



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO

Ricardo Miguel Pereira Pinto

Bioconservação de produtos tradicionais  
portugueses à base de carne, fumados e  
curados pela adição de bactérias do ácido  
láctico: estudo das alterações de qualidade da  
alheira e do lombo fumado fatiado

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Empreendedorismo e Inovação  
na Indústria Alimentar

Trabalho efectuado sob orientação de  
Prof.<sup>a</sup> Doutora Susana Caldas Fonseca  
e co-orientação de  
Prof.<sup>a</sup> Doutora Manuela Vaz Velho

Março de 2015



Membros do Júri

Prof. Doutor Manuel Rui Alves

Prof.<sup>a</sup> Doutora Paula Cristina Maia Teixeira



# Agradecimentos

À Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viana do Castelo;

À Prof.<sup>a</sup> Doutora Susana Caldas Fonseca, minha orientadora, pelo apoio, orientação, espírito de equipa, amizade e disponibilidade demonstradas desde o início deste trabalho;

À Prof.<sup>a</sup> Doutora Manuela Vaz Velho, co-orientadora e coordenadora do projeto Biofumados, por me ter ajudado a integrar na equipa de investigadores;

Ao Prof. Doutor Manuel Rui Alves, pelas horas de partilha de ideias e pela valiosa ajuda na área da análise estatística;

Ao Samuel Jácome, pelo apoio dado na componente prática e na análise de dados;

Às colegas de mestrado, Tânia Quesado e Vânia Cunha, pelo companheirismo e amizade, pelo espírito de grupo que nos acompanhou neste ano, e por terem tornado esse trabalho menos solitário;

Ao meu amigo Tiago Nêveda;

À Núria Reis, pela presença em todos os momentos, onde não faltou o apoio incondicional, carinho e compreensão, motivando-me a prosseguir e a estabelecer um espírito de entreajuda só possível pelo sentimento que nos liga;

Aos meus pais, pelo significativo esforço dedicado à minha formação e pela ajuda e apoio nos bons e maus momentos.

# Resumos Comunicações apresentadas no âmbito dos trabalhos desenvolvidos no MEIIA 2013/2014

**Ricardo Pinto**, Samuel Jácome, Susana C. Fonseca, Rita Pinheiro, M. Rui Alves, Rocío Palencia, Joana Silva, Paula Teixeira & Manuela Vaz-Velho (2014). *Influence of biopreservation and modified atmosphere packaging on the high appealing sensory attributes of sliced smoked pork products*. Eurosense 2014: A sense of life 6<sup>th</sup> European Conference on Sensory and Consumer Research, Copenhagen – Denmark, Denmark, 7-10 Setembro.

Rocío Palencia, Joana Silva, Samuel L. Jácome, **Ricardo Pinto**, Susana Fonseca, Rita Pinheiro, Svetoslav D. Todorov, Manuela Vaz-Velho & Paula Teixeira (2014). *Studies of the effect of two bacteriocinogenic starter cultures on growth of L. innocua and sensory properties of a traditional cured/smoked sausage-like product*. IAFP 2014 Indianapolis, Indiana, EUA,, 3-6 agosto.

# Resumo

A adição de culturas e compostos naturais com atividade antimicrobiana tem sido recentemente estudada como tecnologia de biocontrolo nos alimentos e apresenta-se como uma alternativa viável aos aditivos sintéticos para garantir a segurança do produto alimentar, mantendo a sua qualidade durante um tempo de prateleira alargado.

Neste trabalho pretendeu-se avaliar o efeito da adição de duas culturas de bactérias do ácido láctico (LAB) - (cultura de *Lactobacillus sakei* ST153 e cultura comercial BLC35 contendo estirpes de *Lactobacillus curvatus*, *Staphylococcus xylosus* e *Pediococcus acidilactici*) nas características sensoriais, físico-químicas e de segurança de dois produtos tradicionais portugueses fumados e curados: a alheira e o lombo de porco fumado fatiado. Para tal, avaliaram-se ao longo do armazenamento refrigerado (66 dias para a alheira e 124 dias para o lombo fumado fatiado) dos produtos inoculados os parâmetros sensoriais, tais como aspecto, textura, sabor e conformidade, efetuando-se também testes físico-químicos aos produtos para que pudessem coadjuvar à análise e interpretação dos resultados da análise sensorial. Igualmente foi estudada a influência de duas embalagens de atmosfera modificada (MAP) no lombo de porco fumado fatiado, com composição de 20 % CO<sub>2</sub>/80 % N<sub>2</sub> v/v e 40 % CO<sub>2</sub>/60 % N<sub>2</sub> v/v.

Os resultados experimentais de análise sensorial e físico-química foram comparados com os resultados da componente microbiológica, que pretendiam aferir se a adição das LAB resultaria numa inibição da actividade de bactérias patogénicas.

Foi verificado que a inclusão das LAB na alheira quando comparada com a alheira padrão não levou a uma alteração sensorial na maioria dos parâmetros testados (ligação da massa, cor característica, brilho, cheiro característico, cheiro estranho, sabor picante e sabor amargo); tendo levado a uma redução do sabor caraterístico, um aumento da percepção do sabor ácido e a uma diminuição da

conformidade nas mesmas ( $p < 0,05$ ), ao fim do 66º dia de armazenagem, podendo-se assim considerar que estas alterações não foram suficientemente relevantes para reduzir as suas características globais de qualidade e o tempo de prateleira alargado deste produto. Os resultados dos parâmetros físico-químicos confirmaram os obtidos sensorialmente.

Relativamente ao lombo de porco fatiado, não ocorreu nenhuma alteração sensorial significativa nos parâmetros cor característica, cheiro característico e cheiro estranho, nem ocorreu a esperada alteração na percepção do sabor ácido; contudo existiu uma diminuição significativa da conformidade até ao seu limite para o 124º dia de armazenagem, sem diferenças entre as duas culturas testadas. Igualmente para o último tempo de amostragem ocorreu uma redução na perda de sabor, da untuosidade e no valor de pH para todos os tratamentos, um aumento no sabor amargo para as amostras inoculadas em 40 % CO<sub>2</sub>. Não existiram diferenças significativas entre os tipos de atmosfera testados, verificou-se apenas pela análise de componentes principais que em atmosferas modificadas com maior teor em CO<sub>2</sub>, os atributos sensoriais do lombo tiveram resultados mais extremados e mais marcados com o aumento do tempo de armazenagem. Os resultados dos parâmetros físico-químicos reforçaram novamente os obtidos sensorialmente. O método de aplicação das LAB por imersão levaram ao longo de todos os pontos de amostragem a um maior teor de humidade e suculência e uma menor dureza, quer sensorialmente quer instrumentalmente, destas amostras.

A inoculação de culturas de LAB nos produtos testados levou à redução dos valores de *Listeria innocua* ao longo do tempo de armazenagem, demonstrando-se assim que podem gerar *in situ* condições adversas ao crescimento de *Listeria monocytogenes*, caracterizada por ser um microrganismo patogénico. Este trabalho permitiu igualmente concluir que a adição de uma cultura autóctone de enchidos e fumados (*Lactobacillus sakei* ST153) levou a resultados semelhantes aos da cultura comercial.



A bioconservação, pela adição de estirpes de bactérias do ácido láctico, demonstrou poder ser uma tecnologia alternativa ao controlo químico, garantindo a segurança microbiológica dos produtos, mas mantendo as suas características sensoriais tão apreciadas pelos consumidores bem como o seu modo de produção tradicional.

Palavras-chave: Alheira, lombo de porco fumado, bactérias do ácido láctico, bioconservação, análise sensorial.

# Abstract

The addition of cultures and natural compounds with antimicrobial activity has been recently studied as a biocontrol technology in food, and presents itself as a viable alternative to synthetic additives to ensure the safety of food products, maintaining its quality during an extended time of shelf.

In this study we sought to evaluate the effect of adding two cultures of lactic acid bacteria (LAB) - (*Lactobacillus sakei* culture ST153 and commercial culture BLC35 containing *Lactobacillus curvatus*, *Staphylococcus xylosus* and *Pediococcus acidilactici*) in sensory and physicochemical characteristics and safety of two smoked and cured traditional Portuguese products: Alheira and sliced smoked pork loin. For this purpose, it was evaluated during refrigerated storage (66 days for Alheira and 124 days for the sliced smoked loin) sensory parameters such as appearance, texture, flavor and conformity, also making physicochemical tests to products so that they could assist the analysis and interpretation of the sensory analysis results. It was also studied the influence of two modified atmosphere packages (MAP) in the sliced smoked pork loin with composition of 20% CO<sub>2</sub> / N<sub>2</sub> 80% v/v and 40% CO<sub>2</sub> / N<sub>2</sub> 60% v/v.

The experimental results of sensory and physicochemical analysis were compared with the results of the microbiological component, used to assess whether the addition of LAB resulted in effective activity inhibition of the pathogenic bacteria.

It was found that the inclusion of LAB in Alheira, when compared to the standard, has not led to a sensory change in most parameters tested (the grounding, characteristic color, brightness, characteristic smell, strange smell, spicy flavor and bitter taste); have led to a reduction of characteristic taste perception, in an increase of the acidic taste and to a decrease of the conformity ( $p < 0.05$ ) after 66 days of storage, thereby it being possible to consider that these changes were not sufficiently relevant to reducing their overall quality characteristics and shelf life extension in this product. The results of physicochemical parameters confirmed what was obtained by sensory analysis.

For the sliced pork loin, there were no major change in sensory parameters like characteristic color, characteristic odor and strange smell, and there were no changes in the perception of acid taste; however there was a significant decrease in conformity to storage limit to 124 days, with no differences between the two cultures tested. At the last sampling time there was a reduction of flavor and greasiness and pH for all the treatments, and an increase in bitterness for samples inoculated in 40% CO<sub>2</sub>. There were no significant differences between the types of atmosphere tested; however in principal component analysis and with modified atmosphere with a higher content of CO<sub>2</sub>, the results of sensory attributes in the loin were more extreme and more marked with the increase of storage time. The results of physicochemical parameters strengthened the obtained sensory results. The method of LAB application by immersion took over all sampling points to a higher moisture content and juiciness and lower hardness, either sensory or instrumentally.

Inoculation of LAB cultures in tested products led to the reduction of *Listeria innocua* values over storage time, thus demonstrating that may cause *in situ* adverse conditions for the growth of *Listeria monocytogenes*, a pathogenic microorganism. This work also showed that the addition of an indigenous culture and smoked products (*Lactobacillus sakei* ST153) led to similar results to those of commercial culture.

The biopreservation by adding strains of lactic acid bacteria demonstrated that can be an alternative to chemical control technology, ensuring the microbiological safety of products, while maintaining their sensory characteristics so appreciated by consumers, and also maintaining their traditional production method.

Keywords: Alheira, smoked pork loin, lactic acid bacteria, biopreservation, sensory analysis.

## Índice

Índice de Tabelas.....	xiii
Índice de Figuras .....	xvi
1. Introdução geral .....	1
2. Revisão bibliográfica .....	5
2.1. Alimentos tradicionais portugueses enchidos e fumados.....	6
2.1.1. Alheira.....	6
2.1.2. Lombo de porco fumado .....	7
2.2. O uso de conservantes em produtos cárneos .....	8
2.3. O uso de bactérias do ácido láctico na conservação de alimentos.....	10
2.4. Métodos de aplicação das bactérias do ácido láctico.....	12
2.5. O uso de atmosfera modificada na conservação de alimentos.....	12
2.6. A análise sensorial .....	14
3. Materiais e métodos.....	16
3.1. Delineamento experimental.....	17
3.1.1. Alheira.....	17
3.1.2. Lombo de porco fumado fatiado.....	18
3.1.3. Inoculação com <i>Listeria innocua</i> .....	19
3.2. Preparação das amostras.....	20
3.2.1. Alheiras.....	20
3.2.2. Lombo de porco fumado fatiado.....	22

3.3.	Procedimento experimental.....	25
3.3.1.	Alheira.....	25
3.3.2.	Lombo de porco fumado fatiado.....	26
3.4.	Análise sensorial.....	27
3.4.1.	Alheira.....	28
3.4.2.	Lombo de porco fumado fatiado.....	28
3.5.	Análise de textura .....	30
3.6.	Determinação do teor de humidade .....	31
3.7.	Determinação do pH .....	32
3.8.	Determinação da composição da atmosfera.....	32
3.9.	Análise estatística dos dados.....	33
3.10.	Análises microbiológicas.....	34
4.	Resultados e discussão .....	35
4.1.	Análise sensorial e físico-química.....	36
4.1.1.	Alheira.....	36
4.1.2.	Lombo de porco fumado fatiado.....	45
4.2.	Comparação com resultados de microbiologia.....	56
4.2.1.	Alheira.....	56
4.2.2.	Lombo de porco fumado fatiado.....	57
4.3.	Controlo das atmosferas modificadas.....	58
5.	Conclusões.....	60
5.1.	Alheira.....	61
5.2.	Lombo de porco fumado fatiado.....	62
6.	Bibliografia.....	64
7.	Apêndices .....	73
7.1.	Apêndice A – Ficha para a análise sensorial da Alheira .....	74

7.2. Apêndice B – Ficha para a análise sensorial do lombo de porco fumado fatiado.....	75
7.3. Apêndice C – Resultados da análise sensorial da alheira.....	76
7.4. Apêndice D – Resultados da análise sensorial do lombo de porco fumado fatiado.....	78
7.5. Apêndice E – Resultados das análises físico-químicas na alheira.....	80
7.6. Apêndice F – Resultados das análises físico-químicas no lombo porco fumado fatiado.....	81
7.7. Apêndice G – Resultados das análises microbiológicas.....	82
7.8. Apêndice H – Análises de variância para a análise sensorial da alheira .....	83
7.9. Apêndice I – Análises de variância para a análise sensorial do lombo de porco fumado fatiado.....	88

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tempo após embalamento correspondente aos pontos de amostragem referidos no estudo da alheira.....	17
Tabela 2 - Tempo após embalamento correspondente aos pontos de amostragem referidos no estudo do lombo de porco fumado fatiado.....	18
Tabela 3 - Divisão das amostras por conteúdo e ensaio a realizar no estudo das alheiras. ....	21
Tabela 4 - Divisão das amostras por conteúdo e ensaio a realizar no estudo do lombo fumado fatiado. ....	23
Tabela 5 - Valores de pH de amostras de alheiras publicados em diferentes estudos. ....	38
Tabela 6 - Resultados de análise sensorial (ligação massa, cor, brilho, cheiro característico) na alheira. ....	76
Tabela 7 - Resultados de análise sensorial (cheiro estranho, dureza, adesividade, sabor característico) na alheira. ....	76
Tabela 8 - Resultados de análise sensorial (sabor ácido, sabor picante, sabor amargo, conformidade) na alheira. ....	77
Tabela 9 - Resultados de análise sensorial (cor característica, untuosidade, cheiro característico, cheiro estranho) do lombo de porco fumado fatiado. ....	78
Tabela 10 - Resultados de análise sensorial (dureza, suculência, sabor característico) do lombo de porco fumado fatiado. ....	79
Tabela 11 - Resultados de análise sensorial (sabor ácido, sabor amargo, conformidade) do lombo de porco fumado fatiado. ....	79
Tabela 12 - Resultados das análises físico-químicas na alheira.....	80
Tabela 13 - Resultados das análises físico-químicas no lombo de porco fumado fatiado. ....	81
Tabela 14 - Enumeração de <i>Listeria innocua</i> e das bactérias do ácido láctico (LAB) na matriz da alheira ao longo de tempo de estudo (log ufc/g). ....	82

Tabela 15 - Enumeração de <i>Listeria innocua</i> e das bactérias do ácido láctico na matriz de lombo ao longo do tempo de armazenamento e da atmosfera 20% CO <sub>2</sub> (log ufc/g). .....	82
Tabela 16 - Enumeração de <i>Listeria innocua</i> e das bactérias do ácido láctico na matriz de lombo ao longo do tempo de armazenamento e da atmosfera 40% CO <sub>2</sub> . .....	82
Tabela 17 - Análise de variância para o primeiro ponto de amostragem (T0) da análise sensorial da alheira .....	83
Tabela 18 - Teste LSD para o sabor ácido (T0) .....	83
Tabela 19 - Análise de variância para o segundo ponto de amostragem (T1) da análise sensorial da alheira .....	83
Tabela 20 - Teste LSD para o sabor ácido (T1) .....	84
Tabela 21 - Teste LSD para a Conformidade (T1).....	84
Tabela 22 - Análise de variância para o terceiro ponto de amostragem (T2) da análise sensorial da alheira .....	84
Tabela 23 - Teste LSD para o sabor ácido (T2) .....	84
Tabela 24 - Análise de variância para o quarto ponto de amostragem (T3) da análise sensorial da alheira .....	85
Tabela 25 - Teste LSD para o sabor ácido (T3) .....	85
Tabela 26 - Análise de variância da análise sensorial da alheira: comparação de produtos.....	85
Tabela 27 - Teste LSD para o sabor ácido (comparação de produtos) .....	86
Tabela 28 - Teste LSD para a Conformidade (comparação de produtos).....	86
Tabela 29 - Análise de variância da análise sensorial da alheira: evolução no tempo	87
Tabela 30 - Teste de LSD para a dureza (evolução no tempo) .....	87
Tabela 31 - Teste de LSD para o sabor característico (evolução no tempo) .....	87
Tabela 32 - Análise de variância para o primeiro ponto de amostragem (T0) da análise sensorial do lombo de porco fumado fatiado.....	88
Tabela 33 - Teste LSD para o sabor característico (T0) .....	88
Tabela 34 - Análise de variância para o segundo ponto de amostragem (T1) da análise sensorial do lombo de porco fumado fatiado .....	88
Tabela 35 - Teste LSD para a untuosidade (T1).....	89



Tabela 36 - Análise de variância para o terceiro ponto de amostragem (T2) da análise sensorial do lombo de porco fumado fatiado .....	89
Tabela 37 - Teste LSD para a dureza (T2) .....	89
Tabela 38 - Teste LSD para a suculência (T2).....	90
Tabela 39 - Análise de variância para o quarto ponto de amostragem (T3) da análise sensorial do lombo de porco fumado fatiado .....	90
Tabela 40 - Análise de variância da análise sensorial do lombo de porco fumado fatiado: comparação de produtos .....	90
Tabela 41 - Teste LSD para a dureza (Comparação de produtos).....	91
Tabela 42 - Teste LSD para a Conformidade (Comparação de produtos) .....	91
Tabela 43 - Análise de variância da análise sensorial do lombo de porco fumado fatiado: evolução no tempo.....	91
Tabela 44 - Teste LSD para a untuosidade (evolução no tempo).....	92
Tabela 45 - Teste LSD para a dureza (evolução no tempo) .....	92
Tabela 46 - Teste LSD para a suculência (evolução no tempo).....	92
Tabela 47 - Teste LSD para o sabor característico (evolução no tempo) .....	92
Tabela 48 - Teste LSD para o sabor amargo (evolução no tempo).....	93
Tabela 49 - Teste LSD para a conformidade (evolução no tempo) .....	93

## Índice de Figuras

Figura 1 – Amostras de alheiras embaladas.....	21
Figura 2 – Embaladora de atmosfera modificada (Yang Technology Systems).....	22
Figura 3 – Embalagens contendo o lombo de porco fumado fatiado (antes do embalamento em MAP).....	24
Figura 4 – Fluxograma do processo experimental (alheira).....	25
Figura 5 – Fluxograma do processo experimental (fatiados).....	26
Figura 6 – Cabine de análise sensorial contendo as fichas de prova.....	27
Figura 7 – Amostras de lombo de porco fumado fatiado.....	29
Figura 8 – Texturómetro (Stable Micro Systems).....	30
Figura 9 – Medição de pH em amostras de alheira (a) e em lombo fumado fatiado (b). .....	32
Figura 10 – Sensor de gás (PBI DanSensor).....	33
Figura 11 – Intensidade do sabor característico para as diferentes amostras de alheira ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).....	36
Figura 12 – Intensidade do sabor ácido para as diferentes amostras de alheira ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).....	37
Figura 13 - Evolução ao longo do tempo dos valores de pH para as diferentes amostras de alheira.....	38
Figura 14 – Intensidade da adesividade para as diferentes amostras de alheira ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).....	39
Figura 15 - Gráfico dos valores de adesividade medida instrumentalmente para as diferentes amostras de alheira ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão). .....	40
Figura 16 – Intensidade da dureza da massa (sensorial) para as diferentes amostras de alheira ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).....	41
Figura 17 - Valores de dureza medida instrumentalmente para as diferentes amostras de alheira ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).....	41

Figura 18 – Valores do teor de humidade obtidos para as diferentes amostras de alheira ao longo do tempo.....	42
Figura 19 - Parâmetro conformidade para as diferentes amostras de alheira ao longo do tempo. O limite de conformidade representa o ponto médio entre as alheiras consideradas com defeito ou sem defeito (Bom).....	43
Figura 20 – Análise dos componentes principais com projecção a) variáveis e b) casos relativos à análise sensorial das diferentes amostras de alheira ao longo do tempo..	44
Figura 21 – Intensidade do sabor característico para as diferentes amostras de lombo de porco fatiado ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).....	45
Figura 22 – Intensidade do sabor ácido para as diferentes amostras de lombo de porco fatiado ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).....	46
Figura 23 – Evolução dos valores de pH para as diferentes amostras de lombo de porco fumado fatiado ao longo do tempo.....	47
Figura 24 – Intensidade do sabor amargo para as diferentes amostras de lombo de porco fatiado ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).....	47
Figura 25 – Intensidade da dureza (sensorial) para as diferentes amostras de lombo de porco fatiado ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).....	48
Figura 26 - Evolução dos valores de dureza obtidos instrumentalmente para as diferentes amostras de lombo de porco fatiado ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).....	49
Figura 27- Intensidade da untuosidade para as diferentes amostras de lombo de porco fatiado ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).....	50
Figura 28 – Valores do teor de humidade obtidos ao longo do tempo para as diferentes amostras de lombo de porco fumado fatiado (colunas: média; barras: desvio padrão).....	51
Figura 29 - Intensidade da suculência para as diferentes amostras de lombo de porco fatiado ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).....	52
Figura 30 – Conformidade para as diferentes amostras de lombo de porco fatiado ao longo do tempo. O limite de conformidade representa o ponto médio entre os consideradas com defeito ou sem defeito (Bom).....	53

Figura 31 – Análise dos componentes principais com projecção a) variáveis e b) casos relativos à análise sensorial das diferentes amostras de lombo de porco fumado fatiado ao longo do tempo.....	53
Figura 32 – Evolução de <i>Listeria innocua</i> e das bactérias do ácido láctico na matriz da alheira ao longo do tempo.....	56
Figura 33 - Evolução de <i>Listeria innocua</i> e das bactérias do ácido láctico na matriz de lombo ao longo do tempo de armazenamento (atmosfera 20% CO <sub>2</sub> ). .....	57
Figura 34 – Evolução de <i>Listeria innocua</i> e das bactérias do ácido láctico na matriz de lombo ao longo do tempo de armazenamento (atmosfera 40% CO <sub>2</sub> ). .....	58
Figura 35 – Teor de dióxido de carbono presente nas embalagens de lombo de porco fumado fatiado. ....	58
Figura 36 – Teor de oxigénio presente nas embalagens do lombo de porco fumado fatiado. ....	59

# **1. Introdução geral**

O sul da Europa é uma região conhecida pela produção e consumo de produtos de carne produzidos com recurso a tecnologias de secagem, fermentação, cozimento e fumagem, tal como o presunto seco ou vários enchidos tipo salame. O fabrico de produtos de carne é uma tradição de longa em Portugal, onde são produzidas várias dezenas de produtos tradicionais de carne com características tecnológicas e sensoriais únicas (Patarata *et al.*, 2008). Estes produtos têm um enorme impacto na economia do sudoeste europeu, sendo por isso importante o desenvolvimento de novas tecnologias que permitam aumentar o seu valor comercial (Jácome *et al.*, 2013).

A redução simultânea da actividade da água e pH inibe parcialmente o desenvolvimento de bactérias patogénicas, durante as várias fases de fabrico (Ferreira *et al.*, 2007). Nos processos produtivos industriais com interesses tecnológicos específicos recorrem-se a aditivos sintéticos para reforçar a conservação, sendo que os nitritos são utilizados nos produtos curados para estabilizar a cor e inibir o desenvolvimento de microrganismos patogénicos (Casp and Abril, 2003).

A utilização de nitritos em carnes é limitada dado o risco para a saúde do consumidor, devido à formação de nitrosaminas carcinogénicas (Casp and Abril, 2003). A adição destes conservantes é uma decisão baseada na relação risco/benefício, na medida em que podem causar intoxicações pela sua ingestão excessiva mas existe o risco de não controlar o crescimento de bactérias patogénicas, entre as quais o *Clostridium botulinum* e consequente formação da toxina botulínica (Jácome *et al.*, 2013) no caso da não adição ou adição em quantidades reduzidas.

Novas estratégias, como a bioconservação, têm ganho relevo como meio de controlar "naturalmente" o crescimento de microrganismos patogénicos e deteriorantes (Mataragas *et al.*, 2003), tendo-se observado nos últimos anos um crescente interesse pela utilização de bactérias do ácido láctico e as suas bacteriocinas na conservação de alimentos.

A bioconservação de alimentos pela adição de culturas e substâncias naturais apresenta-se como uma alternativa interessante para aumentar o tempo de prateleira e garantir a segurança biótica e abiótica do produto mantendo as suas características sensoriais ao mesmo tempo que se reduzem os aditivos sintéticos (Jácome *et al.*, 2013), sendo importante desenvolverem-se novos conceitos e tecnologias que permitam aumentar o valor comercial destes produtos. Esta tecnologia cria condições desfavoráveis para o desenvolvimento de microrganismos patogénicos, através da introdução de substâncias naturais como as bacteriocinas produzidas por bactérias do ácido láctico (LAB).

O projeto Biofumados – Tradição vs. Qualidade, co-financiado pela Medida I&DT Empresas, Projetos em Co-promoção do QREN, teve como objetivo incrementar a capacidade de inovação da empresa “MinhoFumeiro, Enchidos Tradicionais” na área dos enchidos e fumados tradicionais portugueses, tirando partido das propriedades bioprotetoras das culturas de bactérias do ácido láctico e suas bacteriocinas na produção de enchidos e fumados "seguros" e com sabor de enchido "tradicional português", tendo como parceiros do sistema científico nacional o Instituto Politécnico de Viana do Castelo e a Escola Superior de Biotecnologia.

O objectivo geral deste trabalho no âmbito mais alargado do projeto Biofumados foi avaliar o efeito da adição de diferentes LAB na qualidade de produtos fumados e curados tradicionais portugueses como a alheira e o lombo fumado fatiado.

Os objetivos específicos, baseados na avaliação das características sensoriais e físico-químicas da alheira e do lombo fumado fatiado ao longo do tempo foram:

- Avaliar a influência da adição das LAB nos parâmetros sensoriais (relacionados com aspecto, textura, sabor e conformidade);
- Avaliar a influência da adição das LAB nos parâmetros físico químicos (textura, pH e teor de humidade);

- Determinar se existem diferenças na avaliação sensorial e físico-química entre duas composições gasosas utilizadas no embalamento em atmosfera modificada do lombo fatiado.

- Perante os resultados obtidos, determinar qual a cultura de bactérias do ácido láctico testadas se adequaria mais ao produto.



## **2. Revisão bibliográfica**

## **2.1. Alimentos tradicionais portugueses enchidos e fumados**

Os produtos cárneos transformados apresentam uma grande variedade de sabores, texturas e formas, como resultado da diversidade das matérias-primas, dos ingredientes e dos processos de fabrico utilizados. Os produtos tradicionais portugueses fumados e curados à base de carne são produtos únicos que têm origem na região que lhes dá o nome e que têm uma forte ligação com essa mesma região, de tal forma que é possível demonstrar que a qualidade do produto é influenciada pelas raças animais, solo, vegetação, clima e tecnologia de fabrico (Vieira da Silva *et al.*, 2003).

Estes produtos têm um enorme impacto na economia portuguesa e dos países do sudoeste europeu. Hoje em dia fumar ou curar um alimento tem como principal objetivo dotá-lo de características organolépticas diferenciadas de acordo com o modo de produção, a cultura gastronómica ou o território onde este é fabricado (Jácome *et al.*, 2013). Entre os vários produtos tradicionais da região Norte destacam-se os enchidos e os produtos cárneos curados com bastante representação a nível local e nacional, tal como as alheiras, chouriços, linguças, entre outros (Vieira da Silva *et al.*, 2003).

### **2.1.1. Alheira**

A alheira é um enchido tradicional fumado à base de carne fermentada, produzida no Norte de Portugal, cuja origem remonta ao final do século XV (Campos *et al.*, 2013), durante o período de Inquisição, quando a comunidade judaica concebeu um tipo de enchido que dava a aparência de que era feita com carne de porco, mas realmente continha uma variedade de carnes, incluindo carne de caça fortemente temperada (como perdiz), contendo sempre alho, que é, etimologicamente, o ingrediente base de alheira e aves de capoeira a fim de manter o anonimato e não

ser traído pelos seus hábitos alimentares, e desta forma poder consumir produtos semelhantes aos que os cristãos produziam (Patarata *et al.*, 2008).

Actualmente, a carne de porco bem como outros tipos de carnes são adicionados à alheira, sendo geralmente fabricada a partir de carne de porco, frango, e carne bovina. A carne é desfiada manualmente e cozida num caldo temperado. A calda de cozimento é usada para humedecer as fatias de pão de trigo, sendo a carne e pão humedecido misturadas e adicionada gordura de porco ou azeite (Patarata *et al.*, 2008). Após mistura, forma-se uma pasta que é inserida nos intestinos de porco (tripa) ou em invólucros de celulose para a produção de enchidos (Felicio *et al.*, 2011). As alheiras passam depois por um processo de secagem e fumagem, com duração variável (entre 2 a 8 dias).

O processo de secagem e fumagem tem-se revelado suficiente para obter uma diminuição do pH e actividade da água, características que, por si só ou em conjunto, asseguram a estabilidade do produto à temperatura ambiente, sendo também inibida, pelo menos parcialmente, o desenvolvimento de bactérias patogénicas (Esteves *et al.*, 2008).

Segundo a Norma Portuguesa NP 598 (1969), a alheira deve ter um aspecto amarelado não homogéneo, brilhante, consistência pastosa, invólucro sem rupturas e aderente à massa. A massa é perfeitamente ligada, de aspecto granuloso, com cor de diversas tonalidades consoante a matéria-prima utilizada, e com cheiro e sabor “*sui generis*” (NP598, 1969).

### **2.1.2. Lombo de porco fumado**

O lombo de porco seco fumado é um produto com algum consumo no país, que se encontra dentro da gama dos fumados inteiros, como o presunto. As pesquisas efetuadas levaram à conclusão que este não se afigura como sendo um dos principais produtos tradicionais em Portugal, nem é objeto de produção científica de relevo.

Os trabalhos que estudaram este produto referem-se geralmente a aspectos genéticos do animal, na percepção sensorial do lombo de porco fumado curado com características genéticas diferentes e a relação com a qualidade da carne ((Hullberg *et al.*, 2005a; Hullberg *et al.*, 2005b), ou um estudo das mudanças na estrutura histológica e físico-química deste produto submetido ao congelamento (Szmanko *et al.*, 1995). Os japoneses são grandes consumidores deste tipo de produto uma vez que, que preferem lombo de porco curado fumado em vez de produtos secos ou fermentados (Kawahara *et al.*, 2006). As informações sobre a sua caracterização foram feitas com base na pesquisa ao mercado existente.

É um produto fumado obtido através do lombo de porco devidamente aparado e liberto de peles e gorduras, sendo imerso durante um certo período de tempo em salmoura com alguns condimentos, posteriormente fica cerca de 8 dias em maturação sendo depois pendurados em carros de fumeiro, ficando em repouso durante 24 horas, seguindo-se a fase de secagem e posterior tratamento térmico com fumo (lenha de azinho). Finda esta fase segue-se a estabilização em câmara com temperatura e humidade controlada até o produto atingir as condições ótimas para ser embalado. Tem forma direita e cilíndrica, o seu aspecto exterior é castanho avermelhado, brilhante e com consistência rígida tendo um sabor intenso através da típica vinha-d'alhos. (CNC, 2014; Saboresebemreceber.com, 2008)

## **2.2. O uso de conservantes em produtos cárneos**

A indústria alimentar recorre à utilização de nitratos e nitritos nos produtos cárneos curados e fumados, particularmente o nitrato de potássio (E-252) durante a cura, para ver assegurada uma característica sensorial, de predominância cultural, típica nestes produtos, e para conservação pela inibição do crescimento de microrganismos patogénicos, nomeadamente a inativação de *Clostridium botulinum* e, por sua vez, da formação da sua toxina (Jácome *et al.*, 2013).

O uso de nitratos e nitritos no fabrico de produtos à base de carne é normalmente expresso como “cura”. A cura de carnes é um procedimento que tem por finalidade

conservar a carne por um período de tempo mais longo pela adição de sal, compostos fixadores de cor (nitratos e/ou nitritos), açúcar e condimentos, o que também lhe confere determinadas propriedades sensoriais (Roça, 2002).

Nos tempos antigos, a cura preservava a carne e o peixe, e era feita através da utilização de sal, que reduzia a actividade da água e inibia os microrganismos. No entanto, no século IX começou-se a entender que existiam sais que preservavam melhor que outros, sendo que o  $\text{KNO}_3$ , um contaminante do sal, aumentava a preservação da carne e dava uma cor vermelha ao produto (Honikel, 2008). Em 1960, legisladores americanos ficaram preocupados com a segurança do uso de nitrito, quando estudos demonstraram a presença de nitrosaminas cancerígenas em produtos cárneos curados, e no início dos anos 1970, um estudo do Instituto de Tecnologia de Massachusetts identificou o nitrito como uma possível substância cancerígena. Como os estudos levantaram preocupações sobre a segurança de nitrito, os reguladores tiveram que ter em conta o risco de cancro contra o papel comprovado de proteger os consumidores de bactérias mortais (McCutcheon, 1984).

Actualmente o principal uso de nitrito e de nitrato está na capacidade dos seus produtos de decomposição em inibir a germinação de esporos de *Clostridium botulinum* nos alimentos e, conseqüentemente, para evitar a produção da sua toxina. Esta permissão persiste, apesar do facto de que o nitrito é reconhecido por atuar como um precursor para compostos potencialmente carcinogénicos (Hill, 1996).

O efeito conservante das técnicas de conservação tradicionais pode ser insuficiente em alguns casos, pelo que o uso de aditivos químicos para garantia da segurança microbiológica está vulgarizado, menosprezando-se, por vezes, a segurança química do alimento (Jácome *et al.*, 2013).

Estudos recentes demonstraram que a *Listeria monocytogenes* pode sobreviver mesmo com uma combinação de pH baixo, baixa actividade de água, cloreto de sódio e nitratos (Mataragas *et al.*, 2003).

### **2.3. O uso de bactérias do ácido láctico na conservação de alimentos**

Nos últimos anos, o uso de bactérias do ácido láctico (LAB) na conservação de alimentos tem ganho um especial destaque devido à capacidade de controlarem o crescimento de microrganismos patogénicos, especialmente para inibir o crescimento de *L. monocytogenes* (Jácome *et al.*, 2013; Bredholt *et al.*, 2001). A bioconservação por LAB é um método de conservação que através do controlo de certas condições permite aumentar a vida útil e a segurança alimentar dos alimentos. A aplicação de estirpes bioprotetoras, assim como os metabolitos produzidos por elas, demonstrou ter controlo sobre diversos microrganismos indesejáveis, conseguindo aumentar o tempo de vida útil dos alimentos e aumentar a segurança do próprio alimento (Vásquez *et al.*, 2009).

As bactérias lácticas originalmente isoladas de carnes e derivados são, provavelmente, as melhores candidatas para a melhoria da segurança microbiológica destes alimentos, uma vez que estão bem adaptadas às condições em carnes e, portanto, serão mais competitivas do que bactérias lácticas de outras fontes (Schillinger and Lucke, 1989). O uso de estirpes protetoras selecionadas de produtos curados e fumados e a sua aplicação de forma otimizada nos mesmos permite reduzir ou até eliminar a adição de agentes conservantes como nitratos e nitritos mantendo a qualidade e a segurança do produto final, embora pouco se saiba sobre a produção de bacteriocinas por bactérias do ácido láctico em produtos portugueses à base de carne fumada (Todorov *et al.*, 2010).

Jensen e Paddock, em 1940, foram os primeiros a descrever a adição de bactérias do ácido láctico na produção de enchidos. Usaram culturas puras e mistas e indicaram que as bactérias reduziram o tempo de maturação, impediram o desenvolvimento de produtos com defeito e melhoraram o sabor. Além disso, o

ácido produzido pela fermentação de açúcares adicionados contribuiu para o controlo de agentes patogénicos e microrganismos deterioradores e também melhorou a textura (Garriga *et al.*, 1996). Na maior parte dos casos, a formação de ácido láctico e acético a partir dos hidratos de carbono e a consequente descida do pH são responsáveis pelo efeito antagonista. Contudo, em muitos alimentos o aumento do sabor ácido é indesejável (Schillinger and Lucke, 1989). A forte acumulação de ácidos orgânicos em produtos cárneos é considerada como desagradável, levando a níveis de acidez inaceitáveis detectados pelo painel de provadores (Vasilopoulos *et al.*, 2010).

Existe um interesse crescente no uso de LAB como conservantes naturais, devido ao potencial de produção de metabolitos com atividade antimicrobiana, como ácidos orgânicos (láctico e acético), peróxido de hidrogénio, enzimas antimicrobianas e bacteriocinas (Albano *et al.*, 2007). As bacteriocinas podem definir-se como macromoléculas com a capacidade de exercer ação bactericida em algumas bactérias tais como a *L. monocytogenes* (Casp and Abril, 2003).

Bacteriocinas de largo espectro apresentam usos mais amplos, enquanto bacteriocinas de espectro estreito podem ser usadas mais especificamente para inibir selectivamente certas bactérias de alto risco em alimentos como *L. monocytogenes*, sem afetar a microbiota inofensiva. A eficácia de bacteriocinas é muitas vezes ditada por factores ambientais, como pH, temperatura, composição alimentar e estrutura, bem como a microbiota presente naturalmente no alimento (Galvez *et al.*, 2007).

Alguns estudos têm demonstrado que bactérias do ácido láctico que não produzem bacteriocinas também são capazes de controlar o crescimento microbiano em produtos alimentares (Vermeiren *et al.*, 2006).

#### **2.4. Métodos de aplicação das bactérias do ácido láctico**

A bioconservação pode ser aplicada em produtos cárneos curados e/ou fumados através de métodos de adição de duas formas: *in situ*, ou seja, o processo desenvolve-se na matriz do alimento de forma autónoma ou *ex situ*, onde as culturas protetoras são produzidas em condições controladas e só depois adicionadas ao alimento (Vásquez *et al.*, 2009).

Como exemplo de técnica *in situ* estão a adição de culturas puras e viáveis de LAB com capacidade de produção de bacteriocinas e adição de LAB mesófilas para salvaguardar a sua viabilidade durante um possível abuso de temperatura durante o processo de fabrico. Nas técnicas *ex situ* são exemplos a adição de bacteriocinas em extrato cru ou a adição de substâncias antagónicas puras ou semipuras como as bacteriocinas (Jácome *et al.*, 2013; Vásquez *et al.*, 2009).

#### **2.5. O uso de atmosfera modificada na conservação de alimentos**

Aplicações que combinam a tecnologia de barreiras e o processamento mínimo abrem novas perspetivas para o armazenamento e conservação de alimentos. As atmosferas modificadas são amplamente utilizadas na conservação e comercialização de variados géneros alimentícios, incluindo carnes e produtos derivados da carne. A atmosfera modificada e a embalagem a vácuo são mais bem aceites pelos consumidores do que outras formas de processamento, proporcionando tempos prolongados de prateleira, mantendo a qualidade da carne e atributos semelhantes aos do produto fresco (Ruiz-Capillas *et al.*, 2012).

A embalagem em atmosfera modificada (MAP) é uma tecnologia de conservação de produtos alimentares que consiste na modificação da atmosfera que envolve o produto, relativamente ao ar atmosférico (78,08 % v/v N<sub>2</sub> (azoto), 20,96 % O<sub>2</sub> (oxigénio), e 0,03 % CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), sendo o restante vapor de água e gases nobres ou inertes), com o objetivo de manter a qualidade do produto e



umentar o seu tempo de vida útil, ao atuar ao nível microbiológico, fisiológico, químico e físico (Mullan and McDowell, 2003; Ooraikul, 2003; Simpson *et al.*, 2009)

Os gases mais utilizados em MAP são o CO<sub>2</sub>, o O<sub>2</sub> e o N<sub>2</sub>. A presença de CO<sub>2</sub> apresenta um efeito bacteriostático e é por isso o componente mais importante nas misturas de gases mais comuns (Rodriguez-Aguilera and Oliveira, 2009; Simpson *et al.*, 2009). O dióxido de carbono é conhecido por ser o gás ativo na embalagem de atmosfera modificada. No entanto, apenas a parte dissolvida do CO<sub>2</sub> será ativo na inibição de microrganismos (Devlieghere *et al.*, 1998). A presença de O<sub>2</sub> inibe o crescimento de microrganismos anaeróbios mas promove o crescimento de aeróbios, porém promove algumas reações indesejáveis de oxidação e de destruição de vitaminas; é principalmente usado em carnes vermelhas frescas (Rodriguez-Aguilera and Oliveira, 2009). Produtos cárneos cozidos são, por isso, embalados em atmosferas livres de oxigénio. O armazenamento dos produtos de carne cozida em atmosfera modificada irá inibir as bactérias deteriorativas psicotróficas gram-negativas e, portanto, irá resultar numa dominância das bactérias lácticas (Devlieghere *et al.*, 1998)

A aplicação de MAP nos produtos de carne curada tem crescido muito nos últimos anos. A embalagem a vácuo também tem sido bastante utilizada no mercado, porque o produto é apresentado de uma forma mais atraente, ao mesmo tempo que a sua qualidade é preservada, sendo prolongado o prazo de validade (Rubio *et al.*, 2007).

Encontra-se vulgarizada atualmente a utilização de concentrações de 20-30 % em CO<sub>2</sub> para produtos cárneos cozidos e fumados (Haile *et al.*, 2013; Parra *et al.*, 2012; Kreyenschmidt *et al.*, 2010; Leroy *et al.*, 2009; Thorsen *et al.*, 2009; Moller *et al.*, 2000; Beumer *et al.*, 1996). A presença de O<sub>2</sub> neste tipo de produtos leva a alterações organoléticas que reduz a aceitabilidade do produto pelo consumidor. Moller *et al.* (2000) estudou o efeito de níveis residuais de O<sub>2</sub> em MAP com 20% CO<sub>2</sub> na estabilidade da cor de fiambre fatiado, tendo verificado que níveis iguais ou inferiores a 0,1% de O<sub>2</sub> protegem o produto da descoloração quando exposto à luz no expositor de venda.

Para prolongar eficazmente a vida útil de um produto de carne em MAP, tem de se ter em conta certas limitações relacionadas com a aplicação das culturas bioprotetoras de LAB em tais matrizes: a forte acumulação de ácidos orgânicos pode levar a uma acidez inaceitável, e a eficácia das bacteriocinas pode ser comprometida pelas dificuldades de difusão na carne e por outros ingredientes tais como sais, emulsionantes ou nitratos (Vasilopoulos *et al.*, 2010).

## **2.6. A análise sensorial**

A avaliação sensorial é uma ciência de medição que, tal como outros procedimentos analíticos, tem em conta a precisão, exatidão e sensibilidade (Meiselman, 1993). Apesar de existirem equipamentos de medição cada vez mais precisos, como é o caso dos cromatógrafos de gás, espectrómetros de massa, espectrofotómetros UV., entre outros, a importância da análise sensorial aumentou em vez de diminuir, uma vez que os analistas perceberam que a coordenação entre métodos instrumentais e análise sensorial leva à otimização da informação (Jellinek, 1985).

Stone and Sidel (2004) definiram a análise sensorial como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos e materiais à medida que são percebidas pela visão, olfacto, sabor, toque e audição.

Conhecer as características sensoriais dos produtos alimentares é uma prioridade fundamental na indústria de alimentos. Para atingir esse objetivo, a análise descritiva quantitativa é utilizada para especificar a natureza e a intensidade das características sensoriais percebidas quando um produto é avaliado (Cartier *et al.*, 2006).

A análise descritiva provou ser a ferramenta de análise sensorial mais abrangente e informativa, tendo a capacidade de caracterizar os produtos. Nesta técnica as amostras são avaliadas por cada provador individualmente, utilizando uma série de atributos definidos previamente e recorrendo a uma escala, normalmente

representada por uma linha que pode ser convertida num valor numérico (Lawless and Heymann, 2010).

### **3. Materiais e métodos**

No âmbito da dissertação de mestrado, foi estudada a influência da adição de LAB nas características sensoriais e físico-químicas de alheiras e fatiados de lombo de porco fumado fatiado ao longo do tempo de armazenamento. Também foi estudada a influência do embalamento em MAP com duas atmosferas diferentes nas características supracitadas no lombo de porco fumado fatiado.

### **3.1. Delineamento experimental**

#### **3.1.1. Alheira**

Com o objectivo de estudar a evolução ao longo do tempo de diferentes amostras de alheiras com diferentes tratamentos, efetuaram-se 4 pontos de amostragem. Estes pontos de amostragem iniciaram-se cinco dias após o embalamento das alheiras, com intervalos não regulares, tal como apresentado na tabela 1.

**Tabela 1 – Tempo após embalamento correspondente aos pontos de amostragem referidos no estudo da alheira.**

<b>Ponto de amostragem</b>	<b>Tempo (dias)</b>
<b>T0</b>	5
<b>T1</b>	20
<b>T2</b>	35
<b>T3</b>	66

Em cada ponto de amostragem efetuou-se a análise sensorial e análises físico-químicas ao produto (textura, pH, teor de humidade), de acordo com os tratamentos descritos de seguida:

- “Padrão” – Alheira sem adição de bactérias do ácido láctico, considerada como o controlo experimental;
- “Calda” – Alheira com adição de uma quantidade extra de calda e sem adição de bactérias do ácido láctico;

- “BLC35” – Alheira com adição de uma cultura comercial de bactérias do ácido láctico contendo estirpes de *Lactobacillus curvatus*, *Staphylococcus xylosus* e *Pediococcus acidilactici*;
- “ST153” – Alheira com adição de bactérias do ácido láctico *Lactobacillus sakei* ST153.

### 3.1.2. Lombo de porco fumado fatiado

Com o objectivo de monitorizar a evolução ao longo do tempo de amostras de lombo de porco fumado fatiado com diferentes tratamentos, foram efetuados 4 pontos de amostragem. Estes pontos de amostragem iniciaram-se 5 dias após o embalamento, com intervalos não regulares, tal como apresentado na tabela 2.

Tabela 2 - Tempo após embalamento correspondente aos pontos de amostragem referidos no estudo do lombo de porco fumado fatiado.

Ponto de amostragem	Tempo (dias)
<b>T0</b>	5
<b>T1</b>	33
<b>T2</b>	94
<b>T3</b>	124

Em cada ponto de amostragem efetuou-se a análise sensorial e análises físico-químicas ao produto (textura, pH, teor de humidade) e a verificação do conteúdo da mistura gasosa na embalagem. As amostras com diferentes tratamentos encontram-se descritas de seguida:

- “Padrão” 20% – Fatiados sem adição de bactérias do ácido láctico, embalados com 20 % CO<sub>2</sub> e 80 % N<sub>2</sub> v/v;
- “Padrão” 40% – Fatiados sem adição de bactérias do ácido láctico, e embalados com 40 % CO<sub>2</sub> e 60 % N<sub>2</sub> v/v;

- “BLC35” 20% – Fatiados com adição de uma cultura comercial de bactérias do ácido láctico contendo estirpes de *Lactobacillus curvatus*, *Staphylococcus xylosum* e *Pediococcus acidilactici* e embalados com 20 % CO<sub>2</sub> e 80 % N<sub>2</sub> v/v;
- “BLC35” 40% – Fatiados com adição de uma cultura comercial de bactérias do ácido láctico contendo estirpes de *Lactobacillus curvatus*, *Staphylococcus xylosum* e *Pediococcus acidilactici* e embalados com 40 % CO<sub>2</sub> e 60 % N<sub>2</sub> v/v;
- “ST153” 20% – Fatiados com adição de bactérias do ácido láctico *Lactobacillus sakei* ST153 e embalados com 20 % CO<sub>2</sub> e 80 % N<sub>2</sub> v/v;
- “ST153” 40% – Fatiados com adição de bactérias do ácido láctico *Lactobacillus sakei* ST153 e embalados com 40 % CO<sub>2</sub> e 60 % N<sub>2</sub> v/v.

### 3.1.3. Inoculação com *Listeria innocua*

Também foram preparadas as amostras de alheira e de lombo fumado fatiado para análise microbiológica, às quais foi adicionada a bactéria *Listeria innocua*, a fim de verificar a inibição de microrganismos patogénicos por parte das LAB, sendo enviados para a Escola Superior de Biotecnologia do Porto, que posteriormente forneceria os resultados desta componente do estudo.

A inoculação com esta bactéria em específico, a *L. innocua*, deve-se à sua grande semelhança com a *L. monocytogenes*, com a excepção do facto da primeira não ser patogénica (MicrobeWiki, 2011), tendo sido já testada com sucesso a sua substituição em outros estudos (Vaz-Velho *et al.*, 2001).

Enquanto a *L. innocua* está presente naturalmente no ambiente e em alimentos, não estando habitualmente associada a nenhuma doença em humanos (Perrin *et al.*, 2003), a *L. monocytogenes* causa uma infeção grave, denominada listeriose, causada pela ingestão de alimentos contaminados acima de um determinado limite (CDC, 2014). Por este facto optou-se por inocular com a bactéria não patogénica, por razões de segurança para os operadores.

## 3.2. Preparação das amostras

### 3.2.1. Alheiras

As alheiras foram preparadas na fábrica da MinhoFumeiro, em Ponte de Lima, em Novembro de 2013. A massa das alheiras foi dividida em quatro amostras:

- A primeira amostra continha apenas a massa original da alheira, sem qualquer adição.
- Na segunda amostra foi incorporada calda (excedente líquido da produção da massa), adicionando 500 mL de calda de carne a 10 kg de massa.
- Na terceira amostra foi adicionada a cultura comercial BLC35. Estas culturas foram inicialmente diluídas em calda (adicionando 500mL de cultura ressuspendida numa solução de glucose a 10 kg de massa) sendo posteriormente adicionadas à massa. Cada alheira ficou com uma concentração de  $10^9$  UFC/g de LAB.
- Na quarta amostra adicionou-se uma cultura ST153, adicionando 500 mL de cultura a 10 kg de massa. Cada alheira ficou com uma concentração de  $10^9$  UFC/g de LAB.

Posteriormente a massa foi misturada à mão pela operadora e colocada na tripa, e levada para a fumagem, de acordo com o procedimento produtivo industrial da empresa.

De referir que foi necessário criar uma amostra onde se adicionava apenas calda (2<sup>a</sup> amostra), para que se pudessem comparar os aspectos microbiológicos, sensoriais e físico-químicos em relação às amostras que continham LAB (onde também era adicionada calda para diluição do inóculo). Pode-se então considerar que a amostra “Calda” funcionou como um segundo padrão, cujas características foram alteradas para se assemelhar às amostras inoculadas com LAB.

Três dias depois foram recebidas as diferentes amostras de alheiras no laboratório da Escola Superior de Tecnologia e Gestão, em Viana do Castelo, onde se procedeu à inoculação de algumas alheiras com *L. innocua*, através da injeção de uma



suspensão destas bactérias, fazendo-se a divisão das alheiras, com a finalidade de se proceder à distribuição pelos ensaios, como apresentado na tabela 3.

Tabela 3 - Divisão das amostras por conteúdo e ensaio a realizar no estudo das alheiras.

	Conteúdo	Ensaio a realizar
<b>Padrão</b>	Alheira	Análise sensorial, físico-química e microbiológica
<b>ST153</b>	Alheira + ST153	Análise sensorial e físico-química
<b>BLC35</b>	Alheira + BLC35	Análise sensorial e físico-química
<b>Calda</b>	Alheira + Calda	Análise sensorial e físico-química
<b>ST153+L</b>	Alheira + ST153 + <i>L. innocua</i>	Análise microbiológica
<b>BLC35+L</b>	Alheira + BLC35 + <i>L. innocua</i>	Análise microbiológica
<b>Padrão+L</b>	Alheira + <i>L. innocua</i>	Análise microbiológica
<b>Calda+L</b>	Alheira + Calda + <i>L. innocua</i>	Análise microbiológica



Figura 1 - Amostras de alheiras embaladas.

Após a inoculação anteriormente referida, embalaram-se as amostras em embalagens de poliestireno com filme de alta barreira (figura 1), com injeção de atmosfera modificada (20 % CO<sub>2</sub> e 80 % N<sub>2</sub> v/v) na máquina embaladora representada na figura 2.



Figura 2 – Embaladora de atmosfera modificada (Yang Technology Systems)

As amostras para análise microbiológica foram enviadas para a Escola Superior de Biotecnologia, no Porto, e as restantes amostras foram armazenadas em câmara frigorífica à temperatura de 4 °C.

### **3.2.2. Lombo de porco fumado fatiado**

Em Novembro de 2013 foram recebidas amostras de lombo de porco fumado fatiado da marca MinhoFumeiro, embaladas como para o consumidor final. Tendo em conta todas as regras de higiene e segurança alimentar, as embalagens foram abertas de forma a retirar o produto para se efetuar uma distribuição destes pelos tratamentos (figura 3), tal como demonstrado na tabela 4.

Tabela 4 - Divisão das amostras por conteúdo e ensaio a realizar no estudo do lombo fumado fatiado.

	Conteúdo	Composição gasosa da embalagem	Ensaio a realizar
<b>Padrão 20%</b>	Fatiado	20% CO <sub>2</sub> ; 80% N <sub>2</sub> v/v	Análise sensorial, físico-química e microbiológica
<b>Padrão 40%</b>	Fatiado	40% CO <sub>2</sub> ; 60% N <sub>2</sub> v/v	Análise sensorial, físico-química e microbiológica
<b>ST153 20%</b>	Fatiado + ST153	20% CO <sub>2</sub> ; 80% N <sub>2</sub> v/v	Análise sensorial e físico-química
<b>BLC35 20%</b>	Fatiado + BLC35	20% CO <sub>2</sub> ; 80% N <sub>2</sub> v/v	Análise sensorial e físico-química
<b>ST153 40%</b>	Fatiado + ST153	40% CO <sub>2</sub> ; 60% N <sub>2</sub> v/v	Análise sensorial e físico-química
<b>BLC35 40%</b>	Fatiado + BLC35	40% CO <sub>2</sub> ; 60% N <sub>2</sub> v/v	Análise microbiológica
<b>ST153 20% + L</b>	Fatiado + ST153 + <i>L. innocua</i>	20% CO <sub>2</sub> ; 80% N <sub>2</sub> v/v	Análise microbiológica
<b>BLC35 20% + L</b>	Fatiado + BLC35 + <i>L. innocua</i>	20% CO <sub>2</sub> ; 80% N <sub>2</sub> v/v	Análise microbiológica
<b>ST153 40% + L</b>	Fatiado + ST153 + <i>L. innocua</i>	40% CO <sub>2</sub> ; 80% N <sub>2</sub> v/v	Análise microbiológica
<b>BLC35 40% + L</b>	Fatiado + BLC35 + <i>L. innocua</i>	40% CO <sub>2</sub> ; 60% N <sub>2</sub> v/v	Análise microbiológica
<b>Padrão 20% + L</b>	Fatiado + <i>L. innocua</i>	20% CO <sub>2</sub> ; 80% N <sub>2</sub> v/v	Análise microbiológica
<b>Padrão 40% + L</b>	Fatiado + <i>L. innocua</i>	40% CO <sub>2</sub> ; 60% N <sub>2</sub> v/v	Análise microbiológica

Os fatiados foram inoculados com as bactérias do ácido láctico por imersão. Para a técnica de imersão, mergulhou-se fatia a fatia na suspensão de uma das LAB. De

seguida procedeu-se ao inóculo de *L. innocua* por pincelagem com auxílio de uma zaragatoa.



**Figura 3 – Embalagens contendo o lombo de porco fumado fatiado (antes do embalamento em MAP).**

Após a inoculação, embalaram-se as amostras em embalagens de poliestireno com filme de alta barreira em duas condições de atmosfera modificada (20% CO<sub>2</sub> e 80% N<sub>2</sub> v/v, 2<sup>a</sup>; 40% CO<sub>2</sub> e 60% N<sub>2</sub> v/v) no equipamento constante da figura 2.

As amostras para análise microbiológica foram enviadas para a Escola Superior de Biotecnologia, no Porto, e as restantes amostras foram armazenadas à temperatura de 4 °C.

### 3.3. Procedimento experimental

#### 3.3.1. Alheira

O procedimento experimental após armazenamento refrigerado para a alheira encontra-se descrito no fluxograma representado na figura 4.

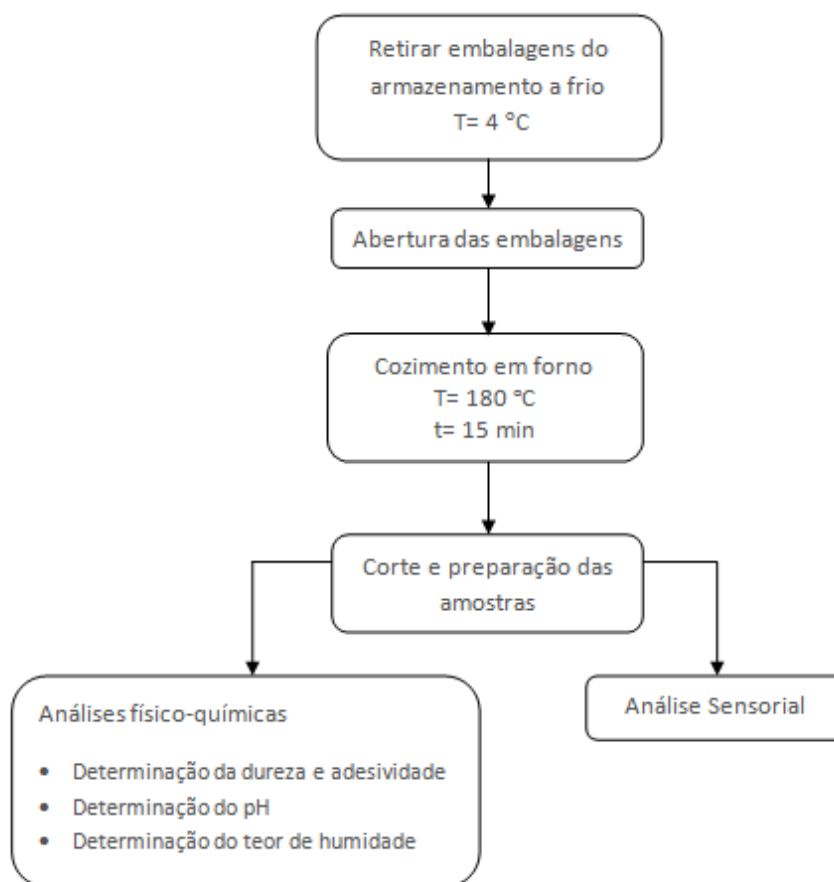


Figura 4 - Fluxograma do processo experimental (alheira).

### 3.3.2. Lombo de porco fumado fatiado

O procedimento experimental para o estudo do lombo de porco fumado fatiado encontra-se descrito no fluxograma representado na figura 5.

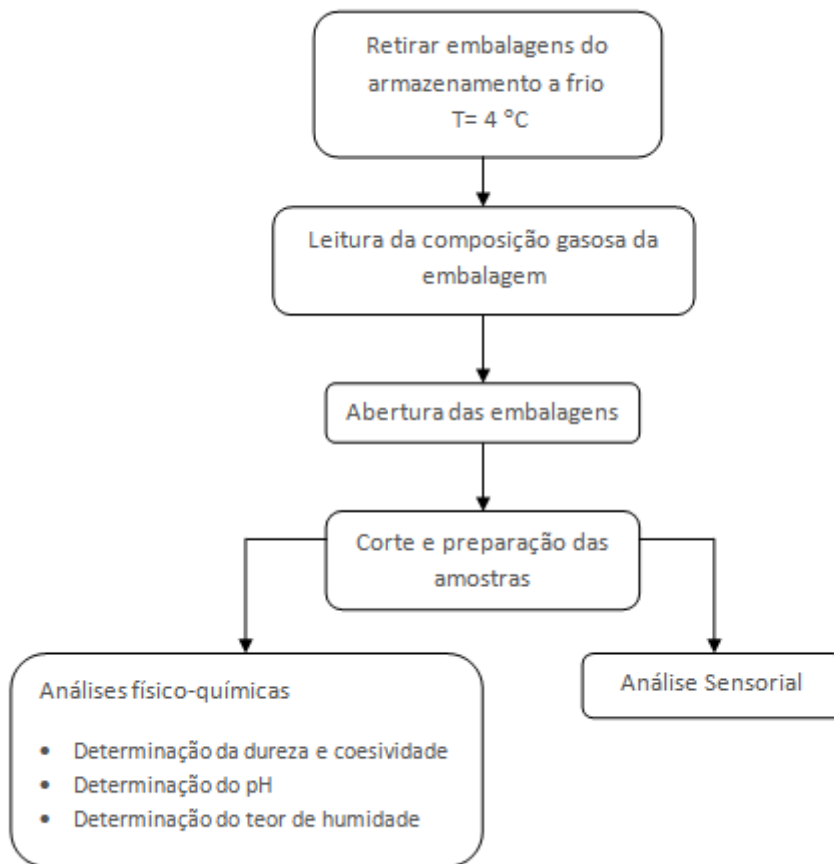


Figura 5 – Fluxograma do processo experimental (fatiados).

### 3.4. Análise sensorial

No desenvolvimento da análise sensorial foi efectuada uma análise descritiva quantitativa. Para tal, as amostras são avaliadas pelos provadores numa série de atributos que foram previamente definidos pelo painel, recorrendo a uma escala de intensidade desses mesmos atributos.

Nas experiências com alheiras e lombo de porco fumado fatiado, as amostras consideradas como “padrão” foram conservadas nas mesmas condições que as amostras inoculadas, sendo que desta forma procurou-se estabelecer a comparação entre os produtos tendo em conta a natural evolução dos mesmos ao longo do tempo de armazenagem.

As provas foram efetuadas nas instalações da Escola Superior de Tecnologia e Gestão, na sala de análise sensorial, que se encontra devidamente equipada com cabines individuais (figura 6).



Figura 6 – Cabine de análise sensorial contendo as fichas de prova.



### **3.4.1. Alheira**

Após o tratamento térmico da alheira foram cortadas secções da mesma, e dispostas em pratos. Era então dado aos provadores um prato identificado como “Padrão”, com a alheira comercial, e três pratos devidamente codificados de forma aleatória, com as alheiras alvo de análise (Calda, BLC35 e ST153).

Foram efetuadas quatro sessões de análise sensorial, ao longo de dois meses, contando com um total de 12 provadores (25% do sexo masculino e 75% do sexo feminino, com idades compreendidas entre os 27 e os 45 anos). A cada provador eram fornecidas três fichas de prova, correspondentes às três amostras a analisar. Os parâmetros sensoriais em análise foram a ligação da massa, cor característica, brilho, cheiro característico, cheiro estranho, dureza da massa na boca, adesividade na boca, sabor característico, sabor ácido, sabor picante e sabor amargo, com uma escala de intensidade de 1 a 13, onde se definiu previamente que a amostra “padrão” corresponderia à classificação média, ou seja, o valor 7. Assim sendo, os provadores classificavam as diferenças detetadas a partir deste ponto central, com exceção do parâmetro “cheiro estranho”, em que o ponto de referência da amostra era o valor 1 (ausência). A ficha de prova para a alheira é apresentada no apêndice A.

Para avaliar o parâmetro Conformidade era apresentada uma escala de 1 a 5, onde se definia que os valores 1 a 3 corresponderiam a uma classificação em que o produto se encontraria alterado (com defeito), e os valores 4 e 5 correspondiam a uma classificação atribuída a um produto conforme.

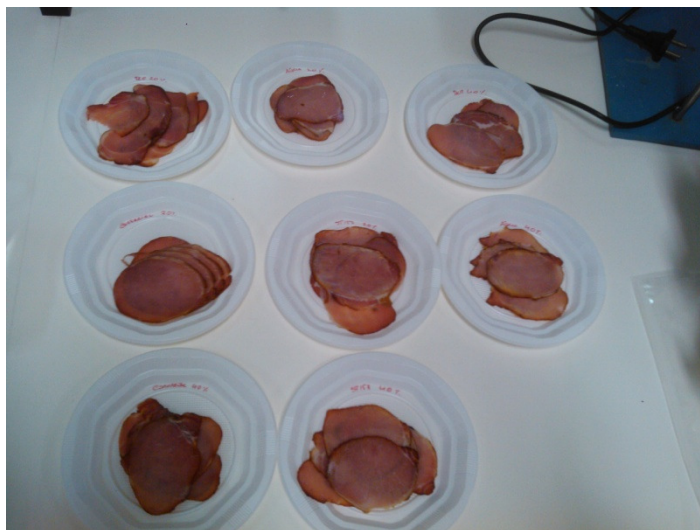
### **3.4.2. Lombo de porco fumado fatiado**

Na análise sensorial ao lombo fumado fatiado foram efetuadas quatro sessões de análise sensorial ao longo de 4 meses, contando com um painel com um total de 15



provadores (27% do sexo masculino e 73% do sexo feminino, com idades compreendidas entre os 23 e os 45 anos).

Esta análise sensorial era compreendida em duas fases: era dado um prato com a designação de “Padrão 1” aos provadores, juntamente com dois pratos com códigos aleatórios e com as respetivas fichas de prova. Na segunda fase, o procedimento era o mesmo, desta vez contando com um controlo designado de “Padrão 2” e distribuídas novas amostras. Foi necessária esta separação em duas fases, uma vez que cada uma correspondia a amostras embaladas em atmosferas modificadas diferentes (20 % de CO<sub>2</sub> e 40 % de CO<sub>2</sub>).



**Figura 7 - Amostras de lombo de porco fumado fatiado.**

Os parâmetros sensoriais em análise eram a cor característica, untuosidade, cheiro característico, cheiro estranho, dureza, suculência, sabor característico, sabor ácido e sabor amargo, com uma escala de intensidade de 1 a 13, onde se definiu previamente que a amostra “padrão” corresponderia à classificação média, ou seja, o valor 7. Assim sendo, os provadores classificavam as diferenças detetadas a partir deste ponto central, com exceção do parâmetro cheiro estranho, em que o ponto de referência da amostra era o valor 1. A ficha de prova para o lombo de porco fumado fatiado é apresentada no apêndice B.

Para avaliar o parâmetro Conformidade procedeu-se de igual forma como anteriormente descrito para o estudo da alheira.

### 3.5. Análise de textura

A análise da textura na alheira e nos fatiados foi efectuada utilizando o texturómetro TA-XT2 Plus Texture Analyzer, da Stable Micro Systems, Ltd., representado na figura 8.



Figura 8 – Texturómetro (Stable Micro Systems).

Na análise de textura da alheira foi utilizada uma sonda cilíndrica “p/10” (10 mm de diâmetro), sendo utilizado um teste de penetração. Esta análise permite determinar a dureza das amostras através da força máxima (expressa em N) e adesividade através do valor da área correspondente à área negativa (expressa em N.s), obtidas durante a penetração da sonda ao longo de 10 mm da amostra. Estes testes foram efetuados em amostras de secções cilíndricas da alheira, tendo em conta apenas a massa da mesma, efetuando 5 réplicas por amostra.

Na análise de textura dos fatiados foi utilizada uma sonda cilíndrica “p/2” (2 mm de diâmetro), onde se utilizou também um teste de penetração dupla, com 1 mm de profundidade, dada a pouca espessura das fatias, para aferir a dureza (através da força máxima registada na primeira penetração, expressa em N), e a coesividade (razão entre a força aplicada na segunda penetração pela força aplicada na primeira).

### **3.6. Determinação do teor de humidade**

O teor de humidade das amostras de alheira e lombo de porco fumado fatiado foi determinado com base no procedimento descrito na Norma Portuguesa (NP1614, 2002), relativa à determinação do teor de humidade da carne e produtos cárneos.

Este procedimento, que se resume à mistura completa com areia da toma para análise e secagem a 103 °C, compreendia os seguintes passos:

- Preparação das cápsulas com areia, transferindo areia tratada ( $\pm 15$  g) para as cápsulas e colocando-as na estufa a 103 °C durante 30 minutos, arrefecendo-as no exsiccador até à temperatura ambiente, e anotando a massa correspondente;
- Transferência da toma para análise ( $\pm 5$  g) para a cápsula, anotando a massa correspondente, e procedendo à sua mistura com a areia com auxílio de uma vareta de vidro;
- Colocação das cápsulas contendo a mistura previamente descrita na estufa, durante 2 horas, à temperatura de 103 °C, arrefecendo-as no exsiccador até à temperatura ambiente e anotando a massa correspondente.

Cada determinação foi feita em duplicado, e o cálculo para o teor de humidade foi feito com recurso à seguinte equação:

$$\frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 - m_0)} \times 100$$

Onde  $m_0$  corresponde à massa da cápsula com areia (g),  $m_1$  corresponde à massa da cápsula com areia e a toma para análise (g), e  $m_2$  corresponde à massa da cápsula com areia e toma para análise após secagem (g).

### 3.7. Determinação do pH

A determinação do pH foi efectuada através de uma sonda de pH de carnes da HANNA Instruments modelo HI 99163 (figura 9).

As amostras (alheira e lombo fatiado) eram trituradas e introduzidas em gobelés, onde se introduzia a sonda de pH. Não foi possível efetuar a medição de pH em duplicado devido à escassez de amostra disponível.

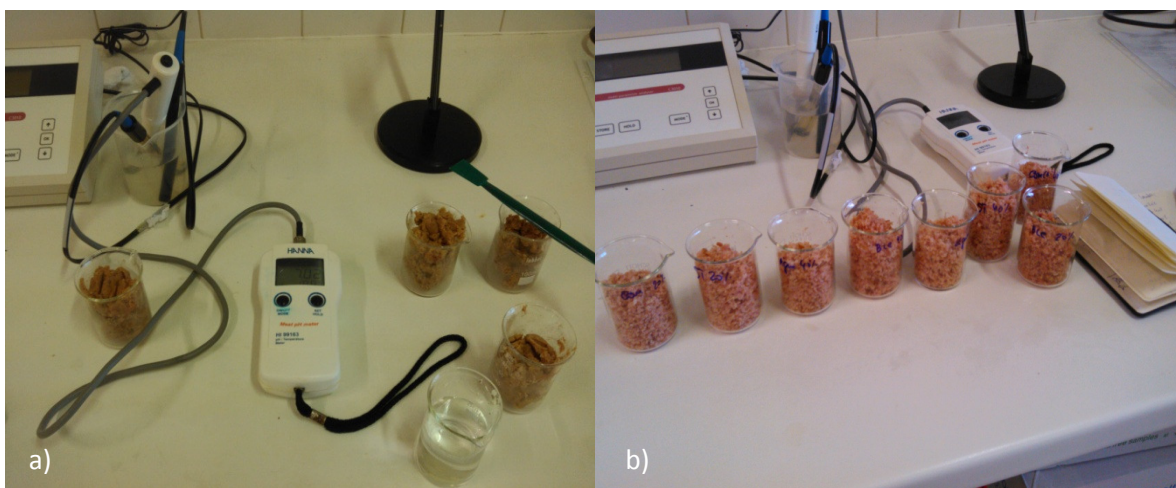


Figura 9 - Medição de pH em amostras de alheira (a) e em lombo fumado fatiado (b).

### 3.8. Determinação da composição da atmosfera

Para a determinação da composição das atmosferas modificadas no lombo de porco fatiado foi utilizado o sensor de gás PBI DanSensor Checkmate (figura 10). Imediatamente antes da abertura das embalagens era medida a composição gasosa, através da perfuração do filme de alta barreira da embalagem.



Figura 10 – Sensor de gás (PBI DanSensor).

### 3.9. Análise estatística dos dados

Os dados obtidos foram sujeitos a uma análise de variância (ANOVA) com um factor, a um nível de significância de 5%. Esta análise teve o propósito de avaliar a influência do tempo de armazenamento e dos tratamentos a que as amostras foram sujeitas (adição de LAB, e embalagem em MAP nos fatiados) nos parâmetros avaliados de teor de humidade, textura e análise sensorial, usando o software Statistica, versão 7 (Statsoft Inc, EUA).

Quando a análise de variância revela um resultado significativo, isto indica que pelo menos um grupo é diferente dos outros grupos. No entanto, o teste não indica qual ou quais são diferentes. A fim de identificar qual o grupo ou grupos diferentes, após a ANOVA são efetuadas comparações específicas às médias (Williams and Abdi, 2010). O teste *Least Significant Difference* (LSD ou teste de Fischer) foi utilizado para detetar onde estavam localizadas as diferenças significativas com um nível de significância de 5%. O objectivo principal do LSD é calcular a diferença significativa menor entre duas médias, como se fossem as únicas a ser comparadas (Williams and Abdi, 2010).

Também foi efectuada uma análise de componentes principais, baseada em correlações, com projecção de casos para os dois alimentos em análise, relativas à análise sensorial dos mesmos. A análise de componentes principais é utilizada para desenvolver combinações lineares que maximizam a variância total numa amostra onde não é conhecida uma estrutura de grupos (Thalib *et al.*, 1999).

### **3.10. Análises microbiológicas**

Após a inoculação e o embalamento em atmosfera modificada, as amostras de alheira e lombo de porco fumado fatiado foram transportadas para a Escola Superior de Biotecnologia do Porto, onde foi efectuada o estudo microbiológico.

Neste estudo efetuaram-se contagens às bactérias inoculadas (*L. innocua* e bactérias do ácido láctico) em datas coincidentes aos pontos de amostragem utilizados na análise sensorial e físico-química. Estas contagens serviram para aferir a efetividade da inibição da *Listeria* por parte das LAB. Como medida de controlo também se efectuou a contagem das LAB.

## **4. Resultados e discussão**



## 4.1. Análise sensorial e físico-química

### 4.1.1. Alheira

Observa-se na figura 11 a evolução da percepção do sabor característico pelo painel de provadores. Verifica-se que existe uma perda gradual do sabor característico das alheiras, com especial relevância para as que foram inoculadas com bactérias do ácido láctico (LAB). Efetuando uma análise ANOVA para verificar as diferenças entre os tempos de amostragem, verificou-se que o 66º dia de amostragem é significativamente diferente em relação aos restantes ( $p < 0.05$ ); deste modo conclui-se que existe de facto uma perda do sabor característico, sendo o produto BLC35 aquele que mais perdeu.

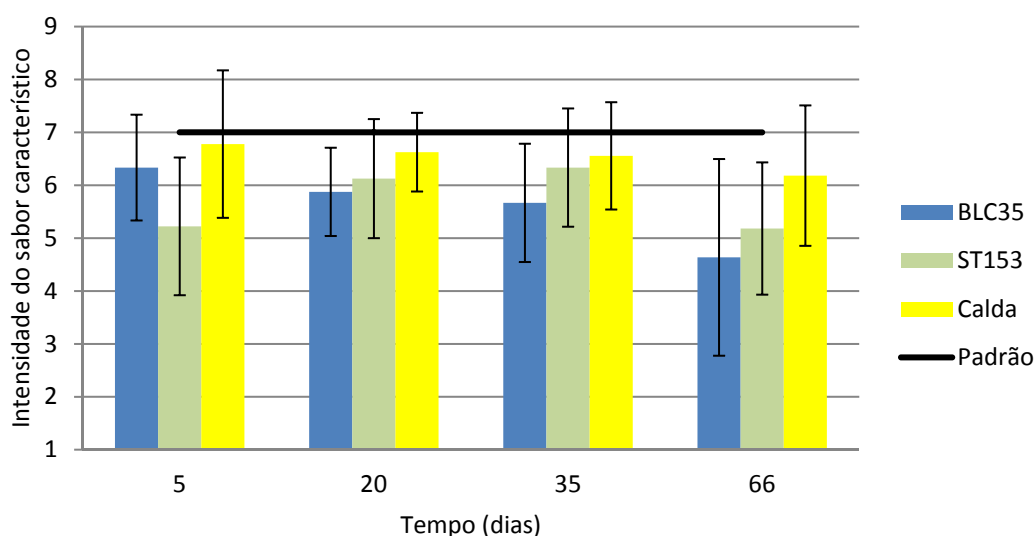
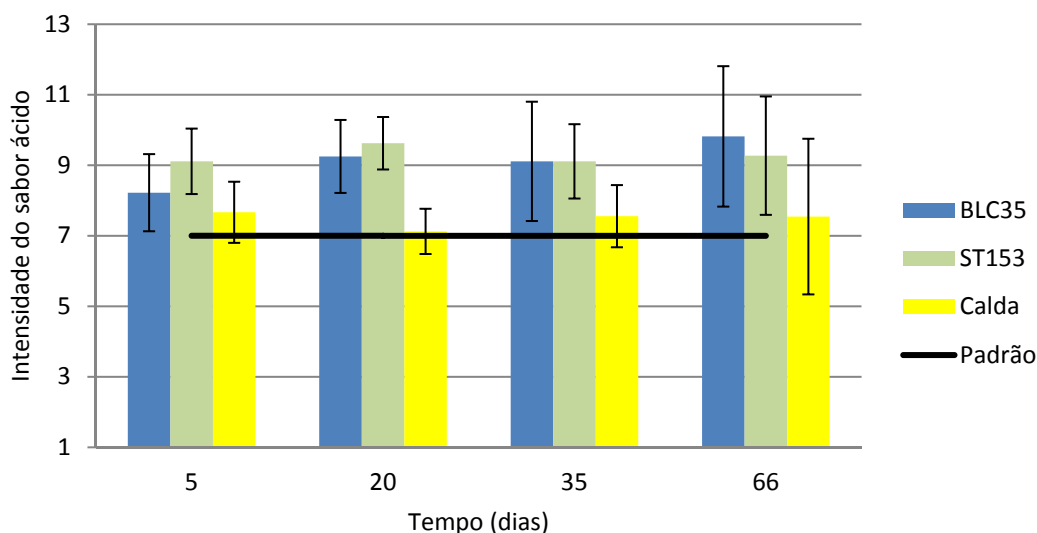


Figura 11 – Intensidade do sabor característico para as diferentes amostras de alheira ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).

Na figura 12 verifica-se que existe uma diferença do sabor ácido entre as alheiras inoculadas e as não inoculadas, sendo que as que continham LAB foram consideradas as mais ácidas. A análise ANOVA realizada em cada ponto de amostragem revelou que existem diferenças entre os produtos inoculados e não



inoculados. Em estudos realizados em condições semelhantes, verificou-se que amostras de alheiras inoculadas com LAB eram significativamente mais ácidas que o controlo (Albano *et al.*, 2009), e também que a aplicação do inóculo ST153 apresentava valores de acidez mais elevados em relação ao padrão (Vaz-Velho *et al.*, 2013).



**Figura 12 – Intensidade do sabor ácido para as diferentes amostras de alheira ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).**

A análise à intensidade do sabor ácido pode ser complementada pela evolução dos valores de pH nas amostras (figura 13), onde se observa que existe uma descida gradual dos valores do pH ao longo do tempo, sendo mais acentuada até ao 3º ponto de amostragem. Estes valores foram obtidos instrumentalmente, após a cozedura em forno. Verifica-se que os produtos inoculados com LAB registaram valores de pH mais baixos desde o primeiro ponto de amostragem, diferenciando-se dos restantes ao longo de toda a experiência, validando assim a opinião do painel de provadores no parâmetro sabor ácido. Os valores de pH das amostras inoculadas com LAB eram muito similares. Esta acidificação da amostra era previsível, uma vez que as bactérias do ácido láctico produzem ácido através da fermentação dos hidratos de carbono presentes na alheira.

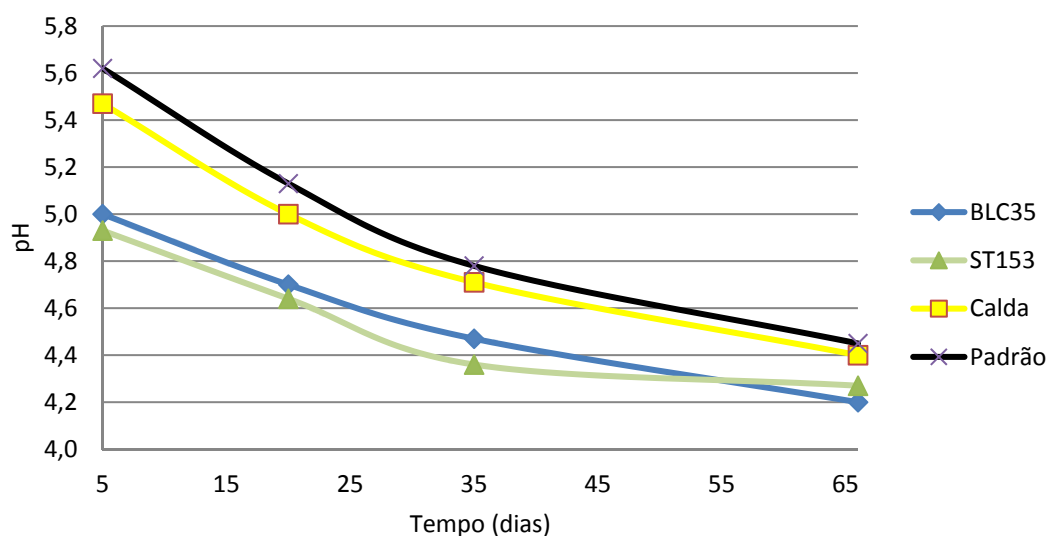


Figura 13 - Evolução ao longo do tempo dos valores de pH para as diferentes amostras de alheira.

Kaban *et al.*, (2010) reporta que num estudo feito com um tipo de salsicha, inoculado com *L. sakei* (o mesmo tipo que o inóculo denominado neste estudo por ST153) o valor mínimo de pH foi de 5,5 (ao fim de seis semanas de estudo).

No que concerne a alheiras não inoculadas, analisando outros estudos (tabela 5) pode-se verificar que os valores iniciais de pH variaram entre 5,0 e 6,1, dada a normal heterogeneidade do produto, mas são próximos dos valores obtidos neste estudo. Nestes trabalhos não foi avaliado o pH ao longo do tempo, logo só é possível uma comparação com os primeiros tempos de amostragem realizados neste estudo.

Tabela 5 - Valores de pH de amostras de alheiras publicados em diferentes estudos.

pH	Fonte
$5.11 \pm 0.5^*$	(Ferreira <i>et al.</i> , 2006)
$4.92 \pm 0.51^*$	(Patarata <i>et al.</i> , 2008)
$6.07 \pm 0.26^{**}$	(Pereira, 2012)
$5.26 \pm 0.36^*$	(Esteves <i>et al.</i> , 2008)

\*Sem tratamento térmico

\*\*Com tratamento térmico

A acidez na alheira parece ser inversamente proporcional à intensidade do sabor característico. Ou seja, o painel de provadores tende a indicar que o excesso de sabor ácido reduz o sabor característico da alheira.

Relativamente ao parâmetro adesividade, obtido através da análise sensorial, os provadores não detectaram diferenças significativas entre produtos ou entre tempos de amostragem (figura 14). Verifica-se que a avaliação dos produtos em teste está em linha com o padrão, com um ligeiro aumento a partir do 20º dia mas sem ser estatisticamente significativo. Já na análise instrumental observa-se que o produto “Calda” registou diferenças ao longo do tempo ( $p < 0.05$ ), havendo um aumento da adesividade em relação aos restantes produtos, tal como se pode verificar na figura 15.

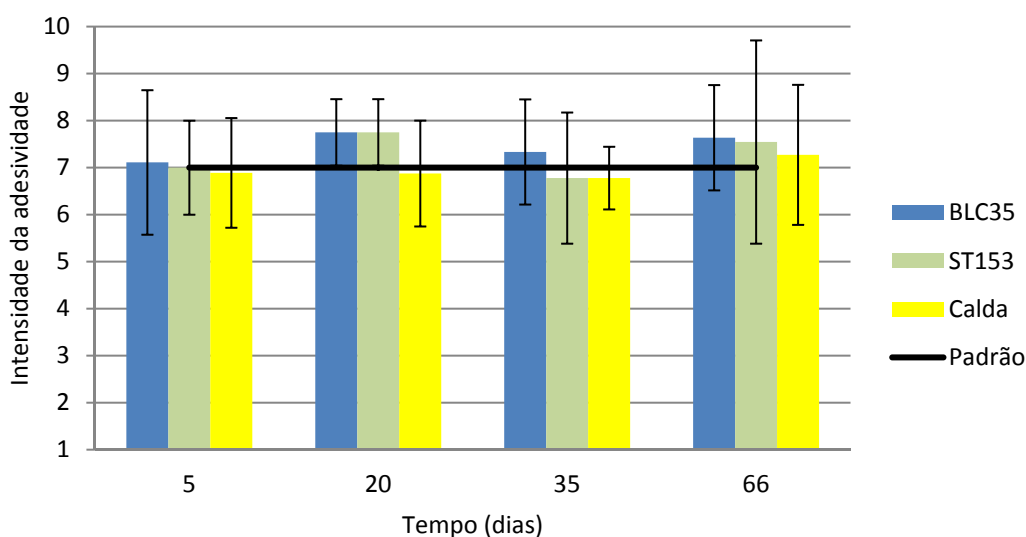
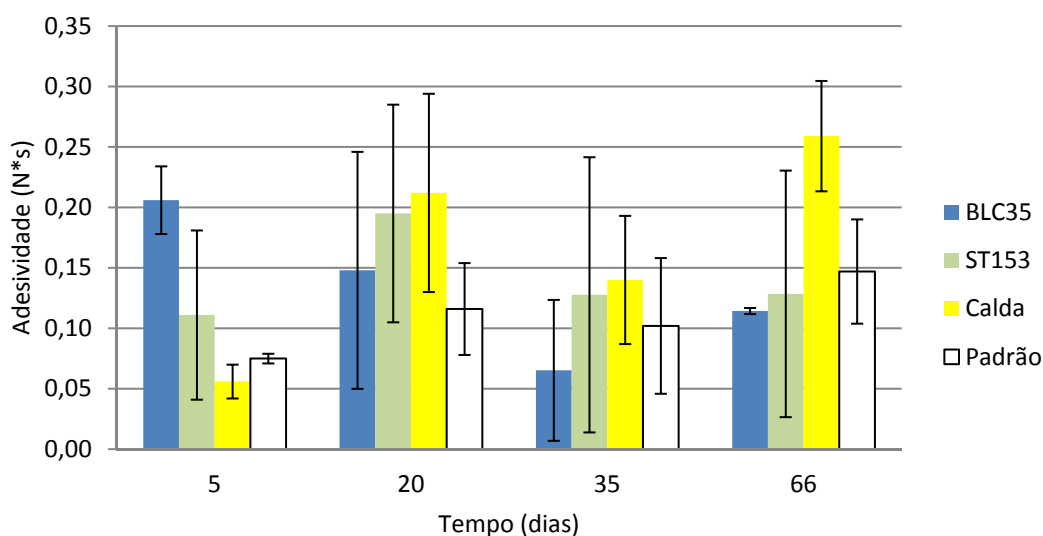


Figura 14 - Intensidade da adesividade para as diferentes amostras de alheira ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).



**Figura 15 - Gráfico dos valores de adesividade medida instrumentalmente para as diferentes amostras de alheira ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).**

Nas figuras 16 e 17 estão representados os valores de dureza obtidos por análise sensorial e instrumental, respectivamente. Verifica-se em ambas as figuras que existe uma redução gradual da dureza da massa com o tempo. A nível sensorial essa redução é ligeira, obtendo-se diferenças significativas ao longo do tempo para a amostra ST153. A nível instrumental existiram muitas variações ao longo dos pontos de amostragem, só não se verificando diferenças significativas na evolução do produto BLC35. Deve-se considerar que o tipo de carne e tamanho das peças da alheira é tão variável que tem uma influência bem marcada na textura (Patarata *et al.*, 2008).

No entanto, no primeiro ponto de amostragem verifica-se uma distinção clara entre produtos inoculados e não inoculados, sendo estes últimos mais duros. No geral, a tendência demonstrada é a de haver uma diminuição nos valores de dureza.

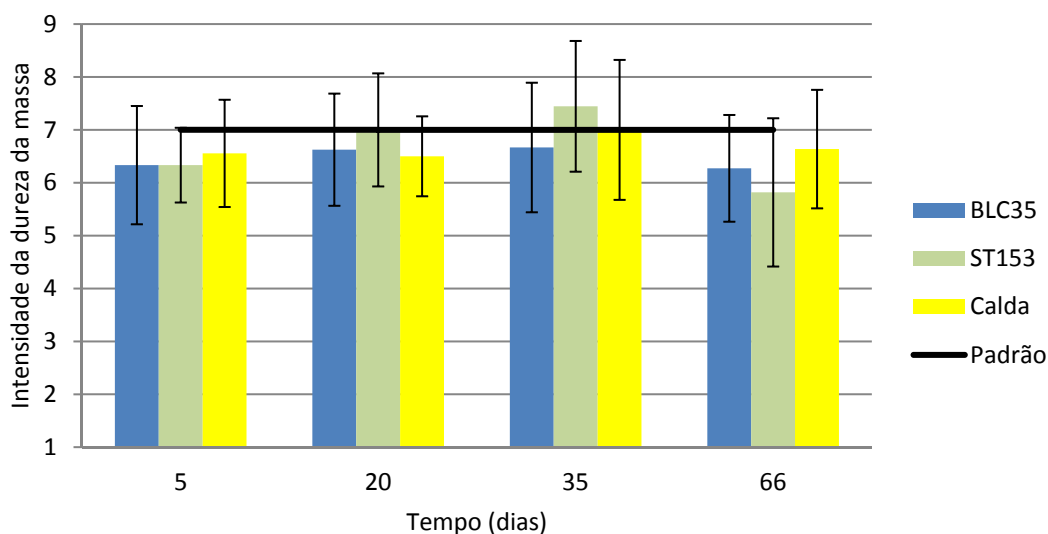


Figura 16 - Intensidade da dureza da massa (sensorial) para as diferentes amostras de alheira ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).

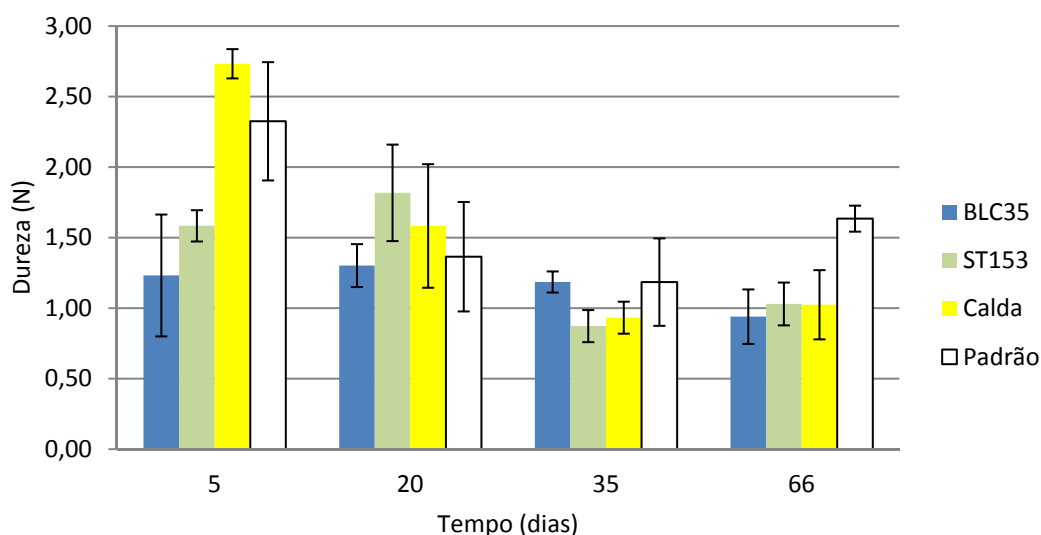
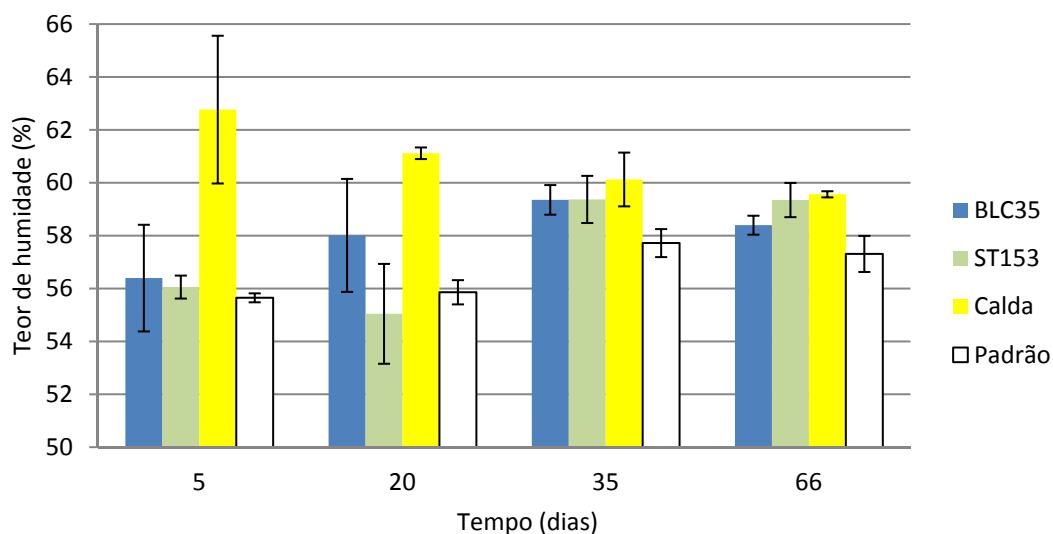


Figura 17 - Valores de dureza medida instrumentalmente para as diferentes amostras de alheira ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).

Na figura 18 estão representados os valores do teor de humidade na alheira após o cozimento em forno. Verificou-se que o produto “Calda” foi aquele que registou maior teor de humidade, verificando-se diferenças significativas em relação aos restantes produtos nos primeiros 20 dias. De destacar também a amostra “Padrão”, que no último tempo de amostragem registou o valor mais baixo de teor de humidade.



**Figura 18 - Valores do teor de humidade obtidos para as diferentes amostras de alheira ao longo do tempo.**

O teor de humidade não regista diferenças significativas entre os pontos de amostragem na totalidade das amostras, ou seja, não se registou uma evolução significativa neste parâmetro possivelmente porque o teor de humidade era medido após o tratamento térmico e, assim sendo, os produtos ficavam mais uniformes.

Em estudos realizados em alheiras que sofreram as mesmas condições de tratamento térmico, verificou-se que o valor do teor de humidade era de  $50.9 \pm 0.42\%$  (Campos *et al.*, 2013), e noutro o valor foi de  $68.79 \pm 0.45\%$  (Pereira, 2012). Tal pode comprovar que existe uma variabilidade muito grande nos valores de humidade das alheiras, explicado pela heterogeneidade das mesmas no que concerne à sua composição.

Nos restantes parâmetros em análise (ligação da massa, cor característica, brilho, cheiro característico, cheiro estranho, sabor picante e sabor amargo) não se verificaram diferenças significativas, quer entre tratamentos quer ao longo do tempo de armazenamento. Os resultados experimentais encontram-se no apêndice C.

No parâmetro conformidade (figura 19), obtido pela avaliação que o painel de provadores dava no fim da prova, há a destacar a melhor avaliação dada ao produto “Calda”, que é um produto que não foi inoculado e não teve tantas diferenças no sabor e textura, sendo o mais aproximado da amostra “Padrão”, que neste parâmetro não foi avaliada. Estas diferenças são significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) para os 20<sup>o</sup> e 66<sup>o</sup> dias de amostragem.

Observa-se uma redução na conformidade das alheiras inoculadas ( $p < 0,05$ ), significando que estariam a atingir o limite de conformidade em termos sensoriais. Bredholt *et al.* (2001) verificou, em testes aos consumidores, que tanto amostras inoculadas com LAB como as de controlo eram aceites até aos 28 dias. Segundo Albano *et al.* (2008), o tempo de prateleira das alheiras é de cerca de um mês (4 °C, armazenamento ao ar), podendo estender-se com o embalamento a vácuo ou atmosfera modificada.

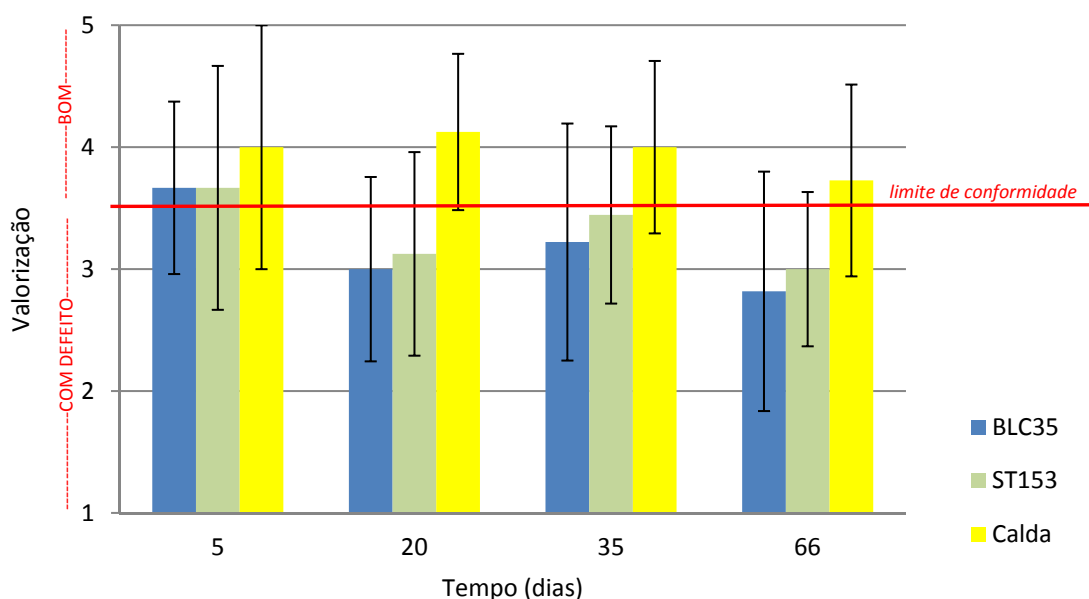


Figura 19 - Parâmetro conformidade para as diferentes amostras de alheira ao longo do tempo. O limite de conformidade representa o ponto médio entre as alheiras consideradas com defeito ou sem defeito (Bom).

Foi efectuada uma análise multivariada de componentes principais – PCA - (figura 20) para os parâmetros da análise sensorial da alheira. A figura 20a) é relativa à

projectão das variáveis dependentes (parâmetros sensoriais) e a figura 20b) é relativa à projectão dos factores (indicados pelo tratamento do produto e tempo).

Verifica-se que no 1º e 4º quadrante da projectão das variáveis estão agrupados parâmetros cuja avaliação é considerada positiva nas características das alheiras, tais como o cheiro, cor ou sabor característico. Em oposição, no 2º e 3º quadrante estão presentes parâmetros mais negativos, tais como sabor amargo, cheiro estranho, sabor ácido e sabor picante. Com esta distribuição de parâmetros observou-se que o painel de provadores conseguiu separar de modo consistente as características da alheira.

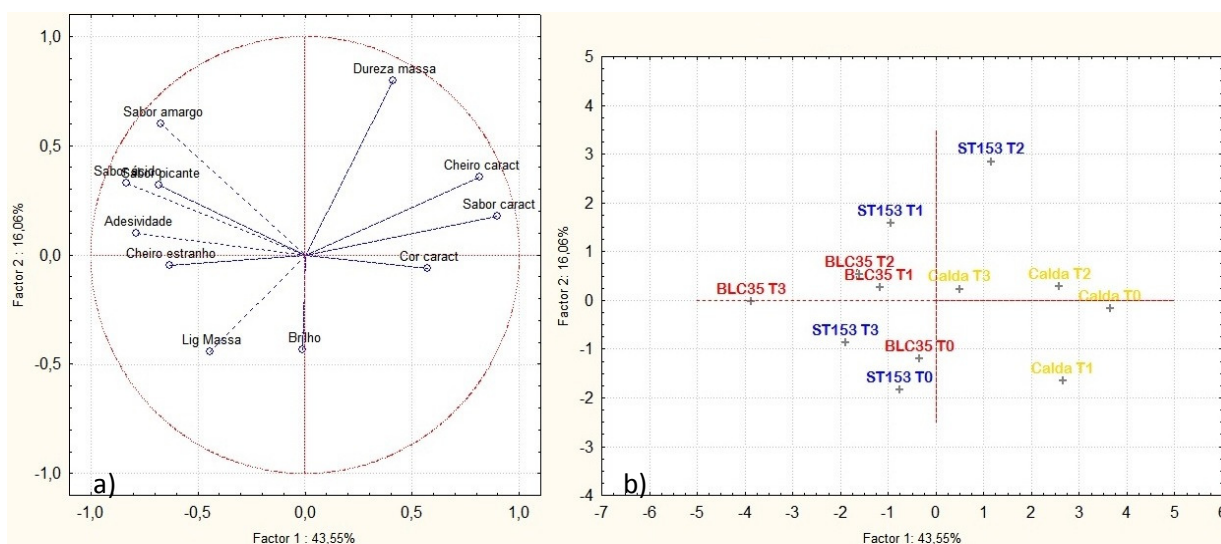


Figura 20 - Análise dos componentes principais com projecção a) variáveis e b) casos relativos à análise sensorial das diferentes amostras de alheira ao longo do tempo.

O quadro da projectão dos factores permite-nos observar quais os produtos avaliados pelo painel de provadores com associação aos parâmetros sensoriais tendo em conta a análise anterior. O produto “Calda” distingue-se dos restantes por estar concentrado nos 1º e 4º quadrantes, justamente aqueles considerados como tendo características positivas. Assim sendo, através desta análise pode-se aferir que o produto mais próximo dos parâmetros sensoriais positivos foi a alheira não inoculada, diferindo apenas da alheira de controlo por ter uma adição extra de calda.

Nos quadrantes conotados com características menos positivas estão os produtos inoculados. Verifica-se que não existe uma clara distinção entre eles, no entanto é



de realçar que os pontos T3, que correspondem ao último ponto de amostragem, são os mais depreciados, com destaque para o BLC35. Conclui-se assim que esta análise reforça a avaliação da conformidade dada pelo painel de provadores (figura 20), onde no último tempo de amostragem se verifica uma redução, com destaque para os produtos inoculados.

#### 4.1.2. Lombo de porco fumado fatiado

Pela análise da figura 21 verifica-se que existe uma tendência para a perda do sabor característico dos fatiados inoculados ao longo do tempo, sendo gradualmente menos intenso em relação ao “Padrão”. Não existiram diferenças significativas entre os dois tipos de inóculos, com a exceção do primeiro ponto de amostragem (5º dia), onde existiram diferenças significativas entre BLC35 e ST153.

No 124º dia verificou-se uma clara redução no sabor característico, sendo significativamente diferente ( $p < 0.05$ ) em relação aos outros pontos de amostragem.

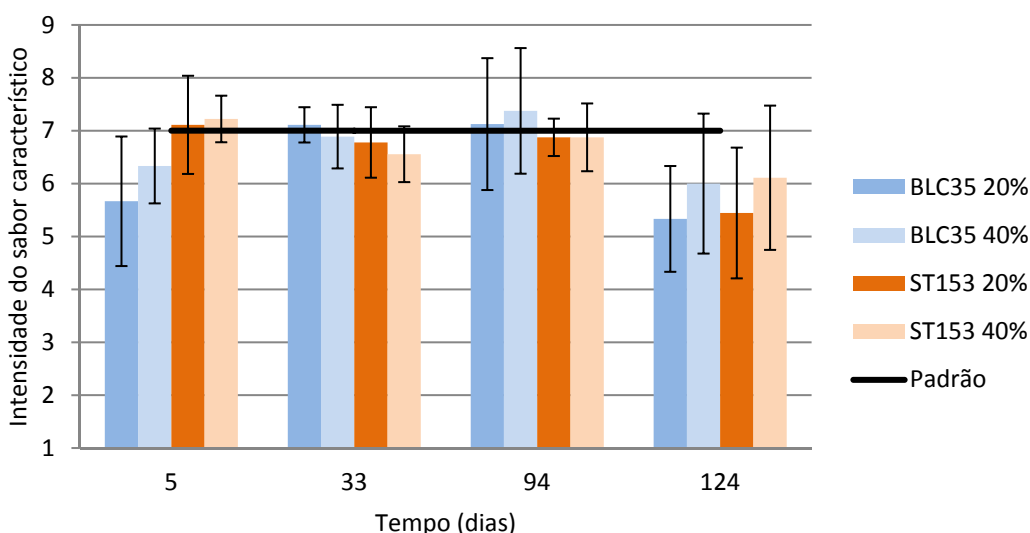
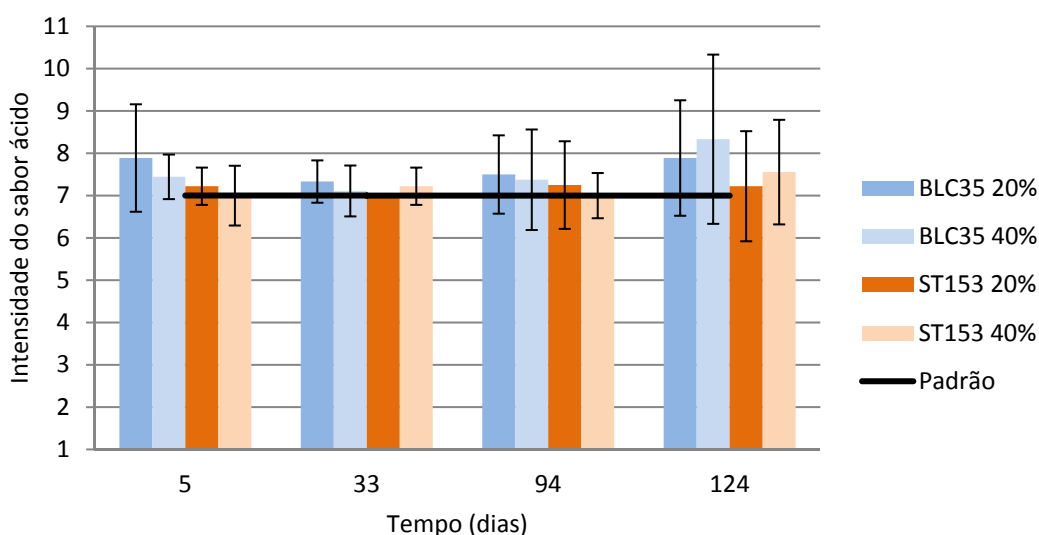


Figura 21 - Intensidade do sabor característico para as diferentes amostras de lombo de porco fatiado ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).

A única alteração observada no parâmetro sabor ácido foi um ligeiro aumento no tempo final de armazenamento (figura 22). No entanto, esta diferença não foi significativa ( $p > 0.05$ ), e ao contrário do que seria de esperar, a inclusão das LAB não levou a que houvesse um grande aumento de sabor ácido nos fatiados. Segundo Cilla *et al.* (2006), algumas das alterações sensoriais relacionam-se com a baixa do pH devido à presença de CO<sub>2</sub> na embalagem de atmosfera modificada. Neste caso este facto, aliado à inclusão das LAB na concentração definida e de acordo com o método de aplicação, pareceu não contribuir significativamente para o aumento do sabor ácido.



**Figura 22 - Intensidade do sabor ácido para as diferentes amostras de lombo de porco fatiado ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).**

A percepção do painel de provadores pode ser validada pelos valores de pH registados na figura 23, onde se verifica que até ao 94º dia o pH varia muito pouco e decresce precisamente no último tempo de armazenamento.

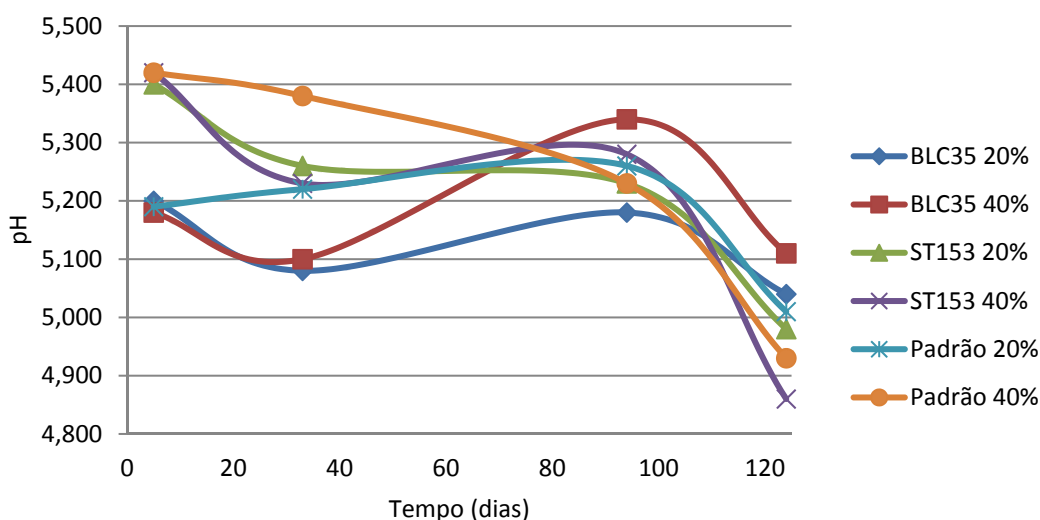


Figura 23 - Evolução dos valores de pH para as diferentes amostras de lombo de porco fumado fatiado ao longo do tempo.

Na figura 24 está representada a avaliação que o painel de provadores atribuiu ao parâmetro sabor amargo. Há a registar um aumento significativo ( $p < 0.05$ ) do sabor amargo no último tempo de armazenamento, com valores superiores nos inoculados embalados em atmosfera a 40% de  $CO_2$ .

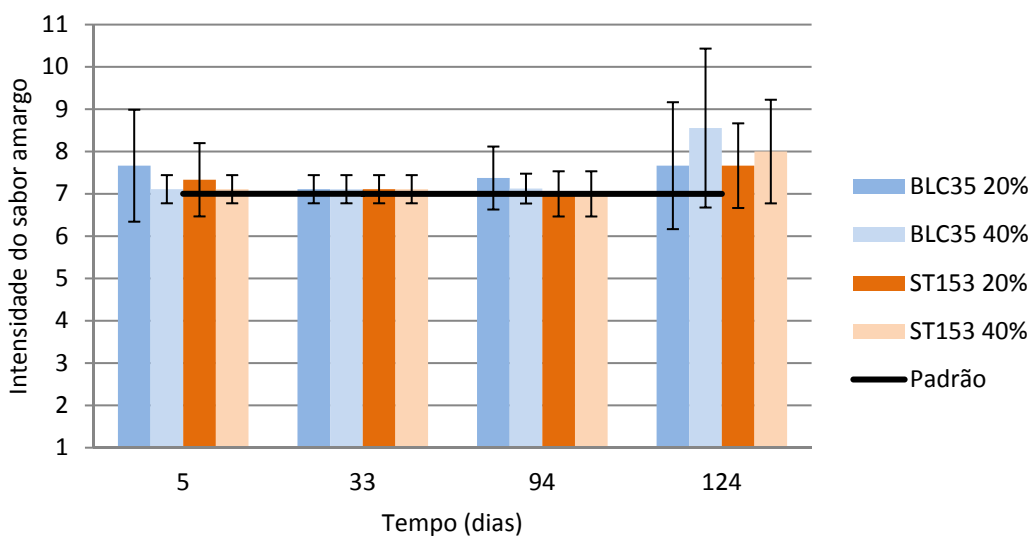


Figura 24 - Intensidade do sabor amargo para as diferentes amostras de lombo de porco fatiado ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).

Na figura 25 está representado o gráfico relativo à dureza dos fatiados dada pelo painel de provadores. Verifica-se que as amostras ficaram menos duras, como demonstrado no 124º dia, no entanto em pontos intermédios de amostragem a dureza registou valores elevados. Verifica-se que existe uma tendência para as amostras contendo BLC35 terem valores de dureza superiores à ST153 (com diferenças significativas no 33º e 94º dia).

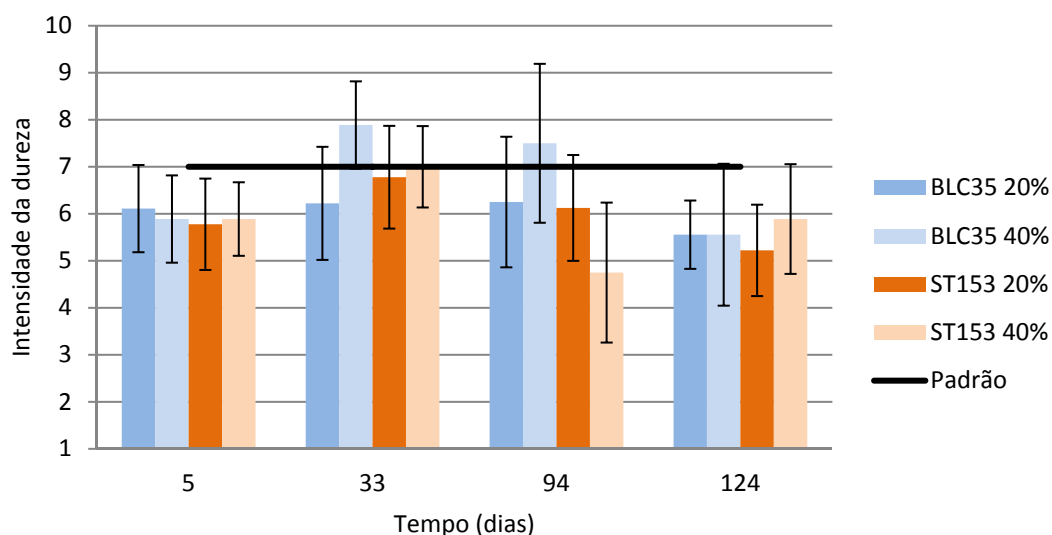
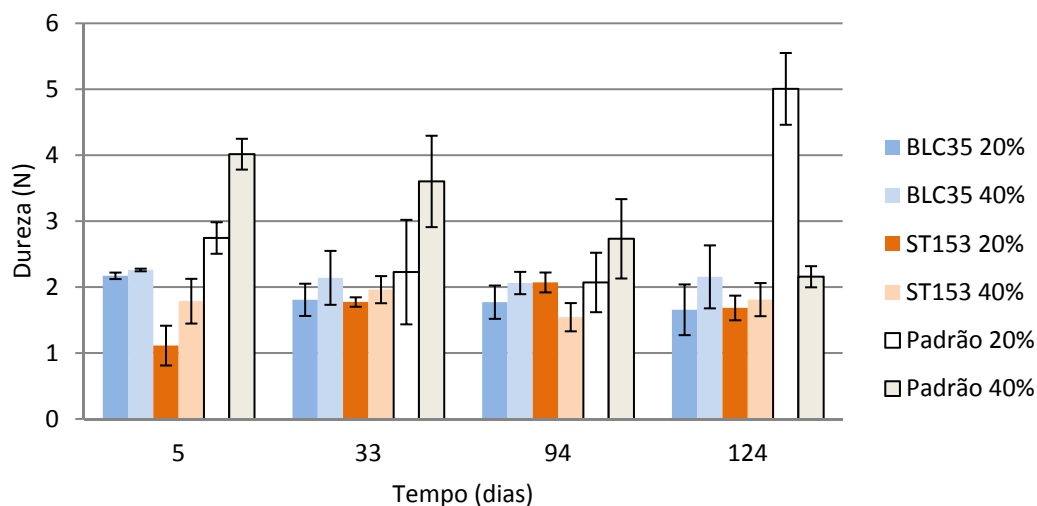


Figura 25 - Intensidade da dureza (sensorial) para as diferentes amostras de lombo de porco fatiado ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).

Relativamente à aferição da dureza efectuada através do texturómetro (figura 26), pode-se verificar que as amostras não inoculadas foram as mais duras, com destaque para a amostra “padrão 40%” nos três primeiros tempos de amostragem.

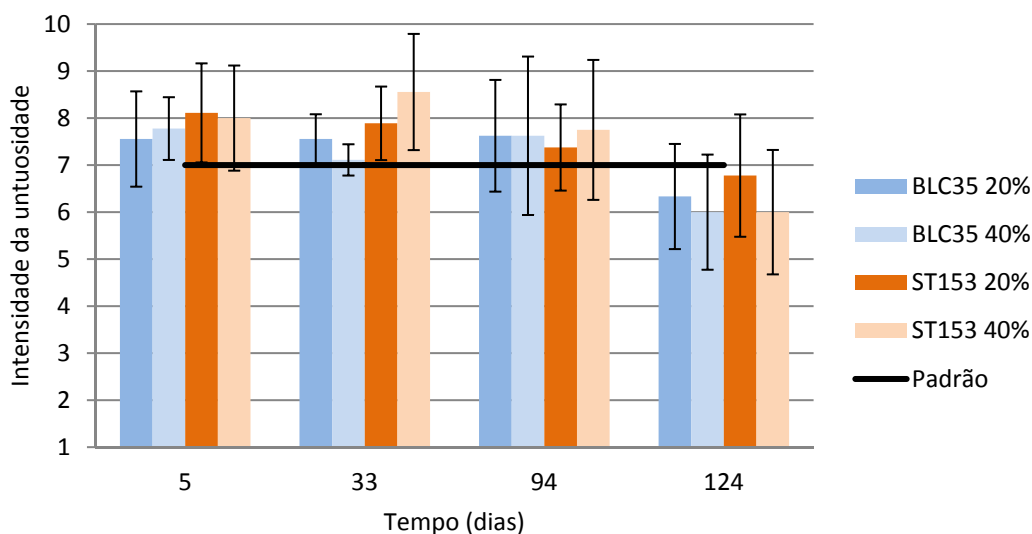
Também a amostra “padrão 20%” registou valores altos de dureza no último tempo de amostragem, porém este resultado pode dever-se a alguma heterogeneidade nas fatias de lombo de porco fumado. Tal como verificado na figura relativa à dureza sensorial, verifica-se também que as amostras inoculadas

com BLC35 apresentaram valores de dureza superiores à ST153, mas com maior diferença no primeiro tempo de amostragem.



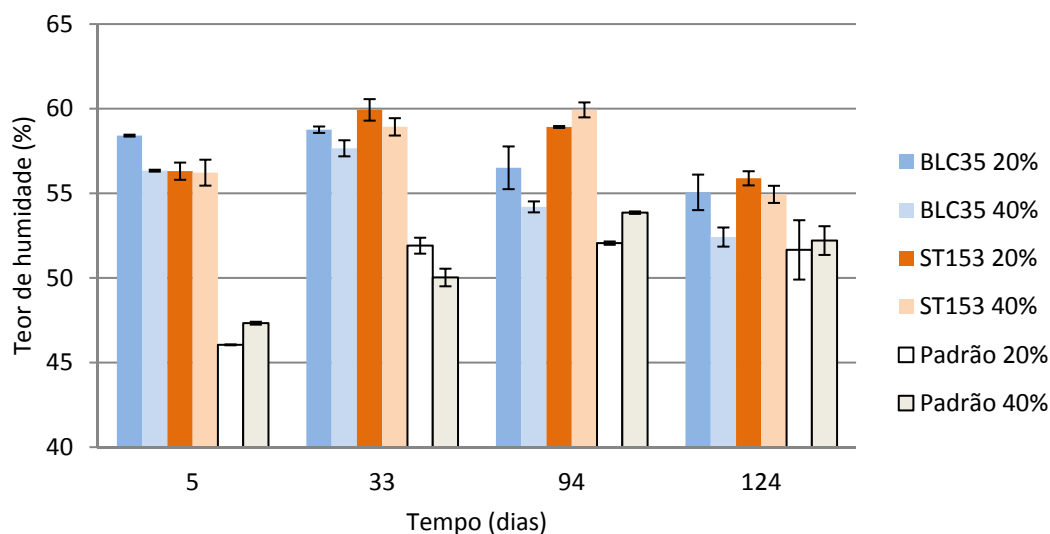
**Figura 26 - Evolução dos valores de dureza obtidos instrumentalmente para as diferentes amostras de lombo de porco fatiado ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).**

No parâmetro untuosidade (figura 27) verifica-se uma diminuição na intensidade. Nos primeiros tempos as amostras têm valor superior ao padrão, porém vão ficando menos untuosas, com diferença significativa para o último tempo ( $p < 0.05$ ). Este facto parece indicar que o produto perde a oleosidade característica, sendo portanto um indicador de perda de qualidade.



**Figura 27- Intensidade da untuosidade para as diferentes amostras de lombo de porco fatiado ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).**

Analisando a figura 28 observa-se que amostras não inoculadas apresentaram teores de humidade inferiores às inoculadas - com diferenças significativas nos dois primeiros pontos de amostragem - facto devido à técnica de inoculação do produto, feita por imersão, que adicionou deste modo água às amostras. Não se verificaram diferenças significativas no teor da humidade ao longo do tempo, nem a composição da atmosfera da embalagem influenciou este parâmetro.



**Figura 28 - Valores do teor de humidade obtidos ao longo do tempo para as diferentes amostras de lombo de porco fumado fatiado (colunas: média; barras: desvio padrão).**

Relacionando estes dados com os valores de dureza obtidos sensorialmente e instrumentalmente, verifica-se que existe uma relação entre a dureza dos produtos e o seu teor de humidade: os produtos com mais humidade apresentam-se menos duros, neste caso com destaque para o produto ST153, que no geral foi o produto com mais teor de humidade e também o menos duro. No parâmetro suculência (figura 29) verifica-se uma perda de intensidade no fim do tempo de armazenamento, sendo que este facto está em linha com o que foi referido relativamente ao parâmetro untuosidade.

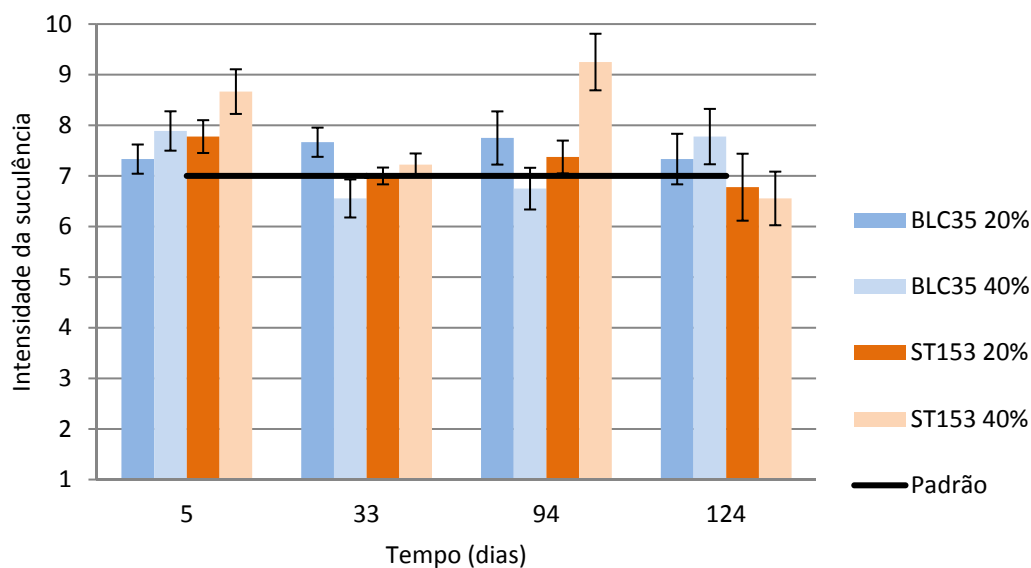


Figura 29 - Intensidade da suculência para as diferentes amostras de lombo de porco fatiado ao longo do tempo (colunas: média; barras: desvio padrão).

Nos restantes parâmetros em análise (cor característica, cheiro característico, e cheiro estranho) não se verificaram diferenças significativas, quer entre tratamentos quer ao longo do tempo de armazenamento. Os resultados experimentais encontram-se no apêndice D.

No parâmetro conformidade (gráfico da figura 30) verifica-se que no último tempo da experiência (124 dias) houve uma depreciação significativa das amostras ( $p < 0.05$ ) até ao seu limite de conformidade, provavelmente indicando que o tempo limite de armazenamento se estaria a aproximar. Num trabalho onde se estudava o efeito do sistema de preservação de produtos cárneos curados (no caso, presunto), Cilla *et al.* (2006) refere que a aceitabilidade nestes produtos baixou significativamente a partir do 4<sup>o</sup> mês de armazenamento.

Na evolução entre amostras, na opinião dos provadores as que mais se depreciaram foram a BLC35 20% e a ST153 40% ( $p < 0.05$  para o 124<sup>o</sup> dia de armazenamento).



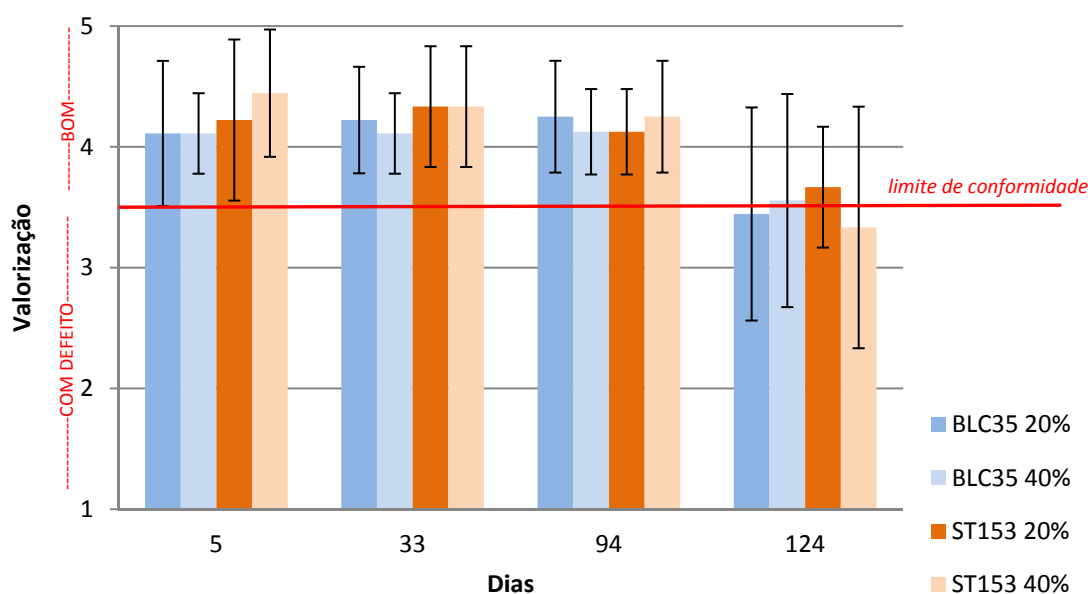


Figura 30 – Conformidade para as diferentes amostras de lombo de porco fatiado ao longo do tempo. O limite de conformidade representa o ponto médio entre os considerados com defeito ou sem defeito (Bom).

Foi efectuada uma análise multivariada de componentes principais – PCA - (figura 31) para os parâmetros da análise sensorial dos fatiados. A figura 31a) é relativa à projecção das variáveis dependentes (parâmetros sensoriais) e a figura 31b) é relativa à projecção dos factores (indicados pelo tratamento do produto e tempo).

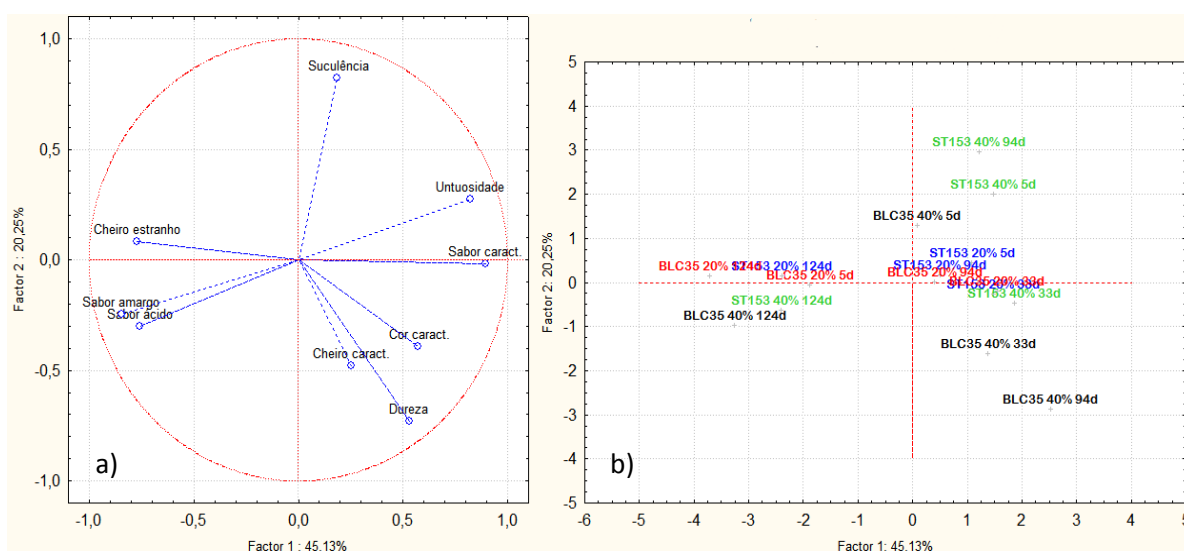


Figura 31 – Análise dos componentes principais com projecção a) variáveis e b) casos relativos à análise sensorial das diferentes amostras de lombo de porco fumado fatiado ao longo do tempo.

Verifica-se que no 1º e 4º quadrante da projecção das variáveis estão agrupados parâmetros cuja avaliação considera-se um aspecto positivo nas características dos fatiados, com destaque para o parâmetro sabor característico.

Em oposição, no 2º e 3º quadrante estão presentes aspectos mais negativos, tais como sabor amargo, cheiro estranho ou sabor ácido. Com esta distribuição de parâmetros observou-se que o painel de provadores separou de modo consistente as características dos fatiados.

O quadro da projecção dos casos permite-nos observar quais os produtos mais valorizados ou menos valorizados pelo painel de provadores, tendo em conta o que foi descrito anteriormente. Não existe uma separação bem definida dos produtos, mas existem algumas particularidades a analisar:

- Os quatro pontos dos produtos com maior tempo de armazenagem (124 dias) encontram-se concentrados no eixo do factor 1, no 2º e 3º quadrante. Sendo estes os quadrantes conotados com as características negativas, conclui-se que neste tempo de armazenagem a conformidade do produto baixou significativamente, estando esta análise em linha com a análise à conformidade (figura 29). Sendo estas análises independentes, verifica-se desta forma uma coerência do painel de provadores na relação entre a conformidade e a valorização de características negativas ou positivas.

- Os produtos embalados em atmosfera contendo 40% de CO<sub>2</sub> destacam-se por terem características mais marcadas (indicados com cor verde e preta), uma vez que estão mais dispersos.

Em sentido contrário a esta conclusão específica, Parra *et al.* (2012) avaliou diferentes concentrações de CO<sub>2</sub> (20-40% CO<sub>2</sub>) em termos de parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais de presunto fatiado durante 120 dias, tendo apenas detetado diferenças na cor para as concentrações de 30 e 40 %.

Embora não fosse efectuado um controlo com outra forma de embalagem, alguma da depreciação poderá ser causada pelo tipo de embalagem escolhida. Apesar de o uso de MAP estar a aumentar em relação ao uso da embalagem de vácuo, os

estudos sobre o tipo de embalagem são contraditórios, chegando a reportar que o MAP não tem vantagem em relação ao vácuo em produtos cárneos, e que a microflora é geralmente similar em ambos os casos (Rao and Sachindra, 2002). Cilla *et al.* (2006) obtiveram resultados que demonstraram que a embalagem a vácuo em fatiados preserva as características sensoriais mais eficazmente do que em MAP, especialmente nos aspectos sabor/aroma e visual. Rubio *et al.* (2007) e Pexara *et al.* (2002) também concluíram que não existe uma vantagem clara na utilização do MAP em relação ao vácuo em produtos cárneos curados.

## 4.2. Comparação com resultados de microbiologia

Os resultados deste trabalho foram comparados com as análises microbiológicas desenvolvidas pela equipa da Escola Superior de Biotecnologia.

### 4.2.1. Alheira

Na figura 32 pode-se verificar a redução da concentração da *L. innocua* na alheira, sendo que nas amostras contendo bactérias do ácido láctico a concentração de *L. innocua* é muito inferior em relação às amostras “Padrão” e “Calda”.

Num estudo sobre a actividade antagonista das LAB em *L. monocytogenes* Mataragas *et al.* (2003) verificou que a adição de bacteriocinas nas amostras levou à redução do número de *Listeria* para o limite de enumeração ( $10^2$  ufc/g). Facto similar verifica-se na figura 32, onde o decréscimo de *L. innocua* é evidente e mais pronunciado nas amostras inoculadas com LAB.

De salientar que no último ponto de amostragem, a contagem de *L. innocua* foi abaixo do limite de enumeração ( $<100$  ufc/g ou  $<2$  log ufc/g). Assim sendo, não se pode representar graficamente este ponto. Os valores das contagens estão presentes no apêndice G.

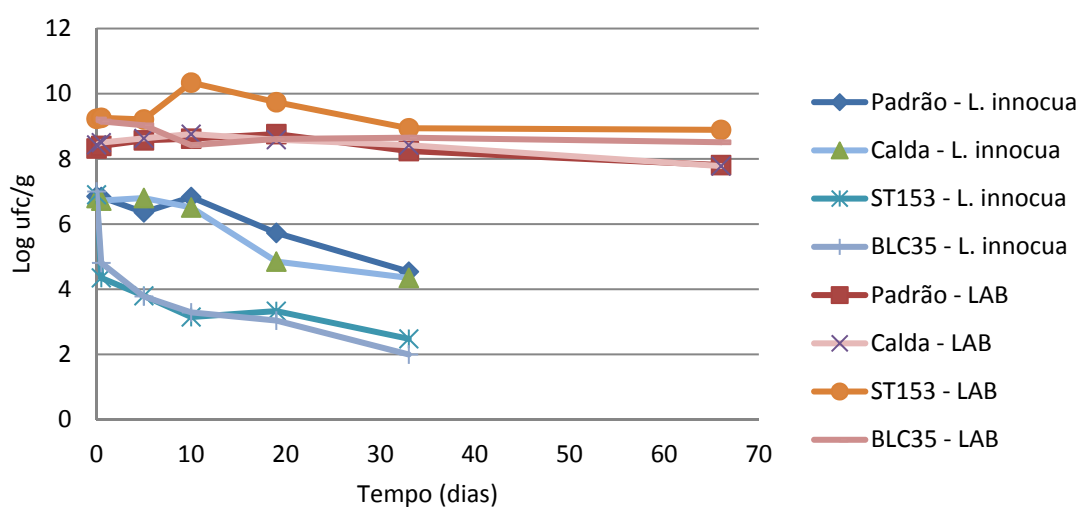


Figura 32 – Evolução de *Listeria innocua* e das bactérias do ácido láctico na matriz da alheira ao longo do tempo.

#### 4.2.2. Lombo de porco fumado fatiado

Nas figuras 33 e 34 pode-se verificar que também existe redução da concentração da *L. innocua* no lombo fatiado, e tal como se verificou na alheira as amostras contendo bactérias do ácido láctico a concentração de *Listeria* é muito inferior em relação às amostras “Padrão”. Kaban *et al.* (2010) referiu que o uso de CO<sub>2</sub> e o uso de *L. sakei* têm um efeito sinérgico na inibição de *L. monocytogenes* em enchidos fatiados. Aos 120 dias verifica-se que nas amostras contendo BLC35 não se verifica um decréscimo da concentração de *Listeria*. No entanto, esta alteração não deverá ser significativa uma vez que as amostras estavam já num tempo de armazenamento bastante avançado. Os valores das contagens estão presentes no apêndice G.

Não parece haver diferenças na inibição da *Listeria* entre as duas composições gasosas da embalagem (20 % e 40 % de CO<sub>2</sub>).

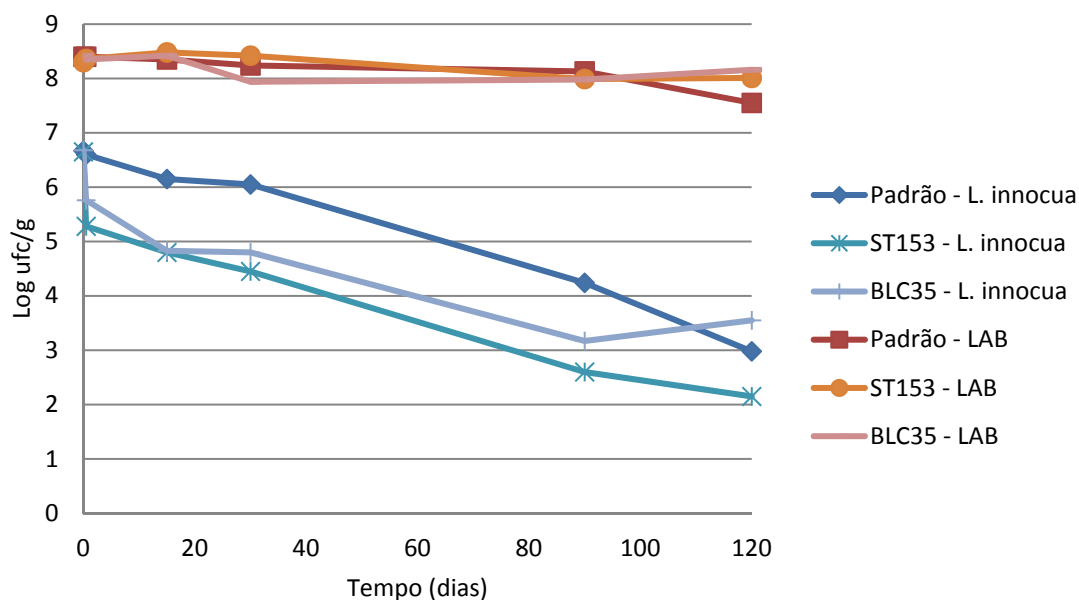


Figura 33 - Evolução de *Listeria innocua* e das bactérias do ácido láctico na matriz de lombo ao longo do tempo de armazenamento (atmosfera 20% CO<sub>2</sub>).

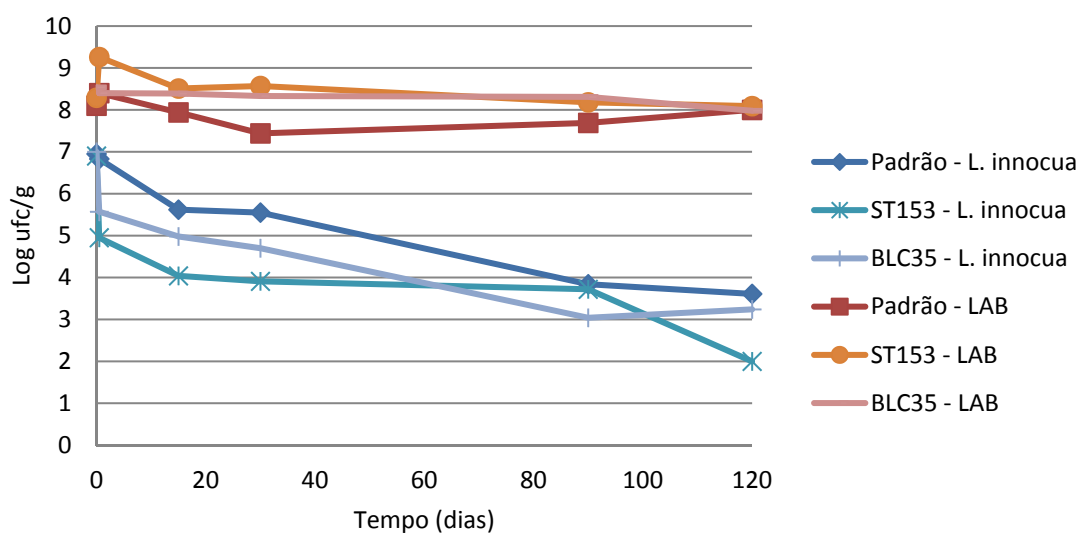


Figura 34 - Evolução de *Listeria innocua* e das bactérias do ácido láctico na matriz de lombo ao longo do tempo de armazenamento (atmosfera 40% CO<sub>2</sub>).

### 4.3. Controlo das atmosferas modificadas

Sendo uma das variáveis da experiência a composição gasosa das embalagens (20 % CO<sub>2</sub> + 80 % N<sub>2</sub> v/v; 40 % CO<sub>2</sub> + 60 % N<sub>2</sub> v/v), em cada ponto de amostragem monitorizou-se o conteúdo das embalagens de forma a fazer o controlo e verificar a evolução da atmosfera (figuras 35 e 36).

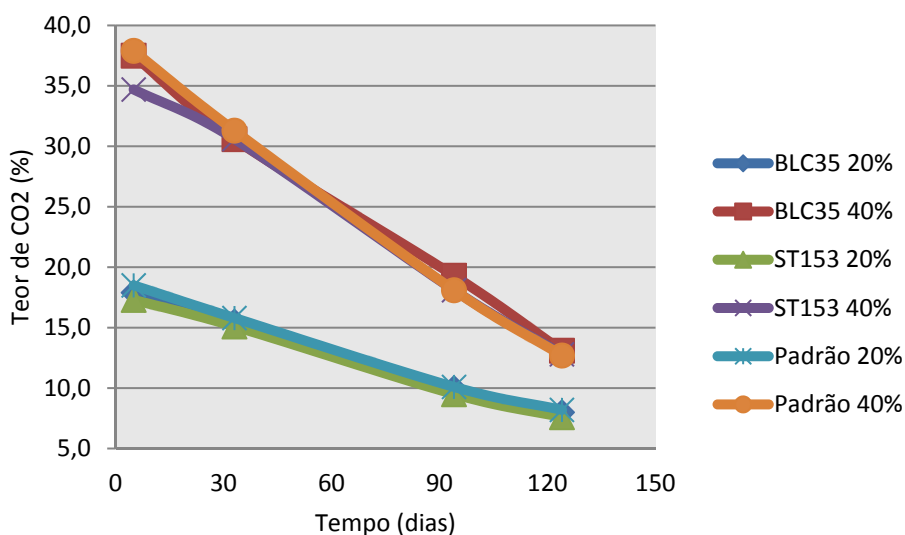


Figura 35 - Teor de dióxido de carbono presente nas embalagens de lombo de porco fumado fatiado.

Embora tivessem sido seleccionados filmes e materiais de embalagem com características de alta barreira aos gases, ao longo do tempo existem sempre alterações no conteúdo devido à difusão do gás através do material polimérico, através da absorção de CO<sub>2</sub> pelo próprio alimento contido na embalagem e por fenómenos metabólicos dos microrganismos presentes no alimento (Parra *et al.*, 2012; Simpson *et al.*, 2009; McMillin, 2008; Rubio *et al.*, 2007; Condon, 1987)

Verifica-se que ao longo do tempo o teor de CO<sub>2</sub> baixa gradualmente, sem existir influência do tipo de produto contido na embalagem.

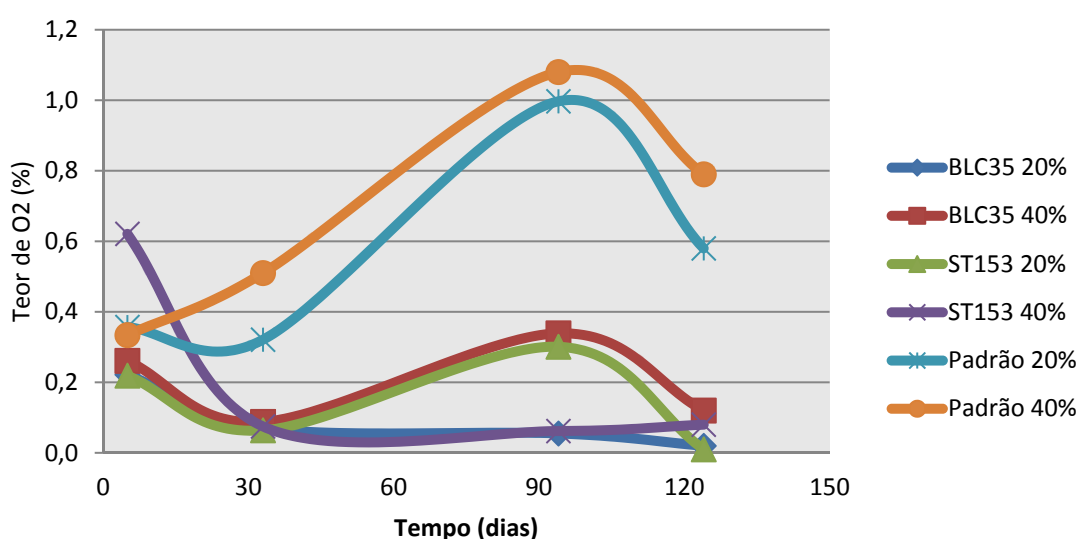


Figura 36 - Teor de oxigénio presente nas embalagens do lombo de porco fumado fatiado.

Embora à partida não fosse injectado oxigénio nas embalagens, existe sempre um valor residual contido na mistura, assim como pequenas quantidades presentes no próprio alimento ou no material de embalagem. Sendo estas quantidades muito baixas, algumas das variações registadas dever-se-ão à margem de erro do sensor de gás. No entanto, verifica-se uma diferença entre as amostras não inoculadas e inoculadas, sendo que nestas últimas o pouco oxigénio disponível foi consumido, provavelmente devendo-se a uma particularidade do metabolismo das bactérias do ácido láctico, que podem utilizar o oxigénio para produzir peróxido de hidrogénio ou água (Condon, 1987).

## **5. Conclusões**



### 5.1. Alheira

A aplicação de culturas de bactérias do ácido láctico em amostras de alheira levou a que existissem algumas alterações a nível sensorial e físico-químico.

Comparando as amostras de alheira inoculadas (BLC35 e ST153) com as não inoculadas, existem diferenças significativas ( $p < 0.05$ ) em alguns parâmetros. A nível sensorial a única diferença significativa obtida foi no sabor ácido, sendo que as medições de pH efectuadas confirmaram que de facto as alheiras inoculadas registavam valores de pH mais ácidos.

A nível instrumental, verificaram-se diferenças no teor de humidade e na dureza. Os resultados obtidos demonstraram que com o aumento do tempo de armazenagem, a alheira “padrão” registava valores de dureza superiores. No teor de humidade verificou-se, nos primeiros tempos de amostragem, que a alheira “calda” continha valores de humidade superiores aos das amostras inoculadas, embora estas também tivessem um adição suplementar de calda.

No parâmetro conformidade também existiram diferenças significativas no último tempo de amostragem, onde se assistiu a uma depreciação das alheiras inoculadas com LAB, que registaram valores abaixo mas próximo do limite de conformidade. Tal facto demonstra que o tempo de armazenagem destas alheiras não pode ser prolongado para além do normal (dependendo dos tipos de alheira e embalada em MAP, têm em geral menos de 60 dias de validade).

As análises microbiológicas demonstraram que as culturas de LAB tiveram um efeito inibitório sobre a *L. innocua*, assistindo-se à redução da concentração da mesma ao longo do tempo de armazenagem.

Comparando os dois tipos de LAB utilizadas, conclui-se que entre elas não existem diferenças significativas nas características sensoriais e físico-químicas, com a excepção da dureza obtida instrumentalmente no 20<sup>o</sup> e 35<sup>o</sup> dia de amostragem. No

entanto, esta característica não foi relevante no ponto de vista dos provadores, que não deram ênfase a esta alteração da textura durante a análise sensorial.

Embora entre as duas culturas não se registassem diferenças significativas do ponto de vista estatístico, o inóculo ST153 (constituído por *L. sakei*) teve maior destaque nas características consideradas como positivas, tal como demonstrado na análise de componentes principais efectuada para a alheira. Pode-se dizer então que a sua aplicação aparenta ter maiores vantagens em relação ao inóculo BLC35. Efetivamente em trabalho anterior Bredholt *et al.* (2001) refere que o *L. sakei* é adequado como cultura biprotectora e pode ser facilmente implementado na produção industrial de produtos cárneos.

## **5.2. Lombo de porco fumado fatiado**

À semelhança do que aconteceu na experiência com alheira, a aplicação de culturas de bactérias do ácido láctico em fatias de lombo de porco fumado levou a que existissem algumas alterações a nível sensorial e físico-químico.

Em relação à análise sensorial, é de salientar que o sabor ácido esperado devido à adição das LAB não foi notado. Verificou-se que a adição das LAB levou a outras alterações que registaram diferenças significativas, com especial incidência no último tempo de armazenagem. No parâmetro sabor característico existiu um decréscimo e o sabor amargo aumentou significativamente. O painel notou uma diminuição da dureza e untuosidade, e no parâmetro conformidade existiu uma redução significativa ao 124<sup>o</sup> dia.

Comparando os dois tipos de inóculos em estudo, concluiu-se que embora existissem diferenças pontuais entre eles nos parâmetros de sabor característico e untuosidade, numa análise geral não existem diferenças marcadas entre eles. O painel também não detectou diferenças significativas no parâmetro conformidade entre as bactérias lácticas testadas.

Em atmosferas modificadas com maior teor em CO<sub>2</sub>, os atributos sensoriais tiveram resultados mais extremados e mais marcados com o aumento do tempo de armazenagem pela análise de componentes principais, sem haver, no entanto, diferenças estatisticamente significativas.

As análises microbiológicas demonstraram que as culturas de LAB tiveram um efeito inibitório sobre a *L. innocua*, assistindo-se à redução da concentração da mesma ao longo do tempo de armazenagem, independentemente do tipo de atmosfera utilizada. No entanto, verifica-se que as amostras inoculadas com ST153 (*L. sakei*) tiveram um desempenho melhor na redução dos valores de *L. innocua*.

## **6. Bibliografia**

- Albano, H., I. Henriques, A. Correia, T. Hogg, and P. Teixeira, 2008, Characterization of microbial population of 'Alheira' (a traditional Portuguese fermented sausage) by PCR-DGGE and traditional cultural microbiological methods: *Journal of Applied Microbiology*, v. 105, p. 2187-2194.
- Albano, H., M. Oliveira, R. Aroso, N. Cubero, T. Hogg, and P. Teixeira, 2007, Antilisterial activity of lactic acid bacteria isolated from "Alheiras" (traditional Portuguese fermented sausages): In situ assays: *Meat Science*, v. 76, p. 796-800.
- Albano, H., C. Pinho, D. Leite, J. Barbosa, J. Silva, L. Carneiro, R. Magalhaes, T. Hogg, and P. Teixeira, 2009, Evaluation of a bacteriocin-producing strain of *Pediococcus acidilactici* as a biopreservative for "Alheira", a fermented meat sausage: *Food Control*, v. 20, p. 764-770.
- Beumer, R. R., M. C. teGiffel, E. deBoer, and F. M. Rombouts, 1996, Growth of *Listeria monocytogenes* on sliced cooked meat products: *Food Microbiology*, v. 13, p. 333-340.
- Bredholt, S., T. Nesbakken, and A. Holck, 2001, Industrial application of an antilisterial strain of *Lactobacillus sakei* as a protective culture and its effect on the sensory acceptability of cooked, sliced, vacuum-packaged meats: *International Journal of Food Microbiology*, v. 66, p. 191-196.
- Campos, S. D., R. C. Alves, E. Mendes, A. S. G. Costa, S. Casal, and M. B. P. P. Oliveira, 2013, Nutritional value and influence of the thermal processing on a traditional Portuguese fermented sausage (alheira): *Meat Science*, v. 93, p. 914-918.
- Cartier, R., A. Rytz, A. Lecomte, F. Poblete, J. Krystlik, E. Belin, and N. Martin, 2006, Sorting procedure as an alternative to quantitative descriptive analysis to obtain a product sensory map: *Food Quality and Preference*, v. 17, p. 562-571.
- Casp, A., and J. Abril, 2003, *Processos de conservación de alimentos*, Ediciones Mundi-Prensa, 495 p.
- CDC, C. f. D. C. a. P., 2014, Listeriosis, Webpage of CDC: Centers for Disease Control and Prevention, Centers for Disease Control and Prevention National Center

- for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases (NCEZID) Division of Foodborne, Waterborne, and Environmental Diseases (DFWED). Consultado a 2/10/2104.
- Cilla, I., L. Martinez, J. A. Beltran, and P. Roncales, 2006, Dry-cured ham quality and acceptability as affected by the preservation system used for retail sale: *Meat Science*, v. 73, p. 581-589.
- CNC, 2014, Lombo fumado - Companhia Nacional das Carnes Lda., <http://www.cncarnes.pt/produto-salsicharia.php?ID=42&Lombo-Fumado>. Consultado a 22/09/2014.
- Condon, S., 1987, Responses of lactic-acid bacteria to oxygen: *Fems Microbiology Letters*, v. 46, p. 269-280.
- Devlieghere, F., J. Debevere, and J. Van Impe, 1998, Effect of dissolved carbon dioxide and temperature on the growth of *Lactobacillus sake* in modified atmospheres: *International Journal of Food Microbiology*, v. 41, p. 231-238.
- Esteves, A., L. Patarata, C. Saraiva, and C. Martins, 2008, Assessment of the microbiological characteristics of industrially produced Alheira, with particular reference to foodborne pathogens: *Journal of Food Safety*, v. 28, p. 88-102.
- Felicio, M. T. S., R. Ramalheira, V. Ferreira, T. Brandao, J. Silva, T. Hogg, and P. Teixeira, 2011, Thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* from alheiras, traditional Portuguese sausage during cooking: *Food Control*, v. 22, p. 1960-1964.
- Ferreira, V., J. Barbosa, J. Silva, M. T. Felicio, C. Mena, T. Hogg, P. Gibbs, and P. Teixeira, 2007, Characterisation of alheiras, traditional sausages produced in the North of Portugal, with respect to their microbiological safety: *Food Control*, v. 18, p. 436-440.
- Ferreira, V., J. Barbosa, S. Vendeiro, A. Mota, F. Silva, M. J. Monteiro, T. Hogg, P. Gibbs, and P. Teixeira, 2006, Chemical and microbiological characterization of alheira: A typical Portuguese fermented sausage with particular reference to factors relating to food safety: *Meat Science*, v. 73, p. 570-575.

- Galvez, A., H. Abriouel, R. L. Lopez, and N. Ben Omar, 2007, Bacteriocin-based strategies for food biopreservation: *International Journal of Food Microbiology*, v. 120, p. 51-70.
- Garriga, M., M. Hugas, P. Gou, M. T. Aymerich, J. Arnau, and J. M. Monfort, 1996, Technological and sensorial evaluation of *Lactobacillus* strains as starter cultures in fermented sausages: *International Journal of Food Microbiology*, v. 32, p. 173-183.
- Haile, D. M., S. De Smet, E. Claeys, and E. Vossen, 2013, Effect of light, packaging condition and dark storage durations on colour and lipid oxidative stability of cooked ham: *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, v. 50, p. 239-247.
- Hill, M., 1996, Nitrates and nitrites in food and water: Cambridge, England, Woodhead Publishing Limited. ISBN: 0-7476-0067-8
- Honikel, K.-O., 2008, The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products: *Meat Science*, v. 78, p. 68-76.
- Hullberg, A., L. Johansson, and K. Lundstrom, 2005a, Effect of tumbling and RN genotype on sensory perception of cured-smoked pork loin: *Meat Science*, v. 69, p. 721-732.
- Hullberg, A., L. Johansson, and K. Lundstrom, 2005b, Sensory perception of cured-smoked pork loin from carriers and noncarriers of the RN(-)allele and its relationship with technological meat quality: *Journal of Muscle Foods*, v. 16, p. 54-76.
- Jellinek, G., 1985, Sensory evaluation of Food, Theory and Practice. Ellis Horwood Series in Food Science and Technology. ISBN: 3-527-26216-4.
- Kaban, G., M. Kaya, and F.-K. Lucke, 2010, The effect of *Lactobacillus sakei* on the behavior of *Listeria monocytogenes* on sliced bologna-type sausages: *Journal of Food Safety*, v. 30, p. 889-901.
- Kawahara, Y., M. Nakamura, I. Sakagami, and Y. Suzuki, 2006, Bright red color formation of cooked pork loin cured with lactic acid bacteria starter culture without adding nitrite during low-temperature storage: *Food Science and Technology Research*, v. 12, p. 101-107.

- Kreyenschmidt, J., A. Huebner, E. Beierle, L. Chonsch, A. Scherer, and B. Petersen, 2010, Determination of the shelf life of sliced cooked ham based on the growth of lactic acid bacteria in different steps of the chain: *Journal of Applied Microbiology*, v. 108, p. 510-520.
- Lawless, H. T., and H. Heymann, 2010, *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*, 2<sup>nd</sup> edition. Food Science Text Series, Springer. ISBN: 978-1-4419-6487-8
- Leroy, F., C. Vasilopoulos, S. Van Hemelryck, G. Falony, and L. De Vuyst, 2009, Volatile analysis of spoiled, artisan-type, modified-atmosphere-packaged cooked ham stored under different temperatures: *Food Microbiology*, v. 26, p. 94-102.
- Mataragas, M., E. H. Drosinos, and J. Metaxopoulos, 2003, Antagonistic activity of lactic acid bacteria against *Listeria monocytogenes* in sliced cooked cured pork shoulder stored under vacuum or modified atmosphere at 4 +/- 2 degrees C: *Food Microbiology*, v. 20, p. 259-265.
- McCutcheon, J. W., 1984, Nitrosamines in bacon - a case-study of balancing risks: *Public Health Reports*, v. 99, p. 360-364.
- Meiselman, H. L., 1993, Critical evaluation of sensory techniques, *Food Quality and Preference*, p. 33-40.
- MicrobeWiki, K. C., 2011, *Listeria innocua* - Kenyon College MicrobeWiki, [https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Listeria\\_innocua](https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Listeria_innocua) - Kenyon College. Consultado a 2/10/2014.
- Moller, J. K. S., J. S. Jensen, M. B. Olsen, L. H. Skibsted, and G. Bertelsen, 2000, Effect of residual oxygen on colour stability during chill storage of sliced, pasteurised ham packaged in modified atmosphere: *Meat Science*, v. 54, p. 399-405.
- Mullan, M., and D. McDowell, 2003, *Modified Atmosphere Packaging*, *Food Packaging Technology*, (eds R. Coles, D. McDowell, and M.J. Kirwan) Blackwell Publishing/CRC Press p. 303-338. ISBN 1-84127-221-3
- NP598, 1969, Norma Portuguesa. Enchidos portugueses. Alheira. Definição e características.



- NP1614, 2002, Norma Portuguesa. Carnes e Produtos Cárneos. Determinação do teor de humidade. Método de referência.
- Ooraikul, 2003, Modified Atmosphere Packaging (MAP), P., Bogh-Sorensen L. (eds.), Food Preservation Techniques, Woodhead Publishing Limited/CRC Press, p.339-359. ISBN 0-8493-1757-6.
- Parra, V., J. Viguera, J. Sanchez, J. Peinado, F. Esparrago, J. I. Gutierrez, and A. I. Andres, 2012, Effect of exposure to light on physico-chemical quality attributes of sliced dry-cured Iberian ham under different packaging systems: Meat Science, v. 90, p. 236-243.
- Patarata, L., I. Judas, J. A. Silva, A. Esteves, and C. Martins, 2008, A comparison of the physicochemical and sensory characteristics of alheira samples from different-sized producers: Meat Science, v. 79, p. 131-138.
- Pereira, E. e. a., 2012, Efeito do tratamento térmico no perfil de ácidos gordos de alheiras do nordeste transmontano, 11<sup>o</sup> Encontro de Química dos Alimentos - Bragança, 2012. p. 1-4. ISBN: 978-972-745-141-8
- Perrin, M., M. Bemer, and C. Delamare, 2003, Fatal case of *Listeria innocua* bacteremia: Journal of Clinical Microbiology, v. 41, p. 5308-5309.
- Pexara, E. S., J. Metaxopoulos, and E. H. Drosinos, 2002, Evaluation of shelf life of cured, cooked, sliced turkey fillets and cooked pork sausages 'piroski' stored under vacuum and modified atmospheres at +4 and +10 degrees C: Meat Science, v. 62, p. 33-43.
- Rao, D. N., and N. M. Sachindra, 2002, Modified atmosphere and vacuum packaging of meat and poultry products: Food Reviews International, v. 18, p. 263-293.
- Rodriguez-Aguilera, R., and J. C. Oliveira, 2009, Review of Design Engineering Methods and Applications of Active and Modified Atmosphere Packaging Systems: Food Engineering Reviews, v. 1, p. 66-83.
- Roça, R. d. O., 2002, Cura de carnes, Universidade Estadual Paulista. Disponível em: <http://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca111.pdf>. Consultado a 13/10/2014.
- Rubio, B., B. Martinez, C. Gonzalez-Fernandez, M. D. Garcia-Cachan, J. Rovira, and I. Jaime, 2007, Effect of modified atmosphere packaging on the

- microbiological and sensory quality on a dry cured beef product: "Cecina de leon": *Meat Science*, v. 75, p. 515-522.
- Ruiz-Capillas, C., T. Pintado, and F. Jimenez-Colmenero, 2012, Biogenic amine formation in refrigerated fresh sausage "chorizo" keeps in modified atmosphere: *Journal of Food Biochemistry*, v. 36, p. 449-457.
- Saboresebemreceber.com, 2008, Lombo fumado - Sabores & Bem Receber, [http://www.saboresebemreceber.com/loja/produto\\_detalhe.asp?productid=969&departmentid=142](http://www.saboresebemreceber.com/loja/produto_detalhe.asp?productid=969&departmentid=142). Consultado em 22/09/2014.
- Samuel Jácome, Svetoslav Todorov, Susana Fonseca, Rita Pinheiro, Vítor Monteiro, Joana Santos, Paulo Fernandes, Lúcia Noronha, Gonçalo Almeida, Ana Gomes, Manuela Pintado, Cristina L. M. Silva, Alcina M. M. B. Morais, Joana Silva, Paula Teixeira, Manuela Vaz Velho (2013) Bioconservação de alimentos tradicionais por adição de Bactérias Acido-Lácticas e das suas Bacteriocinas, pp 8-23. In: FOODSMEHOP-HOP Technology Book, Edição trilingue, Barcelona. ISBN 13: 978-84-940022-3-6.
- Schillinger, U., and F. K. Lucke, 1989, Antibacterial activity of *Lactobacillus sake* isolated from meat: *Applied and Environmental Microbiology*, v. 55, p. 1901-1906.
- Simpson, R., C. Acevedo, and S. Almonacid, 2009, Mass transfer of CO<sub>2</sub> in MAP systems: Advances for non-respiring foods: *Journal of Food Engineering*, v. 92, p. 233-239.
- Stone, H., and J. Sidel, 2004, *Sensory Evaluation Practices*. Second Edition. San Diego, Academic Press, Inc. ISBN: 0-12-672482-2.
- Szmanko, T., K. O. Honikel, and K. Hofmann, 1995, Changes in histological structure and physicochemical properties of raw, cured, smoked pork loins resulting from freezing near cryoscopic temperature: *Nahrung-Food*, v. 39, p. 432-451.
- Thalib, L., R. L. Kitching, and M. I. Bhatti, 1999, Principal component analysis for grouped data - A case study: *Environmetrics*, v. 10, p. 565-574.
- Thorsen, L., B. B. Budde, A. G. Koch, and T. D. Klingberg, 2009, Effect of modified atmosphere and temperature abuse on the growth from spores and cereulide production of *Bacillus weihenstephanensis* in a cooked chilled

- meat sausage: *International Journal of Food Microbiology*, v. 130, p. 172-178.
- Todorov, S. D., P. Ho, M. Vaz-Velho, and L. M. T. Dicks, 2010, Characterization of bacteriocins produced by two strains of *Lactobacillus plantarum* isolated from Beloura and Chourico, traditional pork products from Portugal: *Meat Science*, v. 84, p. 334-343.
- Vasilopoulos, C., E. De Mey, L. Dewulf, H. Paelinck, A. De Smedt, F. Vandendriessche, L. De Vuyst, and F. Leroy, 2010, Interactions between bacterial isolates from modified-atmosphere-packaged artisan-type cooked ham in view of the development of a bioprotective culture: *Food Microbiology*, v. 27, p. 1086-1094.
- Vaz-Velho, M., F. Fonseca, M. Silva, and P. Gibbs, 2001, Is *Listeria innocua* 2030c, a tetracycline-resistant strain, a suitable marker for replacing *L. monocytogenes* in challenge studies with cold-smoked fish?: *Food Control*, v. 12, p. 361-364.
- Vaz-Velho, M., Jácome, S., Noronha, L., Todorov, S., Fonseca, S., Pinheiro, R., Morais, A., Silva, J., Teixeira, P. (2013) Comparison of antilisterial effects of two strains of lactic acid bacteria during processing and storage of a Portuguese salami-like product “alheira”. *Chemical Engineering Transactions*, 32, 1807-1812 DOI: 10.3303/CET1332302
- Vermeiren, L., F. Devlieghere, I. Vandekinderen, U. Rajtak, and J. Debevere, 2006, The sensory acceptability of cooked meat products treated with a protective culture depends on glucose content and buffering capacity: A case study with *Lactobacillus sakei* 10A: *Meat Science*, v. 74, p. 532-545.
- Vieira da Silva, M., P. Teixeira, T. Hogg, and J. A. Couto, 2003, Segurança Alimentar de Produtos Cárneos Tradicionais Enchidos e Produtos Curados, [https://eu.ipp.pt/estsp/java/public/355/p\\_cp/1/p\\_cc/223/p\\_cd/586/p\\_ili ng/1/\\_anolid/2012/HigieneSegurancaAlimentar.pdf](https://eu.ipp.pt/estsp/java/public/355/p_cp/1/p_cc/223/p_cd/586/p_ili ng/1/_anolid/2012/HigieneSegurancaAlimentar.pdf), ESB/UCP.
- Vásquez, S. M., H. Suárez, and S. Zapata, 2009, Utilización de sustancias antimicrobianas producidas por bacterias ácido lácticas en la conservación de la carne: *Revista chilena de nutrición*, v. 36, p. 64-71.

Williams, L. J., and H. Abdi, 2010, Fisher's Least Significant Difference (LSD) Test, Encyclopedia of Research Design., Thousand Oaks. ISBN 978-1-4129-6127-

1

## **7. Apêndices**

## 7.1. Apêndice A - Ficha para a análise sensorial da Alheira

### Ficha de prova - Alheira

Provador: _____ Data: __/__/__ Código: _____
--

Sr.(a) provador(a), por favor, primeiro aprecie o aspecto do produto, depois o seu cheiro, textura e finalmente o sabor, seguindo esta lista tal como se apresenta. Note que o ponto sombreado é atribuído ao controlo.

#### ASPECTO VISUAL

Ligação da massa	Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Muito
Cor característica	Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Muito
Brilho	Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Muito

#### CHEIRO

Cheiro característico	Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Muito
Cheiro estranho	Ausente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Muito

#### TEXTURA

Dureza da massa na boca	Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Muito
Adesividade na boca	Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Muito

#### SABOR

Sabor característico	Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Muito
Sabor ácido	Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Muito
Sabor picante	Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Muito
Sabor amargo	Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Muito

Avalie o produto de uma forma global quanto à sua conformidade/índice de qualidade, na escala abaixo, considerando que para uma pontuação abaixo de 4 o produto apresenta-se não conforme.

#### CONFORMIDADE

Defeito			Bom	
1	2	3	4	5

Obrigado.

## 7.2. Apêndice B – Ficha para a análise sensorial do lombo de porco fumado fatiado

### Ficha de prova - Fatiados

Provador: _____ Data: __/__/__ Código: _____
--

Sr.(a) provador(a), por favor, primeiro aprecie o aspecto do produto, depois o seu cheiro, textura e finalmente o sabor, seguindo esta lista tal como se apresenta. Note que o ponto sombreado é atribuído ao controlo.

#### ASPECTO VISUAL

Cor característica	Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Muito
Untuosidade	Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Muito

#### CHEIRO

Cheiro característico	Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Muito
Cheiro estranho	Ausente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Muito

#### TEXTURA

Dureza	Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Muito
Suculência	Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Muito

#### SABOR

Sabor característico	Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Muito
Sabor ácido	Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Muito
Sabor amargo	Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Muito

Avalie o produto de uma forma global quanto à sua conformidade/índice de qualidade, na escala abaixo, considerando que para uma pontuação abaixo de 4 o produto apresenta-se não conforme.

#### CONFORMIDADE

Defeito			Bom	
1	2	3	4	5

Obrigado.

### 7.3. Apêndice C – Resultados da análise sensorial da alheira

Tabela 6 – Resultados de análise sensorial (ligação massa, cor, brilho, cheiro característico) na alheira.

Tempo	Produto	Ligação da massa			Cor			Brilho			Cheiro Característico		
		$\bar{X}$	n	s	$\bar{X}$	n	s	$\bar{X}$	n	s	$\bar{X}$	n	s
0	BLC35	7,2	9	0,8	7,0	9	0,5	7,1	9	0,8	6,3	9	0,7
0	CALDA	6,8	9	0,4	7,3	9	0,7	6,9	9	0,3	7,2	9	0,7
0	ST153	7,0	9	0,0	7,1	9	0,3	7,6	9	1,2	6,3	9	1,0
1	BLC35	7,1	8	0,8	6,9	8	0,4	6,9	8	0,4	6,6	8	1,2
1	CALDA	7,3	8	0,5	6,9	8	0,4	7,0	8	0,0	6,9	8	0,4
1	ST153	6,9	8	0,4	7,0	8	0,0	6,9	8	0,4	6,8	8	0,7
2	BLC35	7,2	9	0,8	6,8	9	0,4	7,0	9	0,5	6,7	9	0,7
2	CALDA	7,2	9	1,1	7,1	9	0,3	7,0	9	0,0	7,2	9	0,7
2	ST153	6,8	9	1,1	7,0	9	0,0	6,9	9	0,3	6,9	9	0,8
3	BLC35	7,5	11	1,2	6,8	11	0,6	7,0	11	0,0	6,4	11	0,8
3	CALDA	6,9	11	0,7	6,7	11	0,6	7,0	11	0,0	6,6	11	1,3
3	ST153	7,1	11	0,8	6,9	11	0,9	6,6	11	0,7	6,5	11	0,9

“X” representa a média, “n” o número de provadores e “s” o desvio padrão.

Tabela 7 - Resultados de análise sensorial (cheiro estranho, dureza, adesividade, sabor característico) na alheira.

Tempo	Produto	Cheiro estranho			Dureza			Adesividade			Sabor característico		
		$\bar{X}$	n	s	$\bar{X}$	n	s	$\bar{X}$	n	s	$\bar{X}$	n	s
0	BLC35	1,4	9	0,7	6,3	9	1,1	7,1	9	1,5	6,3	9	1,0
0	CALDA	1,2	9	0,4	6,6	9	1,0	6,9	9	1,2	6,8	9	1,4
0	ST153	1,7	9	1,4	6,3	9	0,7	7,0	9	1,0	5,2	9	1,3
1	BLC35	1,6	8	0,9	6,6	8	1,1	7,8	8	0,7	5,9	8	0,8
1	CALDA	1,0	8	0,0	6,5	8	0,8	6,9	8	1,1	6,6	8	0,7
1	ST153	1,9	8	1,5	7,0	8	1,1	7,8	8	0,7	6,1	8	1,1
2	BLC35	1,4	9	0,7	6,7	9	1,2	7,3	9	1,1	5,7	9	1,1
2	CALDA	1,1	9	0,3	7,0	9	1,3	6,8	9	0,7	6,6	9	1,0
2	ST153	1,1	9	0,3	7,4	9	1,2	6,8	9	1,4	6,3	9	1,1
3	BLC35	1,4	11	0,5	6,3	11	1,0	7,6	11	1,1	4,6	11	1,9
3	CALDA	1,1	11	0,3	6,6	11	1,1	7,3	11	1,5	6,2	11	1,3
3	ST153	1,6	11	1,0	5,8	11	1,4	7,5	11	2,2	5,2	11	1,3

“X” representa a média, “n” o número de provadores e “s” o desvio padrão.



**Tabela 8 - Resultados de análise sensorial (sabor ácido, sabor picante, sabor amargo, conformidade) na alheira.**

Tempo	Produto	Sabor ácido			Sabor picante			Sabor amargo			Conformidade		
		$\bar{X}$	n	s	$\bar{X}$	n	s	$\bar{X}$	n	s	$\bar{X}$	n	s
0	BLC35	8,2	9	1,1	7,9	9	0,9	7,7	9	0,7	3,7	9	0,7
0	CALDA	7,7	9	0,9	7,0	9	1,1	7,2	9	0,7	4,0	9	1,0
0	ST153	9,1	9	0,9	7,2	9	0,7	7,8	9	1,1	3,7	9	1,0
1	BLC35	9,3	8	1,0	7,1	8	1,5	8,0	8	0,9	3,0	8	0,8
1	CALDA	7,1	8	0,6	6,6	8	2,7	7,3	8	0,9	4,1	8	0,6
1	ST153	9,6	8	0,7	7,5	8	0,8	8,0	8	0,8	3,1	8	0,8
2	BLC35	9,1	9	1,7	8,1	9	0,9	8,1	9	1,1	3,2	9	1,0
2	CALDA	7,6	9	0,9	7,4	9	1,0	7,7	9	1,1	4,0	9	0,7
2	ST153	9,1	9	1,1	7,7	9	0,9	8,4	9	1,6	3,4	9	0,7
3	BLC35	9,8	11	2,0	8,2	11	1,2	8,6	11	1,9	2,8	11	1,0
3	CALDA	7,5	11	2,2	7,5	11	0,9	8,0	11	1,6	3,7	11	0,8
3	ST153	9,3	11	1,7	7,6	11	1,0	7,6	11	1,3	3,0	11	0,6

“X” representa a média, “n” o número de provadores e “s” o desvio padrão.

#### 7.4. Apêndice D – Resultados da análise sensorial do lombo de porco fumado fatiado

Tabela 9 - Resultados de análise sensorial (cor característica, untuosidade, cheiro característico, cheiro estranho) do lombo de porco fumado fatiado.

Tempo	Produto	Cor característica			Untuosidade			Cheiro característico			Cheiro estranho		
		$\bar{X}$	n	s	$\bar{X}$	n	s	$\bar{X}$	n	s	$\bar{X}$	n	s
0	ST153 20%	6,9	9	2,0	8,1	9	1,1	7,0	9	1,2	1,1	9	0,3
0	BLC35 20%	6,4	9	0,7	7,6	9	1,0	6,7	9	1,1	1,2	9	0,7
0	ST153 40%	7,0	9	1,0	8,0	9	1,1	6,4	9	0,5	1,1	9	0,3
0	BLC35 40%	5,9	9	1,1	7,8	9	0,7	6,7	9	0,5	1,0	9	0,0
1	ST153 20%	6,6	9	1,3	7,9	9	0,8	6,8	9	0,7	1,0	9	0,0
1	BLC35 20%	7,3	9	0,7	7,6	9	0,5	6,9	9	0,3	1,0	9	0,0
1	ST153 40%	7,1	9	0,8	8,6	9	1,2	6,8	9	1,1	1,0	9	0,0
1	BLC35 40%	6,8	9	0,8	7,1	9	0,3	6,7	9	0,7	1,0	9	0,0
2	ST153 20%	6,3	8	0,7	7,4	8	0,9	7,0	8	0,0	1,1	8	0,4
2	BLC35 20%	6,5	8	0,9	7,6	8	1,2	7,0	8	0,5	1,1	8	0,4
2	ST153 40%	6,6	8	0,7	7,8	8	1,5	6,8	8	0,5	1,0	8	0,0
2	BLC35 40%	7,8	8	1,8	7,6	8	1,7	7,5	8	1,1	1,0	8	0,0
3	ST153 20%	5,6	9	1,2	6,8	9	1,3	7,1	9	0,8	1,2	9	0,4
3	BLC35 20%	6,3	9	0,9	6,3	9	1,1	6,7	9	1,0	1,4	9	0,5
3	ST153 40%	6,3	9	0,9	6,0	9	1,3	6,4	9	0,9	1,1	9	0,3
3	BLC35 40%	6,9	9	1,1	6,0	9	1,2	6,9	9	1,1	1,1	9	0,3

“X” representa a média, “n” o número de provadores e “s” o desvio padrão.

**Tabela 10 - Resultados de análise sensorial (dureza, suculência, sabor característico) do lombo de porco fumado fatiado.**

Tempo	Produto	Dureza			Suculência			Sabor característico		
		$\bar{X}$	n	s	$\bar{X}$	n	s	$\bar{X}$	n	s
0	ST153 20%	5,8	9	1,0	7,8	9	1,0	7,1	9	0,9
0	BLC35 20%	6,1	9	0,9	7,3	9	0,9	5,7	9	1,2
0	ST153 40%	5,9	9	0,8	8,7	9	1,3	7,2	9	0,4
0	BLC35 40%	5,9	9	0,9	7,9	9	1,2	6,3	9	0,7
1	ST153 20%	6,8	9	1,1	7,0	9	0,5	6,8	9	0,7
1	BLC35 20%	6,2	9	1,2	7,7	9	0,9	7,1	9	0,3
1	ST153 40%	7,0	9	0,9	7,2	9	0,7	6,6	9	0,5
1	BLC35 40%	7,9	9	0,9	6,6	9	1,1	6,9	9	0,6
2	ST153 20%	6,1	8	1,1	7,4	8	0,9	6,9	8	0,4
2	BLC35 20%	6,3	8	1,4	7,8	8	1,5	7,1	8	1,2
2	ST153 40%	4,8	8	1,5	9,3	8	1,6	6,9	8	0,6
2	BLC35 40%	7,5	8	1,7	6,8	8	1,2	7,4	8	1,2
3	ST153 20%	5,2	9	1,0	6,8	9	2,0	5,4	9	1,2
3	BLC35 20%	5,6	9	0,7	7,3	9	1,5	5,3	9	1,0
3	ST153 40%	5,9	9	1,2	6,6	9	1,6	6,1	9	1,4
3	BLC35 40%	5,6	9	1,5	7,8	9	1,6	6,0	9	1,3

“X” representa a média, “n” o número de provadores e “s” o desvio padrão.

**Tabela 11 - Resultados de análise sensorial (sabor ácido, sabor amargo, conformidade) do lombo de porco fumado fatiado.**

Tempo	Produto	Sabor ácido			Sabor amargo			Conformidade		
		$\bar{X}$	n	$\sigma$	$\bar{X}$	n	$\sigma$	$\bar{X}$	n	$\sigma$
0	ST153 20%	7,2	9	0,4	7,3	9	0,9	4,2	9	0,7
0	BLC35 20%	7,9	9	1,3	7,7	9	1,3	4,1	9	0,6
0	ST153 40%	7,0	9	0,7	7,1	9	0,3	4,4	9	0,5
0	BLC35 40%	7,4	9	0,5	7,1	9	0,3	4,1	9	0,3
1	ST153 20%	7,0	9	0,0	7,1	9	0,3	4,3	9	0,5
1	BLC35 20%	7,3	9	0,5	7,1	9	0,3	4,2	9	0,4
1	ST153 40%	7,2	9	0,4	7,1	9	0,3	4,3	9	0,5
1	BLC35 40%	7,1	9	0,6	7,1	9	0,3	4,1	9	0,3
2	ST153 20%	7,3	8	1,0	7,0	8	0,5	4,1	8	0,4
2	BLC35 20%	7,5	8	0,9	7,4	8	0,7	4,3	8	0,5
2	ST153 40%	7,0	8	0,5	7,0	8	0,5	4,3	8	0,5
2	BLC35 40%	7,4	8	1,2	7,1	8	0,4	4,1	8	0,4
3	ST153 20%	7,2	9	1,3	7,7	9	1,0	3,7	9	0,5
3	BLC35 20%	7,9	9	1,4	7,7	9	1,5	3,4	9	0,9
3	ST153 40%	7,6	9	1,2	8,0	9	1,2	3,3	9	1,0
3	BLC35 40%	8,3	9	2,0	8,6	9	1,9	3,6	9	0,9

## 7.5. Apêndice E – Resultados das análises físico-químicas na alheira

Tabela 12 – Resultados das análises físico-químicas na alheira.

Tempo	Produto	Dureza (N)	s	Adesividade (N.s)	$\sigma$	pH	Humidade (%)	s
0	Comercial	2,325	0,419	0,075	0,004	5,62	55,65	0,17
	Calda	2,733	0,104	0,056	0,014	5,47	62,77	2,79
	BLC35	1,232	0,432	0,206	0,028	5,00	56,40	2,02
1	ST153	1,584	0,111	0,111	0,070	4,93	56,06	0,43
	Comercial	1,365	0,388	0,116	0,038	5,13	55,86	0,46
	Calda	1,583	0,438	0,212	0,082	5,00	61,12	0,22
2	BLC35	1,302	0,152	0,148	0,098	4,70	58,01	2,14
	ST153	1,818	0,342	0,195	0,090	4,64	55,05	1,89
	Comercial	1,185	0,310	0,102	0,056	4,78	57,72	0,53
3	Calda	0,933	0,113	0,140	0,053	4,71	60,13	1,02
	BLC35	1,186	0,075	0,065	0,058	4,47	59,35	0,56
	ST153	0,873	0,114	0,128	0,114	4,36	59,37	0,89
3	Comercial	1,635	0,092	0,147	0,043	4,45	57,31	0,68
	Calda	1,025	0,246	0,259	0,046	4,40	59,56	0,12
	BLC35	0,940	0,193	0,114	0,003	4,20	58,40	0,36
	ST153	1,030	0,152	0,129	0,102	4,27	59,35	0,65

“s” representa o desvio-padrão.

## 7.6. Apêndice F – Resultados das análises físico-químicas no lombo porco fumado fatiado

Tabela 13 - Resultados das análises físico-químicas no lombo de porco fumado fatiado.

	Produto	Dureza (N)	s	Coesividade	pH	Humidade (%)	s	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
<b>Dia 0</b>	Comercial 20%	2,745	0,239	0,959	5,19	46,05	0,03	18,5	0,357
	Comercial 40%	4,016	0,234	0,725	5,42	47,33	0,09	37,9	0,334
	ST153 20%	1,114	0,302	0,738	5,40	56,31	0,51	17,3	0,219
	ST153 40%	1,787	0,339	0,575	5,42	56,22	0,77	34,7	0,621
	BLC35 20%	2,172	0,049	0,634	5,20	58,41	0,06	17,9	0,222
	BLC35 40%	2,261	0,02	0,837	5,18	56,34	0,05	37,5	0,261
<b>Dia 1</b>	Comercial 20%	2,228	0,792	0,792	5,22	51,91	0,47	15,8	0,321
	Comercial 40%	3,603	0,693	0,730	5,38	50,03	0,52	31,3	0,510
	ST153 20%	1,775	0,072	0,819	5,26	59,93	0,64	15,1	0,064
	ST153 40%	1,962	0,205	0,659	5,23	58,93	0,51	30,6	0,075
	BLC35 20%	1,808	0,244	0,834	5,08	58,76	0,19	15,5	0,070
	BLC35 40%	2,141	0,409	0,899	5,10	57,66	0,48	30,6	0,088
<b>Dia 2</b>	Comercial 20%	2,071	0,450	1,014	5,26	52,06	0,10	10,10	0,997
	Comercial 40%	2,733	0,601	0,836	5,23	53,86	0,07	18,10	1,080
	ST153 20%	2,071	0,151	0,710	5,23	58,92	0,06	9,50	0,301
	ST153 40%	1,545	0,214	0,717	5,28	59,93	0,44	18,10	0,062
	BLC35 20%	1,772	0,252	1,054	5,18	56,51	1,26	10,00	0,055
	BLC35 40%	2,063	0,169	0,927	5,34	54,20	0,32	19,30	0,339
<b>Dia 3</b>	Comercial 20%	5,006	0,544	0,924	5,01	51,66	1,75	8,20	0,580
	Comercial 40%	2,158	0,160	0,870	4,93	52,21	0,85	12,70	0,790
	ST153 20%	1,685	0,187	0,738	4,98	55,89	0,42	7,60	0,010
	ST153 40%	1,811	0,251	0,802	4,86	54,94	0,51	12,80	0,090
	BLC35 20%	1,657	0,385	0,924	5,04	55,06	1,05	8,00	0,020
	BLC35 40%	2,156	0,478	0,986	5,11	52,42	0,56	13,10	0,120

“s” representa o desvio-padrão.

## 7.7. Apêndice G – Resultados das análises microbiológicas

Tabela 14 - Enumeração de *Listeria innocua* e das bactérias do ácido láctico (LAB) na matriz da alheira ao longo de tempo de estudo (log ufc/g).

Amostra / Dias	0	0,5	5	10	19	33	66
<b>Padrão -<i>L. innocua</i></b>	6,85	6,83	6,36	6,83	5,73	4,54	*
<b>Padrão - LAB</b>	8,32	8,40	8,57	8,62	8,76	8,24	7,81
<b>Calda - <i>L. innocua</i></b>	6,80	6,72	6,80	6,51	4,85	4,35	*
<b>Calda - LAB</b>	8,43	8,50	8,63	8,76	8,59	8,42	7,78
<b>ST153 - <i>L. innocua</i></b>	6,90	4,35	3,80	3,15	3,33	2,48	*
<b>ST153 - LAB</b>	9,23	9,26	9,21	10,34	9,74	8,94	8,89
<b>BLC35 - <i>L. innocua</i></b>	7,00	4,81	3,78	3,29	3,04	2,00	*
<b>BLC35 - LAB</b>	9,21	9,15	9,03	8,42	8,61	8,65	8,51

\*<100 ufc/g

Tabela 15 - Enumeração de *Listeria innocua* e das bactérias do ácido láctico na matriz de lombo ao longo do tempo de armazenamento e da atmosfera 20% CO<sub>2</sub> (log ufc/g).

Amostra / Dias (20% CO <sub>2</sub> )	0	0,5	15	30	90	120
<b>Padrão - <i>L. innocua</i></b>	6,67	6,60	6,15	6,05	4,24	2,98
<b>Padrão - LAB</b>	8,40	8,40	8,35	8,24	8,13	7,55
<b>ST153 - <i>L. innocua</i></b>	6,65	5,28	4,8	4,45	2,6	2,15
<b>ST153 - LAB</b>	8,30	8,36	8,48	8,42	7,99	8,01
<b>BLC35 - <i>L. innocua</i></b>	6,68	5,76	4,83	4,80	3,17	3,55
<b>BLC35 - LAB</b>	8,42	8,35	8,42	7,94	7,98	8,16

Tabela 16 - Enumeração de *Listeria innocua* e das bactérias do ácido láctico na matriz de lombo ao longo do tempo de armazenamento e da atmosfera 40% CO<sub>2</sub>.

Amostra / Dias (40% CO <sub>2</sub> )	0	0,5	15	30	90	120
<b>Padrão -<i>L. innocua</i></b>	6,95	6,83	5,62	5,55	3,84	3,61
<b>Padrão - LAB</b>	8,10	8,4	7,94	7,44	7,69	8,00
<b>ST153 - <i>L. innocua</i></b>	6,90	4,95	4,04	3,91	3,72	2,00
<b>ST153 - LAB</b>	8,29	9,26	8,51	8,57	8,18	8,09
<b>BLC35 - <i>L. innocua</i></b>	7,00	5,57	4,98	4,70	3,04	3,24
<b>BLC35 - LAB</b>	8,54	8,4	8,39	8,33	8,31	7,98

## 7.8. Apêndice H – Análises de variância para a análise sensorial da alheira

Tabela 17 – Análise de variância para o primeiro ponto de amostragem (T0) da análise sensorial da alheira

Análise de variância								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Lig. Massa	0,88889	3	0,296296	7,11111	24	0,296296	1,000000	0,409841
Cor	0,53968	3	0,179894	6,88889	24	0,287037	0,626728	0,604760
Brilho	2,10714	3	0,702381	18,00000	24	0,750000	0,936508	0,438398
Cheiro Caract	4,87302	3	1,624339	15,55556	24	0,648148	2,506122	0,083148
Cheiro estranho	1,07937	3	0,359788	21,77778	24	0,907407	0,396501	0,756690
Dureza	0,63492	3	0,211640	22,22222	24	0,925926	0,228571	0,875574
Adesividade	0,22222	3	0,074074	37,77778	24	1,574074	0,047059	0,986129
Sab caracter.	12,31746	3	4,105820	37,11111	24	1,546296	2,655261	0,071385
Sab acido	11,26984	3	3,756614	22,44444	24	0,935185	4,016973	0,018925
Sab picante	3,98413	3	1,328042	20,44444	24	0,851852	1,559006	0,225198
Sab amargo	1,85317	3	0,617725	17,11111	24	0,712963	0,866419	0,472045
Conformidade	2,10714	3	0,702381	20,00000	24	0,833333	0,842857	0,483871

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 18 – Teste LSD para o sabor ácido (T0)

LSD Test				
	{1}	{2}	{3}	{4}
BLC35 {1}		0,234815	0,062968	0,242229
CALDA {2}	0,234815		0,004144	0,519327
ST153 {3}	0,062968	0,004144		0,049276
Padrão {4}	0,242229	0,519327	0,049276	

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 19 – Análise de variância para o segundo ponto de amostragem (T1) da análise sensorial da alheira

Análise de variância								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Lig Massa	0,59000	3	0,19667	7,25000	21	0,345238	0,56966	0,641146
Cor	0,09000	3	0,03000	1,75000	21	0,083333	0,36000	0,782477
Brilho	0,09000	3	0,03000	1,75000	21	0,083333	0,36000	0,782477
Cheiro Caract	0,31000	3	0,10333	14,25000	21	0,678571	0,15228	0,927054
Cheiro estranho	3,49000	3	1,16333	20,75000	21	0,988095	1,17735	0,342137
Dureza	1,16500	3	0,38833	19,87500	21	0,946429	0,41031	0,747251
Adesividade	4,28500	3	1,42833	15,87500	21	0,755952	1,88945	0,162324
Sab caracter.	2,93500	3	0,97833	17,62500	21	0,839286	1,16567	0,346372
Sab acido	31,75000	3	10,58333	14,25000	21	0,678571	15,59649	0,000015
Sab picante	3,09000	3	1,03000	70,75000	21	3,369048	0,30572	0,820939
Sab amargo	3,54000	3	1,18000	15,50000	21	0,738095	1,59871	0,219645

<b>Conformidade</b>	8,49000	3	2,83000	11,75000	21	0,559524	5,05787	0,008586
---------------------	---------	---	---------	----------	----	----------	---------	----------

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 20 - Teste LSD para o sabor ácido (T1)

LSD Test				
	{1}	{2}	{3}	{4}
BLC35 {1}		0,000041	0,372910	0,017648
CALDA {2}	0,000041		0,000005	0,887602
ST153 {3}	0,372910	0,000005		0,006754
Padrão {4}	0,017648	0,887602	0,006754	

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 21 - Teste LSD para a Conformidade (T1)

LSD Test				
	{1}	{2}	{3}	{4}
BLC35 {1}		0,006699	0,741529	0,019862
CALDA {2}	0,006699		0,014212	0,282564
ST153 {3}	0,741529	0,014212		0,027835
Padrão {4}	0,019862	0,282564	0,027835	

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 22 - Análise de variância para o terceiro ponto de amostragem (T2) da análise sensorial da alheira

Análise de variância								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Lig Massa	1,19048	3	0,396825	24,66667	24	1,027778	0,386100	0,763987
Cor	0,51984	3	0,173280	2,44444	24	0,101852	1,701299	0,193416
Brilho	0,07540	3	0,025132	2,88889	24	0,120370	0,208791	0,889306
Cheiro Carat	1,41270	3	0,470899	12,44444	24	0,518519	0,908163	0,451733
Cheiro estranho	0,71429	3	0,238095	6,00000	24	0,250000	0,952381	0,431090
Dureza	2,74206	3	0,914021	38,22222	24	1,592593	0,573920	0,637677
Adesividade	1,85317	3	0,617725	29,11111	24	1,212963	0,509269	0,679659
Sab caracter.	4,49206	3	1,497354	28,22222	24	1,175926	1,273341	0,305959
Sab acido	16,96429	3	5,654762	38,00000	24	1,583333	3,571429	0,028841
Sab picante	2,60317	3	0,867725	21,11111	24	0,879630	0,986466	0,415779
Sab amargo	3,85317	3	1,284392	39,11111	24	1,629630	0,788149	0,512345
Conformidade	4,90079	3	1,633598	15,77778	24	0,657407	2,484909	0,084981

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 23 - Teste LSD para o sabor ácido (T2)

LSD Test				
	{1}	{2}	{3}	{4}
BLC35 {1}		0,014926	1,000000	0,124552



CALDA {2}	0,014926	0,014926	0,679048
ST153 {3}	1,000000	0,014926	0,124552
Padrão {4}	0,124552	0,679048	0,124552

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 24 - Análise de variância para o quarto ponto de amostragem (T3) da análise sensorial da alheira

Análise de variância								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Lig Massa	1,71925	3	0,57308	26,5455	30	0,884848	0,647663	0,590564
Cor	0,21390	3	0,07130	16,7273	30	0,557576	0,127877	0,942821
Brilho	0,98396	3	0,32799	4,5455	30	0,151515	2,164706	0,112899
Cheiro Caract	0,65241	3	0,21747	31,8182	30	1,060606	0,205042	0,892093
Cheiro estranho	1,76471	3	0,58824	14,0000	30	0,466667	1,260504	0,305597
Dureza	4,25401	3	1,41800	42,3636	30	1,412121	1,004166	0,404525
Adesividade	1,01604	3	0,33868	81,4545	30	2,715152	0,124737	0,944748
Sab caracter.	16,21123	3	5,40374	67,8182	30	2,260606	2,390396	0,088336
Sab acido	34,39572	3	11,46524	116,5455	30	3,884848	2,951271	0,048492
Sab picante	3,70856	3	1,23619	32,9091	30	1,096970	1,126909	0,353866
Sab amargo	6,79144	3	2,26381	79,0909	30	2,636364	0,858688	0,473170
Conformidade	8,29947	3	2,76649	19,8182	30	0,660606	4,187804	0,013705

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 25 – Teste LSD para o sabor ácido (T3)

LSD Test				
	{1}	{2}	{3}	{4}
BLC35 {1}		0,011170	0,521268	0,181178
CALDA {2}	0,011170		0,048656	0,792854
ST153 {3}	0,521268	0,048656		0,278373
Padrão {4}	0,181178	0,792854	0,278373	

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 26 - Análise de variância da análise sensorial da alheira: comparação de produtos

Análise de variância								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Lig Massa	1,99030	2	0,99515	49,1892	75	0,65586	1,517329	0,225951
Cor	0,35516	2	0,17758	18,3243	75	0,24432	0,726827	0,486814
Brilho	0,01421	2	0,00710	30,9730	75	0,41297	0,017200	0,982951

<b>Cheiro Caract</b>	1,09252	2	0,54626	51,9459	75	0,69261	0,788692	0,458171
<b>Cheiro estranho</b>	1,21691	2	0,60845	62,2703	75	0,83027	0,732839	0,483952
<b>Dureza</b>	1,18676	2	0,59338	100,1081	75	1,33477	0,444556	0,642787
<b>Adesividade</b>	1,16736	2	0,58368	126,4865	75	1,68649	0,346092	0,708571
<b>Sab caracter.</b>	7,42620	2	3,71310	131,1892	75	1,74919	2,122754	0,126838
<b>Sab acido</b>	18,75017	2	9,37509	141,6216	75	1,88829	4,964860	0,009442
<b>Sab picante</b>	4,08628	2	2,04314	73,5676	75	0,98090	2,082921	0,131713
<b>Sab amargo</b>	4,77096	2	2,38548	114,2162	75	1,52288	1,566425	0,215543
<b>Conformidade</b>	12,23042	2	6,11521	52,7568	75	0,70342	8,693500	0,000402

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 27 - Teste LSD para o sabor ácido (comparação de produtos)

LSD Test			
	{1}	{2}	{3}
BLC35 {1}		0,673520	0,004211
ST153 {2}	0,673520		0,002425
Padrão {3}	0,004211	0,002425	

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 28 - Teste LSD para a Conformidade (comparação de produtos)

LSD Test			
	{1}	{2}	{3}
BLC35 {1}		0,490438	0,000083
ST153 {2}	0,490438		0,000241
Padrão {3}	0,000083	0,000241	

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 29 - Análise de variância da análise sensorial da alheira: evolução no tempo

Análise de variância								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
<b>Lig Massa</b>	0,95523	3	0,318410	50,2243	74	0,678706	0,469143	0,704699
<b>Cor</b>	0,39277	3	0,130924	18,2867	74	0,247118	0,529805	0,663220
<b>Brilho</b>	2,86549	3	0,955165	28,1217	74	0,380023	2,513441	0,064967
<b>Cheiro Caract</b>	2,19097	3	0,730324	50,8475	74	0,687128	1,062864	0,370141
<b>Cheiro estranho</b>	1,79758	3	0,599195	61,6896	74	0,833643	0,718767	0,543918
<b>Dureza</b>	11,62978	3	3,876592	89,6651	74	1,211690	3,199325	0,028187
<b>Adesividade</b>	6,57752	3	2,192508	121,0763	74	1,636167	1,340027	0,267920
<b>Sab caracter.</b>	16,20052	3	5,400175	122,4149	74	1,654255	3,264415	0,026045
<b>Sab acido</b>	8,55863	3	2,852877	151,8132	74	2,051529	1,390610	0,252366
<b>Sab picante</b>	4,25258	3	1,417527	73,4013	74	0,991909	1,429090	0,241108
<b>Sab amargo</b>	2,95676	3	0,985586	116,0304	74	1,567979	0,628571	0,598843
<b>Conformidade</b>	6,20080	3	2,066934	58,7864	74	0,794411	2,601846	0,058330

Tabela 30 - Teste de LSD para a dureza (evolução no tempo)

LSD Test				
	{1}	{2}	{3}	{4}
<b>0 {1}</b>		0,219474	0,059251	0,412141
<b>1 {2}</b>	0,219474		0,534923	0,039862
<b>2 {3}</b>	0,059251	0,534923		0,005993
<b>3 {4}</b>	0,412141	0,039862	0,005993	

Tabela 31 - Teste de LSD para o sabor característico (evolução no tempo)

LSD Test				
	{1}	{2}	{3}	{4}
<b>0 {1}</b>		0,615260	0,615404	0,038067
<b>1 {2}</b>	0,615260		0,988533	0,012058
<b>2 {3}</b>	0,615404	0,988533		0,010108
<b>3 {4}</b>	0,038067	0,012058	0,010108	

## 7.9. Apêndice I – Análises de variância para a análise sensorial do lombo de porco fumado fatiado

Tabela 32 - Análise de variância para o primeiro ponto de amostragem (T0) da análise sensorial do lombo de porco fumado fatiado

Análise de variância								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Cor car.	7,26316	5	1,452632	54,00000	32	1,687500	0,860819	0,517884
Untuosid	3,04386	5	0,608772	30,66667	32	0,958333	0,635240	0,674312
Cheir car	1,59357	5	0,318713	26,22222	32	0,819444	0,388938	0,852675
Cheiro estr	0,24561	5	0,049123	5,33333	32	0,166667	0,294737	0,912276
Dureza	2,75146	5	0,550292	26,22222	32	0,819444	0,671543	0,647906
Suculência	9,89766	5	1,979532	38,44444	32	1,201389	1,647703	0,175878
Sabor car	<b>14,63450</b>	<b>5</b>	<b>2,926901</b>	<b>24,44444</b>	<b>32</b>	<b>0,763889</b>	<b>3,831579</b>	<b>0,007827</b>
Sabor acido	4,17544	5	0,835088	20,66667	32	0,645833	1,293039	0,291375
Sabor amargo	2,03801	5	0,407602	21,77778	32	0,680556	0,598926	0,700984
Conformidade	1,81287	5	0,362573	9,55556	32	0,298611	1,214198	0,325026

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 33 - Teste LSD para o sabor característico (T0)

LSD Test						
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
ST153 20 {1}		<b>0,001371</b>	0,789138	0,068155	0,904758	0,904758
BLC35 20 {2}	<b>0,001371</b>		<b>0,000655</b>	0,115462	0,157552	0,157552
ST153 40 {3}	0,789138	<b>0,000655</b>		<b>0,038585</b>	0,810932	0,810932
BLC35 40 {4}	0,068155	0,115462	<b>0,038585</b>		0,474552	0,474552
Padrao20 {5}	0,904758	0,157552	0,810932	0,474552		1,000000
Padrao40 {6}	0,904758	0,157552	0,810932	0,474552	1,000000	

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 34 - Análise de variância para o segundo ponto de amostragem (T1) da análise sensorial do lombo de porco fumado fatiado

Análise de variância								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Cor car.	3,22807	5	0,645614	28,66667	32	0,895833	0,720685	0,612757
Untuosid	<b>11,14620</b>	<b>5</b>	<b>2,229240</b>	<b>20,22222</b>	<b>32</b>	<b>0,631944</b>	<b>3,527588</b>	<b>0,011861</b>
Cheir car	0,31579	5	0,063158	18,00000	32	0,562500	0,112281	0,988807
Cheiro estr	0,24561	5	0,049123	5,33333	32	0,166667	0,294737	0,912276
Dureza	12,97368	5	2,594737	34,00000	32	1,062500	2,442105	0,055352
Suculência	5,80117	5	1,160234	21,77778	32	0,680556	1,704834	0,161930
Sabor car	1,49708	5	0,299415	9,55556	32	0,298611	1,002693	0,432034
Sabor acido	0,60819	5	0,121637	6,44444	32	0,201389	0,603993	0,697251

Sabor amargo	0,02339	5	0,004678	3,55556	32	0,111111	0,042105	0,998890
Conformidade	1,37135	5	0,274269	6,44444	32	0,201389	1,361887	0,264567

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 35 - Teste LSD para a untuosidade (T1)

LSD Test						
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
ST153 20 {1}		0,380373	0,084742	0,046059	0,296727	0,296727
BLC35 20 {2}	0,380373		0,011861	0,244355	0,512083	0,512083
ST153 40 {3}	0,084742	0,011861		0,000526	0,072627	0,072627
BLC35 40 {4}	0,046059	0,244355	0,000526		0,895341	0,895341
Padrao20 {5}	0,296727	0,512083	0,072627	0,895341		1,000000
Padrao40 {6}	0,296727	0,512083	0,072627	0,895341	1,000000	

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 36 - Análise de variância para o terceiro ponto de amostragem (T2) da análise sensorial do lombo de porco fumado fatiado

Análise de variância								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Cor car.	10,68382	5	2,136765	36,87500	28	1,316964	1,622493	0,186663
Untuosid	1,25735	5	0,251471	51,12500	28	1,825893	0,137725	0,982082
Cheir car	2,38235	5	0,476471	11,50000	28	0,410714	1,160102	0,353146
Cheiro estr	0,13235	5	0,026471	1,75000	28	0,062500	0,423529	0,828322
Dureza	31,68382	5	6,336765	57,87500	28	2,066964	3,065735	0,024892
Suculência	28,24265	5	5,648529	48,37500	28	1,727679	3,269433	0,189223
Sabor car	1,38235	5	0,276471	24,50000	28	0,875000	0,315966	0,899162
Sabor acido	1,24265	5	0,248529	25,37500	28	0,906250	0,274239	0,923360
Sabor amargo	0,77941	5	0,155882	8,75000	28	0,312500	0,498824	0,774420
Conformidade	1,36765	5	0,273529	4,75000	28	0,169643	1,612384	0,189333

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 37 - Teste LSD para a dureza (T2)

LSD Test						
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
ST153 20 {1}		0,863203	0,066054	0,066054	0,570680	0,570680
BLC35 20 {2}	0,863203		0,046143	0,093039	0,626671	0,626671
ST153 40 {3}	0,066054	0,046143		0,000669	0,151235	0,151235
BLC35 40 {4}	0,066054	0,093039	0,000669		0,745435	0,745435

<b>Padrao20 {5}</b>	0,570680	0,626671	0,151235	0,745435	1,000000
<b>Padrao40 {6}</b>	0,570680	0,626671	0,151235	0,745435	1,000000

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 38 - Teste LSD para a suculência (T2)

LSD Test						
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
<b>ST20 {1}</b>		0,572824	<b>0,008054</b>	0,349744	0,789916	0,789916
<b>BLC20 {2}</b>	0,572824		<b>0,030265</b>	0,139325	0,594852	0,594852
<b>ST40 {3}</b>	<b>0,008054</b>	<b>0,030265</b>		<b>0,000709</b>	0,117766	0,117766
<b>BLC40 {4}</b>	0,349744	0,139325	<b>0,000709</b>		0,858977	0,858977
<b>Padrao20 {5}</b>	0,789916	0,594852	0,117766	0,858977		1,000000
<b>Padrao40 {6}</b>	0,789916	0,594852	0,117766	0,858977	1,000000	

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 39 - Análise de variância para o quarto ponto de amostragem (T3) da análise sensorial do lombo de porco fumado fatiado

Análise de variância								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Cor car.	9,099415	5	1,819883	33,11111	32	1,034722	1,758813	0,149739
Untuosid	4,654971	5	0,930994	49,55556	32	1,548611	0,601180	0,699323
Cheir car	2,315789	5	0,463158	28,00000	32	0,875000	0,529323	0,752354
Cheiro estr	0,760234	5	0,152047	5,55556	32	0,173611	0,875789	0,508308
Dureza	5,953216	5	1,190643	40,88889	32	1,277778	0,931808	0,473540
Suculência	8,245614	5	1,649123	91,33333	32	2,854167	0,577795	0,716574
Sabor car	7,204678	5	1,440936	49,11111	32	1,534722	0,938890	0,469267
Sabor acido	7,149123	5	1,429825	72,66667	32	2,270833	0,629648	0,678406
Sabor amargo	6,540936	5	1,308187	66,22222	32	2,069444	0,632144	0,676578
Conformidade	4,818713	5	0,963743	22,44444	32	0,701389	1,374049	0,260071

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 40 - Análise de variância da análise sensorial do lombo de porco fumado fatiado: comparação de produtos

Analysis of Variance (Fatiados) Marked effects are significant at $p < ,05000$								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Cor car.	6,22568	5	1,245135	185,2000	142	1,304225	0,954693	0,447883
Untuosid	6,24402	5	1,248803	221,4857	142	1,559759	0,800639	0,550966
Cheir car	3,06274	5	0,612548	89,7143	142	0,631791	0,969543	0,438644
Cheiro estr	0,67568	5	0,135135	14,0000	142	0,098592	1,370656	0,238857
Dureza	<b>19,08900</b>	<b>5</b>	<b>3,817799</b>	<b>230,2286</b>	<b>142</b>	<b>1,621328</b>	<b>2,354736</b>	<b>0,043504</b>

Suculência	11,42471	5	2,284942	259,1429	142	1,824950	1,252058	0,288127
Sabor car	4,90985	5	0,981969	161,5429	142	1,137626	0,863174	0,507605
Sabor acido	7,78224	5	1,556448	137,0286	142	0,964990	1,612916	0,160359
Sabor amargo	2,18301	5	0,436602	124,1143	142	0,874044	0,499520	0,776209
Conformidade	7,40097	5	1,480193	58,4571	142	0,411670	3,595581	0,004307

Tabela 41 – Teste LSD para a dureza (Comparação de produtos)

LSD Test						
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
ST153 20 {1}		0,851352	0,851352	0,020323	0,128120	0,128120
BLC35 20 {2}	0,851352		0,707871	0,032534	0,150531	0,150531
ST153 40 {3}	0,851352	0,707871		0,012348	0,108418	0,108418
BLC35 40 {4}	0,020323	0,032534	0,012348		0,640752	0,640752
Padrao20 {5}	0,128120	0,150531	0,108418	0,640752		1,000000
Padrao40 {6}	0,128120	0,150531	0,108418	0,640752	1,000000	

Tabela 42 – Teste LSD para a Conformidade (Comparação de produtos)

LSD Test						
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
ST153 20 {1}		0,577142	1,000000	0,457420	0,007780	0,007780
BLC35 20 {2}	0,577142		0,577142	0,852488	0,003685	0,003685
ST153 40 {3}	1,000000	0,577142		0,457420	0,007780	0,007780
BLC35 40 {4}	0,457420	0,852488	0,457420		0,002841	0,002841
Padrao20 {5}	0,007780	0,003685	0,007780	0,002841		1,000000
Padrao40 {6}	0,007780	0,003685	0,007780	0,002841	1,000000	

Tabela 43 - Análise de variância da análise sensorial do lombo de porco fumado fatiado: evolução no tempo

Análise de variância								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Cor car.	8,49843	3	2,83281	182,9272	144	1,270328	2,22998	0,087259
Untuosid	56,05790	3	18,68597	171,6718	144	1,192165	15,67397	0,000000
Cheir car	2,44731	3	0,81577	90,3297	144	0,627290	1,30047	0,276668
Cheiro estr	0,89859	3	0,29953	13,7771	144	0,095674	1,93071	0,127613
Dureza	36,96927	3	12,32309	212,3483	144	1,474641	8,35667	0,000037
Suculência	18,44992	3	6,14997	252,1176	144	1,750817	3,51263	0,016900
Sabor car	34,12298	3	11,37433	132,3297	144	0,918956	12,37744	0,000000
Sabor acido	6,48264	3	2,16088	138,3282	144	0,960612	2,24948	0,085130
Sabor amargo	16,60999	3	5,53666	109,6873	144	0,761717	7,26866	0,000142
Conformidade	13,29309	3	4,43103	52,5650	144	0,365035	12,13865	0,000000

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 44 – Teste LSD para a untuosidade (evolução no tempo)

LSD Test				
	{1}	{2}	{3}	{4}
0 {1}		0,753088	0,320462	0,000000
1 {2}	0,753088		0,490893	0,000000
2 {3}	0,320462	0,490893		0,000004
3 {4}	0,000000	0,000000	0,000004	

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 45 - Teste LSD para a dureza (evolução no tempo)

LSD Test				
	{1}	{2}	{3}	{4}
0 {1}		0,000453	0,419281	0,221456
1 {2}	0,000453		0,008258	0,000004
2 {3}	0,419281	0,008258		0,047013
3 {4}	0,221456	0,000004	0,047013	

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 46 - Teste LSD para a suculência (evolução no tempo)

LSD Test				
	{1}	{2}	{3}	{4}
0 {1}		0,013036	0,670601	0,013036
1 {2}	0,013036		0,045554	1,000000
2 {3}	0,670601	0,045554		0,045554
3 {4}	0,013036	1,000000	0,045554	

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 47 - Teste LSD para o sabor característico (evolução no tempo)

LSD Test				
	{1}	{2}	{3}	{4}
0 {1}		0,283312	0,046918	0,000296
1 {2}	0,283312		0,339837	0,000004
2 {3}	0,046918	0,339837		0,000000
3 {4}	0,000296	0,000004	0,000000	

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )



Tabela 48 - Teste LSD para o sabor amargo (evolução no tempo)

LSD Test				
	{1}	{2}	{3}	{4}
0 {1}		0,359104	0,405670	0,001959
1 {2}	0,359104		0,952154	0,000076
2 {3}	0,405670	0,952154		0,000147
3 {4}	0,001959	0,000076	0,000147	

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Tabela 49 - Teste LSD para a conformidade (evolução no tempo)

LSD Test				
	{1}	{2}	{3}	{4}
0 {1}		0,849689	0,845386	0,000002
1 {2}	0,849689		0,704603	0,000001
2 {3}	0,845386	0,704603		0,000009
3 {4}	0,000002	0,000001	0,000009	

Os parâmetros marcados a vermelho têm diferenças significativas ( $p < 0,05$ )