Médias com os mesmas letras na mesma linha não têm evidências significativas terem valores diferentes a  $p < 0,05$  pelo teste de Tukey

MN- Mortadela normal , MQ- Mortadela com quitosana , MR – Mortadela com redução de gordura

Segundo os testes de Tukey realizados e testes não paramétricos, pode concluir-se que ao longo do tempo de armazenamento do produto, houve influência da quitosana e da redução de gordura na intensidade da cor amarela.

Podemos verificar com a tabela 20 que a mortadela com quitosana teve sempre

valores superiores em relação à mortadela com redução de gordura e mortadela normal.

Tabela 21: Valores do coeficiente de variação da cor amarela (b\*) obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.

	MN	MQ	MR
<b>T0</b>	17,17%	5,62%	4,61%
<b>T1</b>	6,87%	11,71%	6,93%
<b>T2</b>	3,45%	4,59%	3,66%
<b>T3</b>	3,33%	5,83%	10,21%
<b>T4</b>	12,85%	11,24%	6,27%
<b>T5</b>	10,99%	14,85%	18,19%
<b>T6</b>	10,69%	18,29%	8,30%
<b>T7</b>	2,00%	4,62%	14,38%
<b>T8</b>	15,39%	17,54%	15,76%

Médias com os mesmas letras na mesma linha não têm evidências significativas terem valores diferentes a  $p < 0,05$  pelo teste de Tukey

MN- Mortadela normal , MQ- Mortadela com quitosana , MR – Mortadela com redução de gordura

De realçar que o coeficiente de variação dos valores médios da intensidade de cor amarela, revela que em alguns tempos os resultados foram muitos díspares, tendo como consequência desvios padrões elevados, resultados também da reduzida homogeneidade da matriz.

## 5.6 Textura

Os resultados do perfil de textura das características firmeza, coesividade e mastigabilidade estão apresentadas nas seguintes tabelas.

### 5.6.1 Firmeza

Tabela 22: Valores médio de firmeza (N) obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.

	MN	MQ	MR
<b>T0</b>	27,66 <sup>a</sup> ± 9,79	16,30 <sup>a</sup> ± 4,32	16,06 <sup>a</sup> ± 4,46
<b>T1</b>	23,58 <sup>a</sup> ± 7,41	20,64 <sup>a</sup> ± 3,44	24,57 <sup>a</sup> ± 7,25
<b>T2</b>	19,67 <sup>a</sup> ± 1,29	25,64 <sup>a</sup> ± 3,82	23,10 <sup>a</sup> ± 5,56
<b>T3</b>	18,75 <sup>a</sup> ± 1,40	22,61 <sup>a</sup> ± 2,24	24,51 <sup>a</sup> ± 11,08
<b>T4</b>	22,26 <sup>a</sup> ± 3,08	23,28 <sup>a</sup> ± 10,07	27,05 <sup>a</sup> ± 7,60
<b>T5</b>	13,46 <sup>a</sup> ± 4,52	16,14 <sup>a</sup> ± 7,94	18,98 <sup>a</sup> ± 9,67
<b>T6</b>	14,23 <sup>a</sup> ± 1,85	12,97 <sup>a</sup> ± 5,93	10,91 <sup>a</sup> ± 0,69
<b>T7</b>	19,30 <sup>a</sup> ± 6,48	27,80 <sup>a</sup> ± 8,97	23,02 <sup>a</sup> ± 6,40
<b>T8</b>	21,82 <sup>a</sup> ± 5,66	17,97 <sup>a</sup> ± 7,33	20,22 <sup>a</sup> ± 2,53

Médias com os mesmas letras na mesma linha não têm evidências significativas terem valores diferentes a  $p < 0,05$  pelo teste de Tukey

MN- Mortadela normal , MQ- Mortadela com quitosana , MR – Mortadela com redução de gordura

Na determinação dos valores de texturas concluímos que ao longo do tempo de armazenamento os valores de firmeza não diferem significativamente ( $p < 0,05$ ) da formulação com quitosana para a mortadela normal. Então conclui-se simplesmente que a redução do teor de gordura e adição de quitosana não teve influência na firmeza da mortadela.

De realçar que ao longo do tempo de armazenamento os valores da firmeza das três formulações tiveram uma tendência a diminuir, algo que nada tem a ver com os valores da humidade visto que estes manterem-se sempre constantes.

De acordo com Devatkal e Mendiratta (2004), a firmeza pode ser definida como a máxima força requerida para se comprimir uma amostra. Segundo estudos realizados por Cofrades et al. (1997) em salsichas Frankfurt, verificou-se que os índices de gordura influenciam as características da firmeza do produto, algo que não se verificou com a mortadela em estudo.

Em vários estudos realizados produtos emulsionados com maior quantidade de gordura têm a tendência a terem valores de firmeza mais elevados.

Outro factor que pode também afectar a firmeza da mortadela é a relação da humidade com a quantidade da proteína.

### **5.6.2 Coesividade**

Segundo Devatkal e Mendiratta (2004), a coesividade é definida como a extensão na qual a amostra pode ser deformada antes da ruptura.

Avaliando os valores da tabela 23 da coesividade, podemos verificar que a mortadela normal teve valores mais baixos que as outras formulações, não se verificando grande diferença entre a mortadela com quitosana e a mortadela com redução de gordura.

Avaliando estatisticamente verificou-se que em grande parte dos tempos não há evidências significativas que se possa afirmar que os valores da coesividade das três formulações são diferentes, concluindo então que a redução de gordura e adição de quitosana não tem influência relevante sobre este parâmetro.

Tabela 23: Valores médios e desvio padrão de coesividade obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.

	MN	MQ	MR
<b>T0</b>	0,400 <sup>a</sup> ± 0,10	0,414 <sup>a</sup> ± 0,13	0,534 <sup>a</sup> ± 0,16
<b>T1</b>	0,331 <sup>a</sup> ± 0,05	0,540 <sup>a</sup> ± 0,10	0,567 <sup>a</sup> ± 0,21
<b>T2</b>	0,396 <sup>a</sup> ± 0,05	0,587 <sup>a</sup> ± 0,14	0,559 <sup>a</sup> ± 0,07
<b>T3</b>	0,429 <sup>a</sup> ± 0,13	0,507 <sup>a</sup> ± 0,16	0,641 <sup>a</sup> ± 0,12
<b>T4</b>	0,522 <sup>a</sup> ± 0,09	0,542 <sup>a</sup> ± 0,18	0,598 <sup>b</sup> ± 0,13
<b>T5</b>	0,458 <sup>a</sup> ± 0,15	0,662 <sup>a</sup> ± 0,17	0,577 <sup>a</sup> ± 0,09
<b>T6</b>	0,808 <sup>a,b</sup> ± 0,08	0,868 <sup>a</sup> ± 0,03	0,922 <sup>b</sup> ± 0,02
<b>T7</b>	0,438 <sup>a</sup> ± 0,12	0,433 <sup>a</sup> ± 0,15	0,564 <sup>a</sup> ± 0,30
<b>T8</b>	0,478 <sup>a</sup> ± 0,02	0,581 <sup>b</sup> ± 0,13	0,538 <sup>a</sup> ± 0,14

Médias com os mesmas letras na mesma linha não têm evidências significativas terem valores diferentes a  $p < 0,05$  pelo teste de Tukey

MN- Mortadela normal , MQ- Mortadela com quitosana , MR – Mortadela com redução de gordura

### 5.6.3 Elasticidade

Segundo Devatkal e Mendiratta (2004) a elasticidade é definida como a capacidade do produto voltar a forma original depois da força exercida no mesmo ter sido removida.

Avaliando os valores da elasticidade na tabela 24 podemos constatar que a mortadela com redução de gordura e mortadela com adição de quitosana, possui um maior valor

de elasticidade no produto. Contudo estatisticamente realizando o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) só nos pontos de amostragem T6 e T8 é que encontra-se evidências significativas, pois em grande parte dos pontos de amostragem não existem diferenças significativas para as três formulações do produto.

Segundo pesquisas realizadas em outros trabalhos a diminuição da quantidade de gordura na mortadela, provoca uma redução do valor na elasticidade (Barreto, 2001).

Tabela 24: Valores médios e desvio padrão da elasticidade obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.

	MN	MQ	MR
<b>T0</b>	0,770 <sup>a</sup> ± 0,51	0,671 <sup>a</sup> ± 0,15	0,659 <sup>a</sup> ± 0,10
<b>T1</b>	0,585 <sup>a,b</sup> ± 0,18	0,828 <sup>a</sup> ± 0,07	0,950 <sup>b</sup> ± 0,06
<b>T2</b>	0,468 <sup>a</sup> ± 0,06	0,801 <sup>a</sup> ± 0,07	0,798 <sup>a</sup> ± 0,02
<b>T3</b>	0,578 <sup>a</sup> ± 0,13	0,853 <sup>b</sup> ± 0,05	0,894 <sup>c</sup> ± 0,04
<b>T4</b>	0,656 <sup>a</sup> ± 0,02	0,618 <sup>a</sup> ± 0,07	0,833 <sup>a</sup> ± 0,09
<b>T5</b>	0,4614 <sup>a</sup> ± 0,53	0,879 <sup>a</sup> ± 0,09	0,893 <sup>a</sup> ± 0,07
<b>T6</b>	0,889 <sup>a</sup> ± 0,04	0,966 <sup>a,b</sup> ± 0,05	1,058 <sup>b</sup> ± 0,27
<b>T7</b>	0,749 <sup>a</sup> ± 0,11	0,803 <sup>a</sup> ± 0,14	0,768 <sup>a</sup> ± 0,07
<b>T8</b>	0,704 <sup>a</sup> ± 0,10	0,748 <sup>a,b</sup> ± 0,05	0,870 <sup>b</sup> ± 0,02

Médias com os mesmas letras na mesma linha não têm evidências significativas terem valores diferentes a  $p < 0,05$  pelo teste de Tukey

MN- Mortadela normal , MQ- Mortadela com quitosana , MR – Mortadela com redução de gordura

### 5.6.4 Mastigabilidade

Como já se havia verificado no parâmetro da firmeza, os valores obtidos para esta características não vão de encontro ao esperado, visto que o valor da mastigabilidade diminui com a redução de gordura. Algo que não se verificou.

Analisando estatisticamente chegamos à conclusão que não há evidências significativas que possamos afirmar que a redução de gordura e adição de quitosana tem influência no valor deste parâmetro

Tabela 25: Valores médios e desvio padrão da mastigabilidade obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.

	MN	MQ	MR
<b>T0</b>	15,510 <sup>a</sup> ± 9,79	5,607 <sup>a</sup> ± 2,03	4,567 <sup>a</sup> ± 1,48
<b>T1</b>	3,295 <sup>a</sup> ± 0,21	5,607 <sup>a,b</sup> ± 2,44	10,236 <sup>b</sup> ± 1,78
<b>T2</b>	3,636 <sup>a</sup> ± 0,64	10,975 <sup>a</sup> ± 3,43	11,083 <sup>a</sup> ± 2,95
<b>T3</b>	6,209 <sup>a</sup> ± 2,32	9,668 <sup>b</sup> ± 2,93	12,371 <sup>b</sup> ± 4,07
<b>T4</b>	7,487 <sup>a</sup> ± 0,68	8,779 <sup>a</sup> ± 4,86	12,926 <sup>a</sup> ± 6,95
<b>T5</b>	6,537 <sup>a</sup> ± 4,58	6,611 <sup>a</sup> ± 4,27	9,824 <sup>a</sup> ± 5,34
<b>T6</b>	9,877 <sup>a</sup> ± 2,47	10,974 <sup>a</sup> ± 5,22	11,935 <sup>a</sup> ± 3,39
<b>T7</b>	8,293 <sup>a</sup> ± 4,22	9,275 <sup>a</sup> ± 3,51	11,790 <sup>a</sup> ± 5,64
<b>T8</b>	7,602 <sup>a</sup> ± 2,81	9,504 <sup>a</sup> ± 4,06	11,319 <sup>a</sup> ± 3,82

Médias com os mesmas letras na mesma linha não têm evidências significativas terem valores diferentes a  $p < 0,05$  pelo teste de Tukey

MN- Mortadela normal , MQ- Mortadela com quitosana , MR – Mortadela com redução de gordura

## 5.7 Determinação Oxidação Redução

A oxidação dos alimentos é uma das principais causas da deterioração da carne e podendo provocar alterações nutricionais e sensoriais no produto. A análise TBARS mostra a estabilidade da mortadela á oxidação lipídica.

Tabela 26: Valores médios de análise mg TBARS/kg obtidos para as 3 formulações e ao longo do tempo de armazenamento.

	MN	MQ	MR
<b>T0</b>	0,693 <sup>a</sup> ± 0,092	0,436 <sup>b</sup> ± 0,105	0,443 <sup>a,b</sup> ± 0,106
<b>T1</b>	0,119 <sup>a</sup> ± 0,037	0,079 <sup>b</sup> ± 0,027	0,084 <sup>a,b</sup> ± 0,023
<b>T2</b>	0,163 <sup>a</sup> ± 0,040	0,134 <sup>a</sup> ± 0,030	0,084 <sup>a</sup> ± 0,033
<b>T3</b>	0,188 <sup>a</sup> ± 0,077	0,173 <sup>a</sup> ± 0,046	0,320 <sup>a</sup> ± 0,163
<b>T4</b>	0,121 <sup>a</sup> ± 0,041	0,150 <sup>a</sup> ± 0,075	0,089 <sup>a</sup> ± 0,017
<b>T5</b>	0,287 <sup>a</sup> ± 0,020	0,149 <sup>b</sup> ± 0,062	0,106 <sup>b</sup> ± 0,048

Médias com os mesmas letras na mesma linha não têm evidências significativas terem valores diferentes a  $p < 0,05$  pelo teste de Tukey

MN- Mortadela normal , MQ- Mortadela com quitosana , MR – Mortadela com redução de gordura

Avaliando os resultados da tabela 26 podemos ver que houve diferenças entre as formulações de mortadela normal e as formulações de mortadela com quitosana e a mortadela com redução de gordura, o que seria de esperar devido à redução de gordura nestas duas formulações.

Os valores de TBARS foram relativamente baixos nas 3 formulações, também devido

aos antioxidantes utilizados, eritorbato de sódio e o nitrificante.

Avaliando o ponto de interesse mais importante, a diferença entre a mortadela com quitosana e mortadela com redução de gordura, para avaliar o efeito da quitosana sobre os valores de TBARS, concluiu-se que os valores mais baixos em relação à mortadela normal, não se deve à quitosana mas sim simplesmente à redução da gordura das outras formulações.

## 5.8 Análise Sensorial

As amostras de mortadela com quitosana e mortadela com redução de gordura foram avaliadas em relação à referência, sendo esta a mortadela normal.

Tabela 27: Resultados de análise sensorial da mortadela com quitosana

<b>Mortadela com quitosana</b>	<b>Média e desvio padrão</b>	<b>IC da média a 95% de probabilidade</b>	<b>Intervalo da Variação do valor médio e 95% de probabilidade</b>
<b>Homogeneidade da cor</b>	2,57 ± 1.57	1,20	1,37-3,77
<b>Tonalidade da cor</b>	1,29 ± 0.96	0,74	0,55-2,03
<b>Odor</b>	1,51 ± 1.15	0,89	0,62-2,40
<b>Firmeza</b>	-0,82 ± 1.24	0,95	-1,78-0,13
<b>Granulosidade</b>	-0,49 ± 1.49	1,15	-1,64-0,66
<b>Sabor</b>	2,40 ± 1.15	0,88	1,52-3,28

Analisando as respostas de nove provadores em relação aos parâmetros apresentados na tabela 27, estabelecendo a mortadela normal como referência em relação à

mortadela com quitosana, concluímos através do teste T-Student, que só para os parâmetros de firmeza e granulidade, denotam evidências significativas.

Em relação aos outros parâmetros, é importante de realçar que o sabor teve uma melhor avaliação para a mortadela com quitosana comparando com a mortadela normal. Em relação aos outros parâmetros, a mortadela com quitosana obteve pontuações mais elevadas, sendo também de analisar parâmetros que fazem a diferença na decisão de compra por parte do cliente tais como a tonalidade e homogeneidade da cor.

Tabela 28: Resultados de análise sensorial da mortadela com redução de gordura.

<b>Mortadela com redução de gordura</b>	<b>Média e desvio padrão</b>	<b>IC da média a 95% de probabilidade</b>	<b>Intervalo da Variação do valor médio e 95% de probabilidade</b>
<b>Homogeneidade da cor</b>	2,80 ± 1.21	0,93	1,87-3,73
<b>Tonalidade da cor</b>	1,06 ± 1.02	0,79	0,27-1,84
<b>Odor</b>	2,21 ± 1,06	0,81	1,40-3,02
<b>Firmeza</b>	-1,92 ± 1,32	1,01	-2,93- (-)0,91
<b>Granulidade</b>	-0,18 ± 1,76	1,36	-1,53-1,18
<b>Sabor</b>	1,80 ± 0,93	0,71	1,09-2,51

Avaliando as respostas de provadores em relação à mortadela com redução de gordura, concluímos que só em relação ao parâmetro granulidade não há diferenças significativas. Para os restantes parâmetros chegou-se à conclusão que existe evidências significativas. De realçar que só em relação ao parâmetro firmeza é que nos valores seriam menores em relação à mortadela normal. Todos os outros parâmetros, segundo as respostas dos provadores tiveram avaliação melhor em relação à amostra referência.

## 6 Conclusão

Os resultados deste estudo revelam que conseguimos estabelecer uma formulação de mortadela com redução de gordura e presença de 3 g de quitosana na dose diária de 200 g, permitindo neste produto alegar a redução de gordura e potencial efeito hipocolesterolémico. Além disso, a formulação de quitosana não sofreu penalização pelo painel sensorial, tendo assegurado na maioria dos parâmetros melhor pontuação que a mortadela normal. Saliente-se ainda que a mortadela com redução de gordura e sem quitosana também teve boa pontuação em relação à mortadela normal. A alteração de cor e a textura também não foram significativamente influenciadas pela adição de quitosana. No entanto, a redução de gordura influenciou alguns dos parâmetros de cor.

A presença da quitosana, para além da funcionalidade inicialmente definida, não evidenciou no estudo, ação antimicrobiana significativa em relação às outras formulações, possivelmente porque o processamento térmico e os agentes naturalmente presentes na formulação tenham assegurado a estabilização suficiente dos produtos. Salienta-se no entanto, que nas 3 condições assegurámos a estabilidade ao longo dos 180 dias de armazenamento refrigerado, tanto a nível microbiológico como na peroxidação lipídica. No entanto, a última propriedade foi beneficiada pela redução da gordura em relação à mortadela normal, sem diferenças significativas na formulação com quitosana, possivelmente pelo já elevado teor de antioxidantes na formulação base.

## **7 Trabalhos Futuros**

No futuro seria interessante realizar trabalhos com quitosana em mortadela, mas com a quitosana de baixo peso molecular, pois poderia diferenciar algumas das propriedades do produto final.

Outros trabalhos interessantes, avaliando estudos prévios, seria o uso de quitosana combinados com óleos essenciais na mortadela, para além de manter as qualidades microbiológicas, aumentaria a capacidade antioxidante do produto e permitiria diferenciar o produto em sabor, e em alguns casos reduzir o teor de sal

Para termos dados mais fidedignos, seria interessante avaliar também amostra com o formato e quantidade de enchimento que normalmente saem da fábrica para retalho, pois as amostras que realizámos, foram de menor dimensão que o habitual, o que aumenta a exposição da mortadela ao oxigénio e caso não haja uma boa distribuição da água pela mortadela irá influenciar em vários parâmetros.

## 8 Anexo I – Teste de análise sensorial

### Inquérito de análise sensorial á mortadela

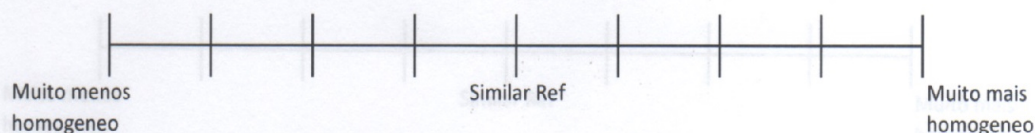
#### Avaliação sensorial de mortadelas

Por favor avalie a mortadela REFERENCIA e seguidamente cada uma das mortadelas codificadas, pela ordem indicada. Deve completar a avaliação de cada mortadela antes de iniciar a seguinte.

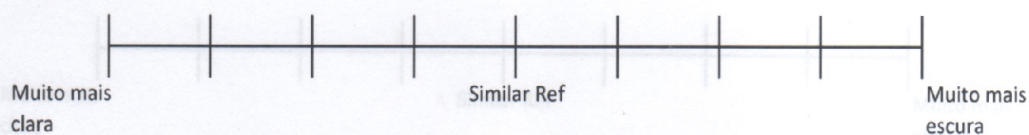
ORDEM PROVA: REFERENCIA, 308, 237, 426

#### ASPECTO

Homogeneidade da cor (inclusões, marmoreado)

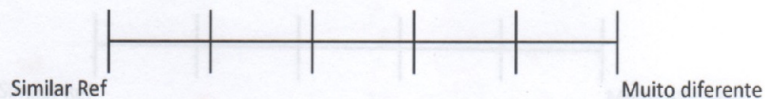


Tonalidade da cor



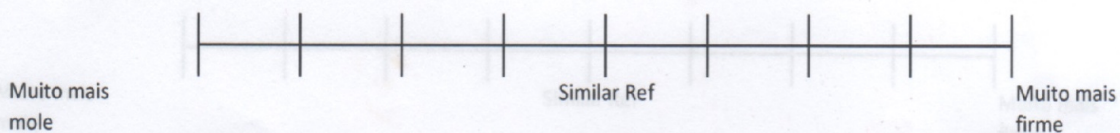
#### ODOR

Odor

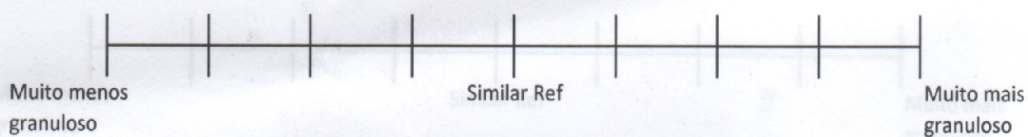


#### TEXTURA

Firmeza

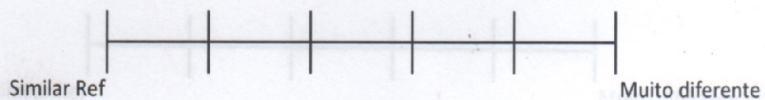


Granulosidade



#### SABOR

Sabor



## 9 Bibliografia

Barreto; Andrea. *Efeito da adição de fibras como substitutos de gordura em mortadela*. Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia de Alimentos (2007)

Norma NP000720\_2009 visitado a Agosto de 2015

Oliveira; Thales & Carvalho; Stephan. *Antioxidant effects of Satureja montana L. essential oil on TBARS and color of mortadella-type sausages formulated with different levels of sodium nitrite*. LWT - Food Science and Technology 45 (2012) 204-212

A.M.Al-Shuibi & B. M. Al-Abdullah. *Substitution of nitrite by sorbate and the effect on properties of mortadella*. Meat Science 62 (2002) 473–478

Viuda-Martos; V & Ruiz-Navajas; Y. *Effect of added citrus fibre and spice essential oils on quality characteristics and shelf-life of mortadella*. Meat Science 85 (2010) 568–576

Ulloa, D.F.M. *Substituição de gordura em sistema modelo de emulsões de carne. Efeitos nos parâmetros físicos, químicos e sensoriais*. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp, Campinas, 1999.

Rinaudo; Margarete, (2006). *Chitin and chitosan: Properties and applications*. Science direct, Prog. Polym. Sci. 31 (2006) 603–632

Damian; César & Beirão; Luis Henrique, (2005). *Quitosana: Um amino polissacarídeo com características funcionais*. Alim. Nutr., Araraquara v. 16, n. 2, p. 195-205, abr./jun. 2005

Airoidi, C, (2008). *A relevante potencialidade dos centros básicos nitrogenados disponíveis em polímeros inorgânicos e biopolímeros na remoção catiônica*. Quimica Nova, v. 31, n. 1, p.144-153, 2008.

- Andrade; Nilton, (2007). *Optimização do processo de obtenção de quitina e quitosana de exoesqueletos de camarões oriundos da indústria*. Universidade Federal da Paraíba
- Knorr, D. (1991) *Recovery and Utilization of Chitin and Chitosan in Food Processing Waste Management*. In Food Technol 45, 114-122
- Kobelke, D. N.(1990). *Food Australia*, 42, 18-19
- Muzzarelli; R. (1996 ) *Chitosan-based dietary foods*. Carbohydrate Polymers, 29, 309–316.
- Hayes, E.R.; Davies, D.H. (1978) *Characterization of chitosan.II: The determination of degree of acetylation of chitosan and chitin*. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CHITIN/ CHITOSAN. Cambridge:MA-MIT,1978. p. 406-420.
- Moore, G. K.; Roberts, G. A. (1980). *Determination of the degree of acetylation of chitosan*. Int. J. Biol. Macromol., v. 2, p. 115-116, 1980.
- Sekiguchi, S. (1994). *Molecular weight dependency of antimicrobial activity by chitosan oligomers*.
- Gennadios, A., & Weller, C. L. (1990). *Edible films and coatings from wheat and corn proteins*. Food Technology.
- Ouattara; Blaise & Simard; Ronald (2000). *Inhibition of surface spoilage bacteria in processed meats by application of antimicrobial films prepared with chitosan*
- Yu-yue; Qin & Ji-Yi Yang, (2013). *Effect of chitosan film incorporated with tea polyphenol on quality and shelf life of pork meat patties*. International Journal of Biological Macromolecules 61 312–316
- Shahidi; Fareidoon & Arachchi; Janak, (1999). *Food applications of chitin and chitosan*. Trends in Food Science & Technology 10, 37±51
- Kannat; Sweetie & Chander; Ramesh; (2007). *Chitosan glucose complex – A novel food preservative*. Food Chemistry 106, 521-528

Sudharshan, N.R. & Knorr, D. (1992). *Anti- bacterial Action of Chitosan'* in Food Biotechnol. 6, 257-272

C. Jo, J.W & Lee, K.H. (2001). *Quality properties of pork sausage prepared with water-soluble chitosan oligomer.* Meat Science 59, 369–375

Lin, Kuo-Wei & Chao, Jen Yu. (2001). *Quality characteristics of reduced-fat Chinese-style sausage as related to chitosan's molecular weight.* Meat Science 59 343–351

Rosa, Cleonice, 2008. *Quitina e Quitosana: Aspectos gerais de obtenção e aplicações.* Universidade federal de Pelotas – Brasil

Cengiz; E, & Gokoglu; N, (2005). *Changes in energy and cholesterol contents of frankfurter – type sausages with fat reduction and fat replacers addition.* Food Chemistry, Barking, v.91, p.443 - 447, 2005.

Hirano, S. &, Itakura, C (1990). *Chitosan as an Ingredient for Domestic Animal Feeds'* in J. Agric. Food Chemistry 38, 1214 - 1217

Zhang; Jiali & Zhang; Wei. *A comparative study on hypolipidemic activities of high and low molecular weight chitosan in rats.* International Journal of Biological Macromolecules 51 (2012) 504–508

Bokura, H & Kobayashi, S (2003). *Chitosan decreases total cholesterol in women: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial.* Department of Internal Medicine III, Shimane Medical University, Shimane, Japan

Sayas-Barberá,E & Quesada, J. (2011). *Effect of the molecular weight and concentration of chitosan in pork model burgers.* Meat Science 88 740 – 749

Kannat; Sweetie & Chander; Ramesh, (2007). *Chitosan glucose complex – A novel food preservative.* Food Chemistry 106 (2008) 521-528

Bento; Roberta Albuquerque & Stamford; Tânia Lúcia Montenegro (2011). *Sensory evaluation and*

*inhibition of Listeria monocytogenes in bovine pâté added of chitosan from Mucor rouxii*. Food Science and Technology 44 588 - 591

Vasilatos; C.C & Savvaidis; I.N (2013). *Chitosan or rosemary oil treatments, singly or combined to increase turkey meat shelf-life* . International Journal of Food Microbiology 166 54–58

[www.primor.pt](http://www.primor.pt) visitado em Junho de 2015

Huffman, D.L.; Huffman, R.D (1997). *Production of low fat and reduced fat ground beef*. In: *Production and processing of healthy meat, poultry and fish products*. Advances in meat research series. v.11, p. 226-241, 1997.

Francieles; (2013). *Origem da Mortadela*.

Claus, J.R.; Hunt, M.C. *Low-fat, high-added water bologna: effects of massaging, preblending, and time of addition of water and fat on physical and sensory characteristics*. Journal of Food Science, Chicago, v. 55, n. 2, p. 338-341 e 345, 1990.

Jay; James M, *Microbiologia dos Alimentos* – 6ª edição, Artmed

Lidon; Fernando & Silvestre; Maria Manuela (2008). *Conservação de Alimentos – Princípios e Metodologias*. Escolar Editora

Allen, J.R., & E.M. Foster.1960. Spoilage of vacuum-packed sliced processed meats during refrigerated storage. *Food Res.* 25:1-7.

Kim, Y.H; Nam, K.C; Ahn, D.U. *Volatile Profiles, lipid oxidation and sensory characteristics of irradiated meat from different animal species*, Meat Science, v. 61, p. 257-265, 2002.

Torres, E. ; Pearson, A.M.; Gray, J.I.; Ku, P.K.; Shimokomaki, M. *Lipid oxidation in charqui*. Food Chemistry, Barking, v.32, p. 257-268, 1989.

Rosmini, M. R.; Perlo; F., Pérez- Alvarez, Págan- Moreno; M.J. Gago-Gago; A ;López- Santoveña, Aranda- Catalá; V. *TBA Test by an Extractive Method Applied to “Paté “*. Meat Science, Vol. 42, No. 1, 1035110, 1996

Zenebon, Odair; Pascuet, Neus Sadocco; Tigela, Paulo; (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. Instituto Adolfo Lutz – São Paulo.

Horita; C. N. & Morgano M.A. *Physico-chemical and sensory properties of reduced-fat mortadella prepared with blends of calcium, magnesium and potassium chloride as partial substitutes for sodium chloride*. Meat Science 89 (2011) 426–433

Miles, A. A., Misra, S. S., & Irwin, J. O. (1938). *The estimation of the bactericidal power of the blood*. J Hyg (Lond), 38, 732–749

Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (method 926.12) Arlington: A.O.A.C., 1996, chapter 33. p. 5.

Hobbs, B.C. 1968. *Food Poisoning and Food Hygiene*. 2d ed. London: Edward Arnold

Bell, R.G. *Distribution and sources of microbial contamination on beef carcasses*. Journal of Applied Microbiology, v.82, p.292-300, 1997.

Delmore Jr, R.J. et al. *Interventions to reduce microbiological contamination of beef variety meats*. Journal of Food Protection, v.63, n.1, p.44-50, 2000.

Holzappel, W.H. 1998. The gram-positive bacteria associated with meat and meat products. In the Microbiology of Meat and Poultry, ed. A.Davies and R. Board, 35-84. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers, Inc.

Watt, B.K., & A.L. Merrill. 1950. Composition of foods- raw, processed, prepared. Agricultural Handbook No. 8. Washington, D.C.:USDA

Steinkraus, K.H., and J.C. Ayres. 1964. Incidence of putrefactive anaerobic spores in meat, *J. Food Sci.*29:87-93.

Stiles, M.E., & L.-K.Ng. 1981. *Biochemical characteristics and identification of Enterobacteriaceae isolated from meats*. *Appl. Environ. Microbiol.* 41:639-645.

Miwa, N., T. Nishina, S. Kubo, et al. 1998. *Amount of enterotoxogenic Clostridium perfringens in meat detected by nested PCR*. *Int. J. Food Microbiol.* 42:195-200

N. Soultos, Z. Tzikas, et al. 2008. *Chitosan effects on quality properties of Greek style fresh pork sausages*. *Meat Science* 80 (2008) 1150–1156

Riha, W.E., & M. Solberg. 1970. *Microflora of fresh pork sausage casings. 2. Natural casings*. *J. Food Sci.* 35:860-863

Wodzinski, R. J., & W.C. Frazier. 1961. *Moisture requirements of bacteria. II. Influence of temperature, pH, and maleate concentration on requirements of Aerobacter aerogenes*. *J.Bacteriol.* 81:353-358

Glicksman M. *Hydrocolloids and the research for the "oil grain"*. *Food Technology*, Chicago, v.10, p. 94-96, 1991.

Kang, C.K., M. Woodburn, A. Pagenkopf, et al 1969. *Growth, sporulation, and germination of Clostridium perfringens in media of controlled water activity*. *Appl. Microbiol* 18:798-805

Jakobsen, M., and W.G. Murrell. 1977. *The effect of water activity and  $a_w$ -controlling solute on germination of bacterial spores*. *Spore Res.* 2:819-834

*Guidelines for Assessing the Microbiological Safety of Ready-to-Eat Foods Placed on the Market*. Health Protect Agency

Devatkal, S.; Mendiratta, S.K, Kondaiah, N. *Quality characteristics of loaves from buffalo meat, liver and vegetables*. Meat Science, v.67, p. 377-383, 2004.

Barreto, A. *Efeito da adição de fibras como substitutos de gordura em mortadela*. Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, 2001.

Hughes, E.; Cofrades, S.; Troy, D. J. *Effects of fat level, oat fiber and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat*. Meat Science, v.45, n-3, p.273-281, 1997.

