



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ESTUDO DA ESTABILIDADE DE PRESUNTO COZIDO FATIADO EM ATMOSFERA MODIFICADA

RAFAELA FERRARI BEDENDI

Engenheira de Alimentos

EXPEDITO TADEU FACCO SILVEIRA, Dr.

Orientador

*Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da
Universidade Estadual de Campinas para obtenção do Título de
Mestre em Tecnologia de Alimentos*

Campinas – SP

2003

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

B39e	Bedendi, Rafaela Ferrari Estudo da estabilidade de presunto cozido fatiado em atmosfera modificada / Rafaela Ferrari Bedendi. – Campinas, SP: [s.n.], 2003.
	Orientador: Expedito Tadeu Facco Silveira Co-orientador: Pedro Eduardo de Felício Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia de Alimentos.
	1.Presunto. 2.Crescimento microbiológico. 3.Vácuo – Embalagens. I.Silveira, Expedito Tadeu Facco. II.Felício, Pedro Eduardo de. III.Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos. IV.Título.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Expedito Tadeu Facco Silveira
Orientador

Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício
Membro

Prof^a. Dr^a. Helena Maria André Bolini Cardello
Membro

Dr^a. Renata Bromberg
Membro

Campinas, de novembro de 2003.

***“Para ser grande, sê inteiro: nada teu exagera ou exclui.
Sê todo em cada coisa. Põe quanto és no mínimo que
fazes. Assim em cada lago a lua toda brilha, porque
alta vive.”***
Ricardo Reis

***Aos meus pais Mário e Teresa, como reconhecimento por
todas as vezes que renunciaram aos seus sonhos para
que pudessem realizar os meus, obrigada pelo valioso
exemplo de vida, pela dedicação, companheirismo, amor
incondicional e força nos momentos mais difíceis.***

***Ao meu irmão Luís Felipe, cujo carinho e amor foram
fundamentais para a concretização deste sonho.***

***Ao vovô Amélio pelo amor, afeto e carinho constante
a minha família, especialmente aos seus netos.***

AGRADECIMENTOS

- A uma força superior que enriquece minha mente e espírito, me abençoando todos os dias e iluminando meu caminho.
- Ao Dr. Exedito Tadeu Facco Silveira pela orientação deste trabalho.
- Ao CTC pela oportunidade e apoio concedidos durante o desenvolvimento deste trabalho.
- À Fapesp – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de SP pelo auxílio financeiro.
- Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa.
- Ao Frigorífico SADIA S/A. pelo fornecimento do presunto e pela permissão do trabalho de acondicionamento em suas instalações.
- À profissional Stela Fanara Cruz pela colaboração no delineamento e realização do trabalho experimental.
- À UNIPACK Embalagens Ltda., Cryovac Brasil Ltda. e Zempack Embalagens pelo fornecimento do material de embalagem.
- À White Martins Gases Industriais S.A. pelo fornecimento dos gases.
- Às pesquisadoras Kátia M. V. Cipolli, Luciana Miyagusku e Renata Bromberg, responsáveis pelos laboratórios de sensorial, físico-química e microbiologia respectivamente, do CTC – ITAL, que abriram seus laboratórios para mim. Muito obrigada pela orientação, esclarecimentos e valiosa participação neste trabalho.
- Às fofíssimas amigas Susana Cardoso, Maristela V. da Cunha e Josiane de Oliveira, pelo importante auxílio nas análises e principalmente pelos momentos de alegria e amizade compartilhados, que foram tão importantes para mim.
- À Tatiana Pacheco Nunes, sem a qual, certamente, este trabalho não seria possível, muito obrigada pelo apoio incondicional e deliciosos momentos de descontração.
- À RosFrios Alimentos Ltda. por possibilitar a formação continuada de seus

profissionais.

- Um carinho especial à amiga Adriana Mainardi Jorge pela editoração desse trabalho.
- Ao Sr. Lauro Dirceu Ruschel, minha admiração e respeito, por ser um profissional que sabe compartilhar a sua sabedoria.
- As minhas amigas de sempre que fizeram minhas idas à Rafard (ou qualquer outro lugar) muito mais feliz: Beatriz, Carla, Eliane e Eloá.
- A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE TABELAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
ABREVIACÕES.....	xvi
RESUMO.....	xvii
SUMMARY.....	xix
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 Presunto Cozido.....	5
2.1.1 Aspectos gerais.....	5
2.1.2 Tecnologia de fabricaco.....	5
2.1.3 Alteraces durante o acondicionamento, distribuico e estocagem.....	8
2.2 Tecnologia de Acondicionamento com Atmosfera Modificada.....	9
2.2.1 Histórico.....	9
2.2.2 Parâmetros críticos.....	11
2.2.3 Estudos de vida útil de presuntos em atmosfera modificada.....	25
3 OBJETIVO.....	28
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
4.1 Material.....	29
4.1.1 Presunto cozido.....	29
4.1.2 Gases.....	29
4.1.3 Embalagens.....	29
4.2 Acondicionamento do Produto.....	30
4.3 Delineamento do Experimento.....	31
4.4 Caracterizaco Microbiológica do Presunto Cozido.....	31

4.5	Caracterização das Embalagens.....	32
4.5.1	Taxas de permeabilidade aos gases (O ₂).....	32
4.6	Estudo de Estabilidade.....	32
4.6.1	Análises físico-químicas.....	32
4.6.1.1	Análise da composição gasosa do espaço-livre.....	32
4.6.1.2	Coloração.....	33
4.6.1.3	pH.....	33
4.6.2	Análises microbiológicas.....	33
4.6.3	Análise sensorial.....	34
4.6.3.1	Análise Descritiva Quantitativa (ADQ).....	34
4.6.3.1.1	Condições do teste.....	34
4.6.3.1.2	Pré-seleção de julgadores.....	35
4.6.3.1.3	Levantamento de atributos.....	35
4.6.3.1.4	Seleção de julgadores.....	36
4.6.3.1.5	Avaliação das amostras.....	37
4.6.3.1.6	Análise dos resultados.....	38
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
6.	CONCLUSÕES.....	64
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
ANEXOS.....	77	
ANEXO A.....	77	
ANEXO B.....	78	
ANEXO C.....	80	
ANEXO D.....	81	
ANEXO E.....	82	
ANEXO F.....	83	
ANEXO G.....	84	
ANEXO H.....	85	

ANEXO I.....	
86	

ANEXO J.....	90
--------------	----

ANEXO K.....	97
--------------	----

ÍNDICE DE TABELAS ---

TABELA 1. Misturas gasosas recomendadas para produtos cárneos – presuntos.....	16
---	----

TABELA 2. Exigências de refrigeração de produtos cárneos, com base na a_w e pH.....	17
--	----

TABELA 3. Efeito das taxas de transmissão do oxigênio exigidas nos filmes das embalagens para carnes.....	19
--	----

TABELA 4. Características da embalagem utilizada (“master pack”).....	39
--	----

TABELA 5. Caracterização microbiológica do presunto cozido	40
---	----

TABELA 6. Definições e referências para os termos descritores levantados pelos julgadores para presunto cozido fatiado.....	91
--	----

TABELA 7. Níveis de significância (p) para julgadores em função de discriminação das amostras ($F_{amostra}$).....	93
---	----

TABELA 8. Níveis de significância (p) para julgadores em função da repetibilidade ($F_{repetição}$).....	94
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Fluxograma de fabricação de presunto cozido.....	7
FIGURA 2. Mercado de embalagens com atmosfera modificada no Reino Unido em 1992 (% em unidades).....	11
FIGURA 3. Esquema básico de um equipamento “flow-pack” horizontal.....	22
FIGURA 4. Esquema básico de um equipamento com câmara de vácuo.....	23
FIGURA 5. Esquema básico de um equipamento “thermoform-fill-seal”.....	24
FIGURA 6. Testes sensoriais realizados em cabines individuais, com utilização de luz branca para avaliação da aparência e luz vermelha para avaliação do odor.....	35
FIGURA 7. Referências definidas em consenso pelos julgadores.....	36
FIGURA 8. Treinamento dos julgadores com as referências e amostras.....	36
FIGURA 9. Concentração de oxigênio residual do espaço-livre das embalagens de presunto cozido fatiado, com 100% CO ₂ , 60% CO ₂ / 40% N ₂ e 25% CO ₂ / 75% N ₂ , durante estocagem a 4 ± 1°C.....	41
FIGURA 10. Concentração de dióxido de carbono do espaço-livre das embalagens de presunto cozido fatiado, com 100% CO ₂ , 60% CO ₂ / 40% N ₂ e 25% CO ₂ / 75% N ₂ , durante estocagem a 4 ± 1°C.....	43
FIGURA 11. Variação da luminosidade (L*) das amostras de presunto cozido fatiado, com 100% CO ₂ , 60% CO ₂ / 40% N ₂ , 25% CO ₂ / 75% N ₂ e a vácuo, durante estocagem a 4 ± 1°C.....	44

FIGURA 12. Variação da cor vermelha (a*) das amostras de presunto cozido fatiado, com 100% CO ₂ , 60% CO ₂ / 40% N ₂ , 25% CO ₂ / 75% N ₂ e a vácuo, durante estocagem a 4 ± 1°C.....	45
FIGURA 13. Variação da cor amarela (b*) das amostras de presunto cozido fatiado, com 100% CO ₂ , 60% CO ₂ / 40% N ₂ , 25% CO ₂ / 75% N ₂ e a vácuo, durante estocagem a 4 ± 1°C.....	46
FIGURA 14. Resultados médios das análises de pH do presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO ₂ , 60% CO ₂ / 40% N ₂ , 25% CO ₂ / 75% N ₂ e a vácuo, durante estocagem a 4 ± 1°C.....	47
FIGURA 15. Curvas de crescimento de enterobactérias, em presunto cozido fatiado, durante estocagem a 4 ± 1°C.....	48
FIGURA 16. Curvas de crescimento de bactérias psicotróficas aeróbias, em presunto cozido fatiado, durante estocagem a 4 ± 1°C.....	50
FIGURA 17. Curvas de crescimento de bactérias lácticas, em presunto cozido fatiado, durante estocagem a 4 ± 1°C.....	52
FIGURA 18. Curvas de crescimento de <i>Pseudomonas</i> sp., em presunto cozido fatiado, durante estocagem a 4 ± 1°C.....	53
FIGURA 19. Avaliação de cor característica do presunto cozido fatiado, durante um período de 50 dias estocado a temperatura de 4 ± 1°C	56
FIGURA 20. Avaliação de cor marrom acinzentado em presunto cozido fatiado, durante um período de 50 dias estocado a temperatura de 4 ± 1°C.....	57
FIGURA 21. Avaliação do líquido exsudado em presunto cozido fatiado, durante um período de 50 dias estocado a temperatura de 4 ± 1°C	58
FIGURA 22. Avaliação do odor característico do presunto cozido fatiado durante um período de 50 dias estocado a temperatura de 4 ± 1°C	59

FIGURA 23. Avaliação do odor ácido em presunto cozido fatiado, durante um período de 50 dias estocado a temperatura de $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$	60
FIGURA 24. Avaliação do odor azedo em presunto cozido fatiado, durante um período de 50 dias estocado a temperatura de $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$	61
FIGURA 25. Avaliação do odor adocicado (frutal) em presunto cozido fatiado, durante um período de 50 dias estocado a temperatura de $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$.	61
FIGURA 26. Avaliação do odor de ranço em presunto cozido fatiado durante um período de 50 dias estocado a temperatura de $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$	62
FIGURA 27. Avaliação do odor envelhecido (metálico / patê de fígado) em presunto cozido fatiado, durante um período de 50 dias estocado a temperatura de $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$	63
FIGURA 28. Representação da interação amostra versus julgador para a intensidade do odor azedo para as amostras de presunto cozido fatiado	96

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A

Ficha de avaliação sensorial utilizada no treinamento dos provadores.

Ficha para Desenvolvimento de Terminologia Descritiva.....77

ANEXO B

Ficha de avaliação sensorial utilizada no estudo de estabilidade 78

ANEXO C

Valores Médios (VM) e Estimativa do Desvio Padrão (EDP) do teor de oxigênio residual do espaço-livre das embalagens do presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO₂ (tratamento I), 60% CO₂ / 40% N₂ (tratamento II) e 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamento III), durante estocagem a 4 ± 1°C80

ANEXO D

Valores Médios (VM) e Estimativa do Desvio Padrão (EDP) do teor de dióxido de carbono do espaço-livre das embalagens do presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO₂ (tratamento I), 60% CO₂ / 40% N₂ (tratamento II) e 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamento III), durante estocagem a 4 ± 1°C81

ANEXO E

Valores Médios (VM) e Estimativa do Desvio Padrão (EDP) da cor objetiva (valor L*) do presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO₂ (tratamento I), 60% CO₂ / 40% N₂ (tratamento II), 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamento III) e a vácuo (tratamento IV), durante estocagem a 4 ± 1°C82

ANEXO F

Valores Médios (VM) e Estimativa do Desvio Padrão (EDP) da cor objetiva (valor a*) do presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO₂ (tratamento I), 60% CO₂ / 40% N₂ (tratamento II), 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamento III) e a vácuo (tratamento IV), durante estocagem a 4 ± 1°C83

ANEXO G

Valores Médios (VM) e Estimativa do Desvio Padrão (EDP) da cor objetiva (valor b^*) do presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO₂ (tratamento I), 60% CO₂ / 40% N₂ (tratamento II), 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamento III) e a vácuo (tratamento IV), durante estocagem a $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 84

ANEXO H

Valores Médios (VM) e Estimativa do Desvio Padrão (EDP) do pH do presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO₂ (tratamento I), 60% CO₂ / 40% N₂ (tratamento II), 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamento III) e a vácuo (tratamento IV), durante estocagem a $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 85

ANEXO I

Contagens de enterobactérias em presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO₂ (tratamento I), 60% CO₂ / 40% N₂ (tratamento II), 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamento III) e a vácuo (tratamento IV), durante estocagem a $4 \pm 1^\circ\text{C}$86

Contagens de bactérias psicrotróficas aeróbias em presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO₂ (tratamento I), 60% CO₂ / 40% N₂ (tratamento II), 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamento III) e a vácuo (tratamento IV), durante estocagem a $4 \pm 1^\circ\text{C}$87

Contagens de bactérias lácticas em presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO₂ (tratamento I), 60% CO₂ / 40% N₂ (tratamento II), 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamento III) e a vácuo (tratamento IV), durante estocagem a $4 \pm 1^\circ\text{C}$88

Contagens de *Pseudomonas* sp. em presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO₂ (tratamento I), 60% CO₂ / 40% N₂ (tratamento II), 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamento III) e a vácuo (tratamento IV), durante estocagem a $4 \pm 1^\circ\text{C}$89

ANEXO J

Treinamento e seleção dos julgadores da avaliação sensorial 90

ANEXO K

Resultados da avaliação sensorial do presunto cozido fatiado, durante estocagem a $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$	98
---	----

ABREVIATÓES

AM.....	Atmosfera modificada
BOPP.....	Polipropileno biorientado
Celo.....	Celofane
CNTP.....	Condições normais de temperatura e pressão
CO ₂	Gás carbônico
EVA.....	Copolímeros de etileno e acetato de vinila
EVOH.....	Copolímeros de etileno e álcool vinílico
N ₂	Nitrogênio
O ₂	Oxigênio
OPA.....	Poliamida orientada
PA.....	Poliamida
PEBD.....	Polietileno de baixa densidade
PEBDL.....	Polietileno de baixa densidade linear
PET.....	Poliéster – polietileno tereftalato
PP.....	Polipropileno
PS.....	Poliestireno
PVC.....	Policloreto de vinila
PVDC.....	Copolímeros de cloreto de vinilideno e cloreto de vinila
TPCO ₂	Taxa de permeabilidade ao gás carbônico
TPO ₂	Taxa de permeabilidade ao oxigênio
UFC.....	Unidade formadora de colônia

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de sistemas de embalagem com atmosfera modificada na preservação da qualidade de presunto cozido fatiado. Para tanto, acompanhou-se a estabilidade do produto a $4 \pm 1^\circ\text{C}$, acondicionado em uma embalagem barreira a gases denominada “master pack”, com três tipos de atmosferas modificadas (100% CO_2 , 60% CO_2 / 40% N_2 e 25% CO_2 / 75% N_2). Comparativamente, foi avaliada a estabilidade do produto no sistema convencional sob vácuo.

Bandejas de poliestireno não expandido contendo cerca de 200g de presunto cozido fatiado foram acondicionadas em embalagens de um filme poliolefínico selado a quente, sendo denominadas como embalagens primárias. Em seguida, seis embalagens primárias, de presunto cozido fatiado, foram colocadas dentro de um saco barreira a gases chamado de “master pack” (embalagem secundária), constituído de polietileno de baixa densidade e copolímeros de etileno e álcool vinílico. A taxa de permeabilidade ao oxigênio do material foi de $1,87 \text{ cm}^3 \text{ (CNTP)/m}^2\text{/atm/dia}$ a 23°C e a seco. No produto convencional, as bandejas foram envoltas em um filme termo-encolhível. Periodicamente, os produtos foram avaliados quanto à qualidade sensorial (aparência e odor), qualidade microbiológica (contagens de enterobactérias, psicrotróficas aeróbias, bactérias lácticas e *Pseudomonas* sp.) e características físicas e químicas (coloração e pH). As embalagens com atmosfera modificada foram periodicamente avaliadas quanto à composição gasosa do espaço-livre.

Não foram verificadas alterações físicas e químicas no presunto cozido fatiado, nos diversos sistemas de acondicionamento, durante os períodos estudados.

A estabilidade do produto para cada sistema de acondicionamento foi determinada com base em alterações sensoriais, tendo sido definidas como limitantes as classificações: cor característica do presunto fresco e odor característico de presunto fresco moderados. A vida útil do presunto no sistema convencional sob vácuo foi de 15 dias e no final deste período, as contagens de enterobactérias, psicrotróficas aeróbias, bactérias lácticas e *Pseudomonas* sp. foram de 4,0 log UFC/g, 5,1 log UFC/g, 4,5 log UFC/g e $< 1 \text{ log UFC/g}$,

respectivamente. No produto em atmosfera de 25% CO₂ / 75% N₂, o período de vida útil foi de 22 dias, ao final da qual, o presunto apresentava contagens de enterobactérias, psicotróficas aeróbias, bactérias lácticas e *Pseudomonas* sp. de < 1, 5,1, 4,5 e < 1 log UFC/g, respectivamente. Contudo, constatou-se um prolongamento significativo da durabilidade do presunto cozido fatiado quando acondicionado sob atmosferas contendo altas concentrações de gás carbônico, em relação ao sistema convencional, uma vez que o período de estabilidade determinado foi de 29 dias (aumento de 93,3%), para os produtos em atmosfera 100% CO₂ e 60% CO₂ / 40% N₂.

Quanto à ação bacteriostática do gás carbônico, comprovou-se retardamento no desenvolvimento de bactérias psicotróficas aeróbias e inibição do crescimento de enterobactérias e *Pseudomonas* sp. quando a atmosfera foi de 100% CO₂. Quando esta atmosfera foi de 60% CO₂ / 40% N₂, houve um retardamento tanto no desenvolvimento de psicotróficas aeróbias como no de *Pseudomonas* sp., sendo que a contagem de *Pseudomonas* sp. foi de 4,7 log UFC/g, no 50^o dia de estocagem e inibição do crescimento de enterobactérias.

Com base nos resultados obtidos confirmou-se o efeito positivo do acondicionamento sob atmosfera modificada com gás carbônico na extensão da vida útil de presunto cozido fatiado, sendo mais eficiente o seu efeito quanto maior for a concentração desse gás no espaço-livre.

SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate the efficiency of packaging systems with modified atmosphere to preserve the quality of sliced cooked ham. Thus the quality stability of the product at $4 \pm 1^\circ\text{C}$, packed in a gas barrier package with three kinds of modified atmosphere (100% CO_2 , 60% CO_2 / 40% N_2 and 25% CO_2 / 75% N_2), was studied. The shelf-life of each condition of atmosphere was analysed. Comparatively, the shelf-life of the same product packed in conventional under vacuum was also evaluated.

No expanded polystyrene trays with about 200g of sliced cooked ham were placed in a hot sealed polyolefinic film packages, nominated as primary packages. After that, six primary packages of sliced cooked ham were placed inside a barrier bag called "master pack" (secondary packages), formed of low density polyethylene and copolymer of ethylene vinylidene alcohol. The material permeability rates to oxygen was $1,87 \text{ cm}^3 \text{ (CNTP)/m}^2\text{/atm/day}$ at 23°C and dry. For the conventional product, the trays were wrapped in a thermoform film. The products were periodically evaluated as to their organoleptic quality (appearance and odour), microbiological quality (counts of *Enterobacteriaceae*, aerobic psychrotrophic microorganisms, lactic acid bacteria and *Pseudomonas* sp.) and physical and chemical characteristics (colour and pH). The headspace gas composition of the modified atmosphere packages were periodically evaluated.

The cooked ham did not present any physical or chemical alteration in any of the packaging systems during the analysed period.

The shelf-life for each packaging system was established based on organoleptic alterations that defined as the limitin classification: characteristic color of the fresh ham and characteristic odour of the fresh ham moderates. The shelf-life of the ham in the conventional under vacuum was 15 days. At the end of this period, the counts of *Enterobacteriaceae*, aerobic psychrotrophic microorganisms, lactic acid bacteria and *Pseudomonas* sp. were 4,0 log CFU/g, 5,1 log CFU/g, 4,5 log CFU/g and < 1 CFU/g, respectively. The product placed in a 25% CO_2 / 75% N_2 atmosphere, the shelf-life of the was 22 days and during this period, the counts of *Enterobacteriaceae*, aerobic psychrotrophic microorganisms, lactic acid bacteria and *Pseudomonas* sp. were < 1 , 5,1, 4,5 and < 1 log CFU/g, respectively.

However, it was verified a significant shelf-life increase of sliced cooked ham in atmospheres with high concentrations of carbon dioxide in relation to the conventional under vacuum, as follows: 29 days (93,3% increase) for products in 100% CO₂ and 60% CO₂ / 40% N₂ atmosphere.

Due to the bacteriostatic action of the carbon dioxide, the development of aerobic psychrotrophics microorganisms was retarded and the growth of *Enterobacteriaceae* and *Pseudomonas* sp. was inhibited in the 100% CO₂ atmosphere. When the atmosphere was 60% CO₂ / 40% N₂, the development of both aerobic psychrotrophic microorganisms and *Pseudomonas* was retarded, and the counts of *Pseudomonas* sp. was 4,7 log CFU/g, after 50 days of storage and the development of *Enterobacteriaceae* was inhibited.

Based on the obtained results, it was confirmed the positive effect of the packaging in modified atmosphere with carbon dioxide on the shelf-life increase of sliced cooked ham. It has been proved that, the higher the concentration of carbon dioxide in the headspace, higher it's effect.

1 INTRODUÇÃO

Os consumidores modernos estão, a cada dia, se tornando mais exigentes na escolha de produtos alimentícios. Eles demandam por alimentos frescos, de alta qualidade, sem conservantes químicos, convenientes e cada vez mais inovadores. Esta atitude é observada para todos os tipos de alimentos e tem impulsionado os produtores e processadores de alimentos a buscarem novas tecnologias a fim de se tornarem mais competitivos.

Uma tendência desse mercado que visa, atender aos anseios de conveniência é a venda do produto fatiado nos supermercados e padarias.

Na área de produtos cárneos curados, a produção de presunto é um segmento de grande destaque. O fatiamento do presunto requer um manuseio intenso e constante nos pontos de venda, devido à rápida deterioração do produto (vida útil curta). Por ser um produto de alto conteúdo de umidade e sabor suave, precisa ser protegido contra a desidratação, o desenvolvimento de microrganismos e as alterações de sabor e aroma, devido à absorção de odores do ambiente de estocagem. Outro fator de perda de qualidade do presunto, quando fatiado, é a adesão entre as fatias após o acondicionamento, o que dificulta a utilização do produto pelo consumidor.

A vida útil dos produtos cárneos curados é limitada na presença de ar atmosférico por dois fatores principais – o efeito químico do oxigênio atmosférico e o crescimento de microrganismos deterioradores aeróbios. Estes fatores individualmente ou em associação entre si causam mudanças no odor, sabor, aroma, cor e textura conduzindo a uma total deterioração na qualidade. Essa deterioração pode ser detectada por um aumento da microbiota, descoloração, rancificação e desidratação do produto. O manuseio do produto em boas condições sanitárias, estocagem a baixa temperatura e atmosfera modificada são elementos chaves no aumento da vida útil.

Por meio do uso de embalagens adequadas é que se consegue uma proteção contra a ação do tempo, dos danos mecânicos e da contaminação microbiológica. As embalagens são utilizadas quando, além da conservação se requer fatores como facilidade de manipulação, distribuição e apresentação do produto para obter maior lucratividade.

Na especificação de uma embalagem para produtos cárneos, além dos requisitos de proteção do produto, devem ser considerados as tecnologias de fabricação de materiais de embalagem, as técnicas de acondicionamento disponíveis, a legislação vigente, a vida útil desejada, a resistência mecânica necessária, a capacidade e formato da embalagem, as exigências de mercado, o volume de vendas e aspectos toxicológicos e ecológicos (SARANTÓPOULOS & OLIVEIRA, 1990).

Maximizar a vida útil de um produto cárneo curado pode ser possível pela criação de um novo meio ambiente para o produto, ou seja, pela modificação da atmosfera em que está contido. Para isso são necessárias duas condições importantes: a primeira, criar uma barreira apropriada ao redor do produto que seja efetiva em restringir o meio ambiente interno; e a segunda, estabelecer, dentro da embalagem, condições desejáveis que estabilizem as propriedades do produto (SEBRANEK, 1986).

Há duas maneiras comumente usadas pela indústria alimentícia para modificar a atmosfera gasosa no interior de um produto embalado: a primeira e mais simples é a aplicação de vácuo; a segunda, a introdução de gases desejados, após evacuação e antes do fechamento da embalagem. A embalagem a vácuo consiste em envolver o produto em um filme de baixa permeabilidade ao oxigênio, com remoção do ar da embalagem, e aplicação de uma selagem hermética (SMITH *et al.*, 1990). A embalagem a gás é uma extensão deste processo, envolvendo a remoção do ar da embalagem e sua substituição por gases específicos, um único gás ou uma combinação deles (CHURCH *et al.*, 1995).

A composição normal do ar é 21% de oxigênio, 78% de nitrogênio e menos que 0,1% de dióxido de carbono. A modificação da atmosfera no interior da embalagem por meio da redução dos teores de oxigênio e aumento nos níveis de dióxido de carbono/nitrogênio, tem se mostrado eficaz para estender a vida útil dos alimentos perecíveis a temperaturas de refrigeração (PARRY, 1993).

Embalagens a vácuo e com atmosfera modificada são todas consideradas como parte da mesma tecnologia. Nesta definição, portanto, o mercado para alimentos embalados em atmosfera modificada inclui alimentos "in natura" e minimamente processados, embalados sob vácuo ou em ambiente gasoso

alterado (BRODY, 1993).

O acondicionamento em embalagens com atmosfera modificada é um processo tecnológico de preservação de alimentos, cuja aplicação nas duas últimas décadas cresceu consideravelmente, impulsionada pelas exigências de alimentos frescos e sem conservantes.

Entre as diversas vantagens de aplicação dessa tecnologia, enumeradas por vários autores (SMITH *et al.*, 1990; FARBER, 1991; SARANTÓPOULOS, 1991; DAY, 1992; MAPAX..., s.d.), as que principalmente se aplicam para presunto fatiado são:

- aumento da vida útil do produto, resultando em economia de produção, estocagem e distribuição;
- possibilidade de comercialização de produtos de alta qualidade, onde se conserva a cor, o aroma e o frescor dos alimentos;
- redução de perdas de distribuição;
- expansão do alcance do sistema de distribuição;
- aumento da margem de lucro nos pontos de venda de produtos frescos e refrigerados, pois se tem:
 - ❑ menores perdas de estoques atribuídos à perda de qualidade e deterioração;
 - ❑ melhor apresentação do produto com maior aceitação pelo consumidor;
 - ❑ fácil separação dos produtos fatiados;
 - ❑ baixa ou nenhuma necessidade de uso de preservativos químicos;
 - ❑ maiores oportunidades para o desenvolvimento e diferenciação de produtos; e
 - ❑ opção para implantação de centrais de acondicionamento, com linhas automáticas para grandes volumes de produção.

Mas, esses mesmos autores também comentam que esta tecnologia de acondicionamento apresenta desvantagens, tais como:

- custo adicional com embalagem, equipamento e gases;
- aumento do volume da embalagem que afetará desfavoravelmente os custos de transporte e espaço para a exposição de vendas a varejo;

- benefícios da embalagem com atmosfera modificada são perdidos, uma vez que a embalagem é aberta ou quando ocorrem vazamentos; e
- a técnica também não é universalmente efetiva e os requisitos dos diferentes produtos são variáveis.

Para que a maioria das vantagens apontadas sejam atingidas e as desvantagens superadas, a tecnologia de acondicionamento em embalagem com atmosfera modificada depende da otimização do sistema que envolve parâmetros-chaves como: qualidade inicial do produto, especificidade da mistura gasosa, eficiência do equipamento de acondicionamento, propriedades da embalagem e controle da temperatura. A otimização do sistema é específica para cada produto, a fim de se obter um aumento de vida útil significativo e confiável.

O presente trabalho foi idealizado para investigar o efeito de várias combinações gasosas na estabilidade do presunto cozido fatiado embalado em "master pack".

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Presunto Cozido

2.1.1 Aspectos gerais

No Brasil, a exportação de presunto cozido é de pouca significância (179 ton. em 1997) (DATA MARK, 1998), mas em relação ao consumo este produto está adquirindo um mercado expressivo (39.779 ton. em 1989, 79.059 ton. em 1997 e 86.870 ton. em 1998) (DATA MARK, 1998). Por esse motivo, vêm crescendo a necessidade por estudos referentes à técnica de embalagem sob atmosfera modificada, como os mencionados nesta revisão.

No Brasil, a tecnologia de fabricação é muito diversificada, o que faz com que os presuntos apresentem variações na sua composição. Mas, de maneira geral, uma composição físico-química média apresenta um teor de 59,3% de umidade, 30,2% de proteína, 9,0% de gordura, pH de 5,9 a 6,1 e a_w de 0,96 a 0,98 (PEARSON *et al.*, 1984).

2.1.2 Tecnologia de fabricação

Basicamente, a fabricação de presunto cozido pelo processo convencional consiste das etapas descritas a seguir e é ilustrada na FIGURA 1.

Preparo das carnes: as carnes utilizadas na fabricação do presunto (pernil suíno), são preparadas separando-se os músculos do pernil, retirando-se os tendões, nervos e excesso de gordura.

Pesagem de condimentos e aditivos: nesta etapa, são pesados os aditivos e condimentos que serão utilizados na elaboração da salmoura.

A pesagem incorreta dos aditivos representa um perigo de contaminação química, principalmente no caso de conservadores (nitrito e nitrato) que requerem controle rígido devido a sua toxicidade.

Após a pesagem e conferência dos ingredientes, inicia-se a diluição dos

mesmos na água da formulação que deve estar a uma temperatura que varia de 4° a 6°C. Inicia-se o preparo da salmoura, sempre mantendo sob agitação constante até completa diluição de todos os ingredientes.

Injeção de salmoura: após o preparo da salmoura, esta é transferida para injetora multiagulhas para a injeção intramuscular nos pernis até atingirem o percentual de injeção desejado.

Posteriormente, as carnes injetadas são mantidas em cura nas câmaras de refrigeração durante 24 a 48 horas.

Tambleamento: após o tempo de descanso, as carnes são colocadas no “tumbler”, onde, após repetidas quedas no interior do mesmo, a carne é amaciada e ocorre a extração das proteínas miofibrilares (actina e miosina), as quais têm a função de dar liga aos pedaços de carne após o cozimento. Este processo, normalmente, é interrompido por períodos de repouso.

Enformagem: as peças são acomodadas nas formas e prensadas, sendo as formas de aço inox revestidas por um filme de polietileno.

Cozimento: o processamento térmico das peças é realizado em estufas com escalonamento de temperaturas: inicia-se com 60°C e, de hora em hora, esta sofre elevação de 10°C, até que a temperatura da estufa atinja o máximo de 80°C e o produto atinja internamente 72°C. Nesta etapa, ocorre a destruição da maior parte das células vegetativas dos microrganismos.

Nesta fase o perigo consiste na possibilidade de sobrevivência e/ou multiplicação de microrganismos patogênicos, caso o tratamento térmico seja insuficiente. Além disso, esporos de patógenos não são destruídos.

Para evitar esse perigo é importante o controle da temperatura final do produto.

Resfriamento: as peças são submetidas ao choque térmico em água fria durante 50 a 60 minutos. Em seguida, ainda nas formas, os presuntos são transferidos para câmara de resfriamento permanecendo 24 horas. Não se deve

desenformar os presuntos ainda quentes, pois apesar do choque térmico, a peça continua quente internamente, o que pode prejudicar a estrutura do produto, principalmente a fatiabilidade.

Estocagem: os presuntos são estocados em câmara de 0 a 5°C até a comercialização.

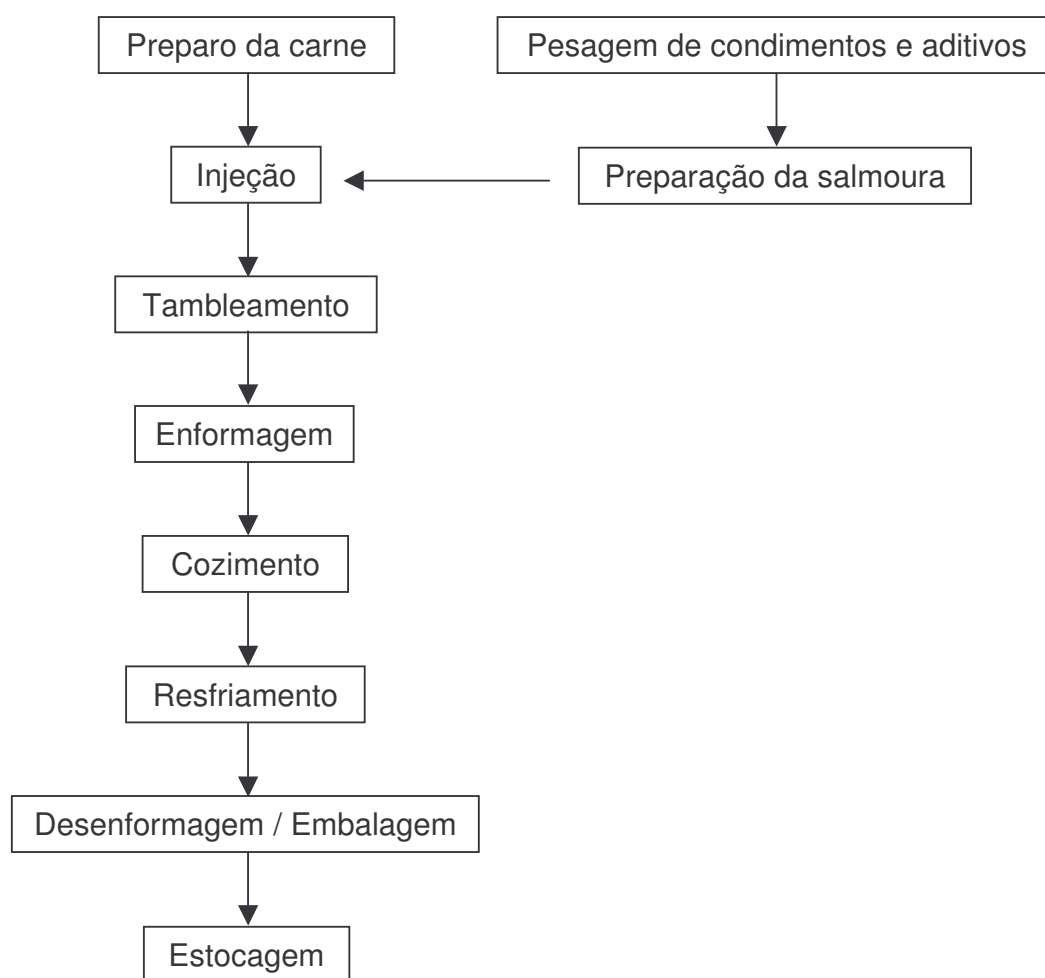


FIGURA 1. Fluxograma de fabricação de presunto cozido (UDAETA *et al.*, 1996).

2.1.3 Alterações durante o acondicionamento, distribuição e estocagem

Estudos realizados por PEARSON *et al.* (1984), ANJANEYULU *et al.* (1986) e MOLLER *et al.* (2000) demonstram que o presunto cozido precisa ser protegido para evitar a desidratação, alterações de sabor/aroma e o desenvolvimento de microrganismos aeróbios na superfície.

Desidratação

A perda de umidade por meio da evaporação de água, particularmente da superfície dos presuntos, deve ser evitada, uma vez que causa alterações na textura característica do produto, perda de peso e comprometimento da aparência.

Alterações de sabor/aroma

Alterações em presuntos cozidos de sabor/aroma suaves podem ocorrer devido à absorção de sabores estranhos do ambiente de estocagem e à migração de componentes do material de embalagem.

Também pode ocorrer, como em todos os tipos de presunto, a perda do aroma característico.

Desenvolvimento de microrganismos

CHURCH (1993) considera que diversos fatores contribuem para a conservação microbiológica de presuntos em geral. O baixo pH previne ou reduz o crescimento da maioria das bactérias. Teores de sal de 1,5 a 3,0% reduzem a atividade de água, porque o sal se dissolve na fase aquosa. A baixa temperatura de estocagem e o baixo potencial de óxido-redução também restringem o crescimento microbiano. Quando se observam alterações sensoriais, como o desenvolvimento de sabor/odor pútrido, de fermentado e de ranço, geralmente é devido ao desenvolvimento de leveduras ou de microrganismos anaeróbios formadores de esporos.

Quando o presunto cozido é fatiado, todos esses problemas se agravam devido à manipulação mais intensa e exposição de maior área superficial. A esses fatores soma-se a necessidade de não compactação das fatias, para minimizar a

adesão indesejável das mesmas.

2.2 Tecnologia de Acondicionamento com Atmosfera Modificada

2.2.1 Histórico

Os primeiros experimentos de acondicionamento de alimentos em embalagens com atmosfera modificada (AM) datam de 1883, com o uso de dióxido de carbono (CO_2) e monóxido de carbono (CO) em embalagens de carne fresca (CAKEBREAD, 1993).

Comercialmente, o processo não foi utilizado até o período de 1920 – 1930, quando se deu início ao uso de embalagens de carcaças bovinas e de cordeiros com gás carbônico (CO_2), durante o transporte refrigerado da Austrália e Nova Zelândia para a Inglaterra. Durante os anos de 1940 e 1950, foram construídos armazéns para estocagem de maçãs frescas com atmosfera controlada, obtendo um prolongamento efetivo da vida útil da fruta. A partir de então, aplicações comerciais de gases na preservação de alimentos ficaram restritas à estocagem com atmosfera controlada e em embalagens de transporte contendo carnes e frutas (DAY, 1992).

CALLOW (1932) demonstrou que a vida útil do bacon poderia ser prolongada pela embalagem em atmosferas enriquecidas com dióxido de carbono. OGILVY & AYRES (1951, 1953) descobriram que a vida útil microbiológica de salsichas poderia ser estendida pelo uso de nitrogênio (N_2) e dióxido de carbono (CO_2).

Embalagens de varejo, com AM para carnes, começaram a ser utilizadas em 1974 na França, mas o grande sucesso de “marketing” aconteceu na Inglaterra, em 1981, quando uma empresa local decidiu utilizar essa tecnologia para carne vermelha fresca e obteve sucesso nas vendas devido à excelente apresentação do produto.

Durante os anos de 1990 a 1993, houve uma considerável diversificação de produtos em embalagens com AM, tanto no Reino Unido como na França, que representaram, respectivamente, cerca de 49% e 26% do mercado de AM em unidades produzidas na Europa durante o ano de 1992 (CAKEBREAD, 1993).

Em 1992, o mercado de embalagens com AM no Reino Unido estava dividido nos diversos segmentos de alimentos, conforme ilustrado na FIGURA 2. No Reino Unido houve um grande crescimento do uso dessa tecnologia entre 1993 e 1995 (MAPAX..., s.d.).

Nos EUA o uso dessa tecnologia é recente, mas é esperado que o mercado americano ultrapasse o mercado Europeu quando esta tecnologia for mais explorada (MAPAX..., s.d.). LIOUTAS (1988) discute muitos fatores que contribuíram para este atraso no uso de tecnologia de AM nos EUA, em relação à Europa. Entre eles, os mais importantes são: a grande extensão geográfica e o grande raio de distribuição de produtos nos EUA, o que faz com que seja necessário um maior período de vida útil para a tecnologia poder ser utilizada; diferentes forças motrizes que impulsionam a busca por novas tecnologias (na Europa é o varejo e nos EUA são os fabricantes de embalagem e os consumidores); e também diferenças nos costumes, pois os europeus fazem compras mais freqüentemente e têm uma maior preferência por produtos frescos.

FARBER (1991) cita exemplos de alimentos que eram comercializados em embalagens com AM na América do Norte como: carnes vermelhas frescas, carnes cozidas, aves (carcaça inteira e partes), ovos cozidos e sem casca, queijos, peixes (apenas no Canadá), saladas preparadas (embalagem institucional), massas e vários tipos de sanduíches. Ainda hoje, perdura esse tipo de comercialização.

No Brasil o mercado de embalagens com AM é pouco expressivo. Em embalagens de varejo se restringe a aplicações para massas frescas, queijos com oleaduras em frações (pedaços), pizzas semiprontas e frios fatiados (ALVES *et al.*, 1994; PINHO, 1995). O mercado institucional é restrito ao acondicionamento de cortes de aves e folhosos (alface).

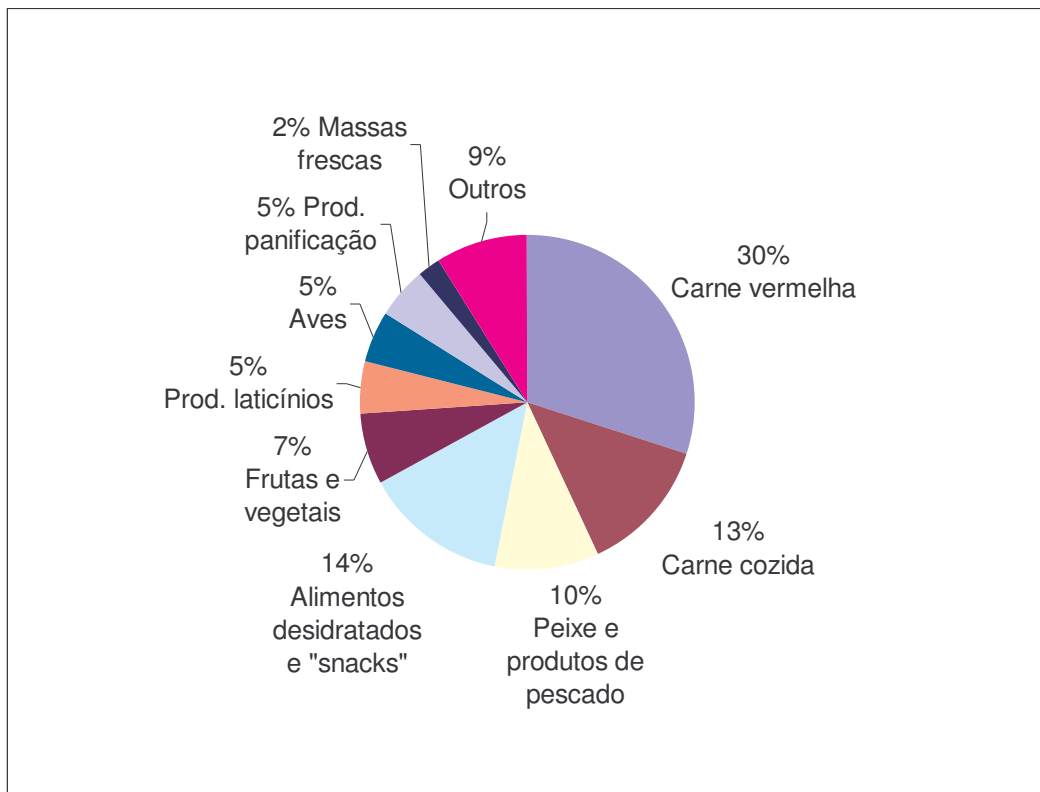


FIGURA 2. Mercado de embalagens com atmosfera modificada no Reino Unido em 1992 (% em unidades) (CAKEBREAD, 1993).

2.2.2 Parâmetros críticos

Para que ocorra um aumento efetivo da vida útil do produto, em condições seguras, a aplicação da tecnologia de acondicionamento em embalagens com AM depende da otimização do sistema, que está associado a cinco parâmetros críticos (HOTCHKISS, 1986; LIOUTAS, 1988; SARANTÓPOULOS & SOLER, 1988; DAY, 1992):

- Natureza e qualidade inicial do produto;
- Adequação da mistura gasosa em relação ao produto e à embalagem;
- Controle rigoroso da temperatura de estocagem, distribuição e comercialização;
- Propriedades da embalagem;
- Equipamento de acondicionamento eficiente.

Natureza e qualidade inicial do produto

Em relação ao produto, os principais fatores que devem ser considerados no acondicionamento com AM são: o pH, a atividade de água, a carga microbiana inicial (número, idade e tipos de microrganismos patogênicos e deterioradores) e a qualidade organoléptica.

A qualidade inicial do produto, em termos microbiológicos e organolépticos, deve ser imprescindivelmente boa, pois a AM não melhora a qualidade inicial, apenas a mantém por períodos mais prolongados. Se a contaminação microbiológica inicial for alta, a ação do gás carbônico é menor, podendo até ser completamente ineficaz. Desta forma, é muito importante as boas práticas sanitárias durante a fabricação ou manuseio do produto (DAY, 1992). Esta é um ponto crítico de controle, principalmente no caso dos produtos curados fatiados, para os quais a etapa de corte representa uma fonte de contaminação microbiológica.

SMITH *et al.* (1990) evidenciam que a idade da população microbiana também influencia o efeito inibidor do CO₂. Se uma bactéria estiver na fase de crescimento exponencial (fase log) e não na fase de adaptação (fase lag) o efeito do CO₂ é menor.

Dependendo do tipo de microrganismo presente, os odores e sabores estranhos desenvolvem-se 2 a 3 semanas após a população máxima de 10⁸ UFC/cm² ser alcançada (EGAN *et al.*, 1982). Isto depende em parte da composição da microbiota e do número de microrganismos inicialmente presentes que são capazes de crescer em AM (NEWTON *et al.*, 1979).

Adequação da mistura gasosa em relação ao produto e à embalagem

A escolha da mistura gasosa usada é influenciada pela microbiota capaz de crescer no produto, pela sensibilidade do produto ao O₂ e CO₂, e estabilização do pigmento requerido (por exemplo, a preservação da nitrosilmioglobina em produtos cárneos curados).

Os gases normalmente usados em embalagens com AM são aqueles encontrados na atmosfera: O₂, N₂ e CO₂.

➤ **Oxigênio (O₂)**

O O₂ não deve ser incluído na mistura gasosa se o produto cárneo é curado. Seu uso é indicado para alguns tipos de alimentos mais susceptíveis ao desenvolvimento de microrganismos anaeróbios patogênicos, como peixe, frutas e vegetais, para manter a respiração aeróbia e na manutenção da cor vermelha de carne fresca (DAY, 1992). A exclusão do O₂ retarda os problemas de descoloração, de rancidez e microbiológicos.

Em produtos cárneos curados crus (bacon, presunto Parma, salame) e curados cozidos (presunto, “corned beef”) o óxido nítrico, que é um produto da decomposição do nitrato no processo de cura, pode reagir com a mioglobina reduzida e formar o pigmento nitrosilmioglobina (instável). O aquecimento a 50 – 60°C desnatura a parte protéica do pigmento, a globina, e resulta na formação de um composto mais estável, o nitrosohemocroma, que confere a cor rósea brilhante às carnes curadas. A presença do ar inibe a coloração tanto para produtos crus como para os cozidos. A remoção do ar, presente em embalagem a vácuo, ou substituição do ar, no caso de atmosfera modificada, pode ajudar a minimizar a perda ou alteração da coloração durante a vida útil. Estes pigmentos não são afetados por altos níveis de CO₂.

O pigmento nitrosohemocroma pode ser oxidado por agentes químicos, como o O₂, ou microbianos a porfirinas verdes, amarelas ou sem cor (RIZVI, 1981). A reação pode ser, além disso, catalisada pela luz, e resultar em colorações indesejáveis (cinza/amarronzada), que tornam o produto inaceitável (CHURCH, 1993).

O desenvolvimento de uma coloração amarronzada na superfície do produto deve-se a alteração química e a concentração de nitrosohemocroma, devido à desidratação superficial, ambos os fatores decorrentes de estocagem em ambiente com baixa umidade relativa e alta temperatura (RIZVI, 1981). A utilização de filmes de baixa permeabilidade a gases e ao vapor d'água, a estocagem a baixas temperaturas, a não exposição prolongada do produto à luz e o acondicionamento a vácuo ou com AM ajudam a minimizar este problema.

➤ **Nitrogênio (N₂)**

O nitrogênio é um gás quimicamente inerte, com baixa solubilidade tanto em meio aquoso como lipídico. O N₂ é usado para substituir o O₂, assim como retardar a rancidez oxidativa, minimizar problemas de coloração, sabor e odor estranhos e inibir o crescimento de microrganismos aeróbios. Devido a sua baixa solubilidade e menor permeabilidade através da embalagem em relação ao O₂ e CO₂, é usado como um gás de enchimento para prevenir o colapso da embalagem, que pode ser um problema em atmosferas contendo altas concentrações de CO₂ (CHURCH, 1994).

O nitrogênio pode ser usado para produzir um efeito “almofada”, que reduz a possibilidade de furos nas embalagens e permite maior facilidade de separação dos fatiados.

➤ **Dióxido de Carbono (CO₂)**

O CO₂ é solúvel tanto em meio aquoso como lipídico e é o principal responsável pelo efeito bacteriostático e fungistático. A ação do CO₂ sobre a microbiota tem sido atribuída à redução de pH, devido à dissolução do CO₂ no meio, às alterações da permeabilidade celular bacteriana e à inibição enzimática (KING & NAGEL, 1975). Este efeito bacteriostático é influenciado pela concentração de CO₂, carga microbiana inicial, temperatura de estocagem e tipo de produto a ser embalado, gerando uma maior efetividade da mistura gasosa no prolongamento da vida útil do alimento (CHURCH, 1994). Segundo DANIELS *et al.* (1985), muitos estudos têm demonstrado que a ação do CO₂ é mais efetiva quando a flora deterioradora do alimento é predominantemente gram-negativa, aeróbia e de bactérias psicrotrófilas. O efeito global do CO₂ é o prolongamento da fase de adaptação e o aumento do tempo de geração de microrganismos (DANIELS *et al.*, 1985; DAY, 1992).

Muitas pesquisas foram feitas tentando elucidar o mecanismo de ação do CO₂ sobre a célula microbiana e, recentemente, os resultados têm demonstrado que o CO₂ apresenta um efeito negativo em vários passos enzimáticos e bioquímicos que ocorrem dentro das células dos microrganismos (DANIELS *et al.*, 1985; DAY, 1992). FARBER (1991) resumiu as teorias em:

- alteração nas funções da membrana das células, incluindo efeitos na captura e absorção de nutrientes;
- inibição direta de enzimas ou diminuição da taxa das reações enzimáticas;
- penetração na membrana da bactéria e alteração do pH intracelular;
- alterações diretas nas propriedades físico-químicas das proteínas.

A efetividade do CO₂ geralmente aumenta linearmente com o aumento da concentração na faixa de 20 a 60%, enquanto o aumento do efeito é menor em concentrações acima de 50 – 60% (SMITH *et al.*, 1990). Entretanto, o CO₂ não retarda o crescimento de todos os tipos de microrganismos. Por exemplo, ocorre o desenvolvimento de bactérias lácticas na presença de CO₂ e baixos níveis de O₂, porque esta é uma condição ideal de desenvolvimento deste grupo de bactérias que é microaerófila. O CO₂ também é menos efetivo para inibir leveduras (DAY, 1992).

No entanto, a concentração de CO₂ nas embalagens não apenas afeta os microrganismos, mas também pode causar alterações na cor e no sabor dos produtos. Além disso, concentrações de CO₂ menores que 20% tendem a não inibir o crescimento microbiano satisfatoriamente, a 40% pode ocorrer o colapso da embalagem, dando um aspecto de vácuo, porque o CO₂ se dissolve na água e na gordura do alimento (BERNE, 1994) e também permeia o material de embalagem mais rapidamente que o O₂ e o N₂. A concentração de CO₂ a ser escolhida é, portanto, mais dependente do produto a ser acondicionado e do tamanho e características de barreira da embalagem que do efeito inibitório sobre os microrganismos (SARANTÓPOULOS, 1991). AHVENAINEN (1989) relatou que concentrações de CO₂ maiores que 30% causam liberação excessiva de exsudado do presunto.

A quantidade de CO₂ dissolvido na carne e o volume de espaço-livre são fatores importantes; são dependentes do teor de umidade e de gordura, do pH e área superficial da carne, bem como da temperatura de estocagem e da proporção de volume de gás para peso de carne dentro da embalagem (GILL, 1988).

Os níveis gasosos de uma mistura atmosférica nunca são estáticos e mudam constantemente devido à respiração muscular, metabolismo microbiano, dissolução do gás no interior da carne, difusão através de filmes barreiras e efeitos da temperatura (SEIDEMANN *et al.*, 1979; GILL, 1988).

No geral, a maioria dos produtos cárneos processados requerem atmosferas contendo altas concentrações de CO₂, isto é, maiores que 20%, com o restante sendo N₂, e ausência de O₂, ou seja, menor que 0,1%. Entretanto, na prática pode ser difícil alcançar níveis de O₂ residual tão baixos quanto este, pois são altamente dependentes das características do produto, das técnicas de embalagem e do método de remoção do ar e introdução do gás. Por exemplo, níveis de O₂ residual maior que 7% podem ser encontrados, embora na faixa de 0,2 – 1% sejam os mais típicos (HOTCHKISS, 1989).

Para cada produto haverá uma mistura gasosa ideal. Porém qualquer que seja tal mistura, ela deve ser totalmente testada e conter gases cujo uso é permitido pela legislação. Algumas misturas gasosas para produtos cárneos – presuntos – são apresentadas na TABELA 1.

TABELA 1. Misturas gasosas recomendadas para produtos cárneos – presuntos (CHURCH, 1993).

Produto	Composição Atmosférica (%)		
	O ₂	CO ₂	N ₂
Presunto	—	20 – 35	65 – 80
Presunto, italiano, fatiado	—	20	80
Presunto fatiado	< 0,3	60	40

(—): quantidade isenta.

Não só a composição dos gases é importante, como também a quantidade da mistura gasosa dentro da embalagem, ou seja, a relação entre o volume do espaço-livre da embalagem e a quantidade de produto. Na Dinamarca, para a maioria dos produtos cárneos, o espaço-livre das embalagens tem aproximadamente três vezes o volume do produto (HERMANSEN, 1983). Em outros países essa relação cai para 1:1 (v/v). Também é importante definir o nível de evacuação e a quantidade de gás injetado para repor o ar retirado.

Controle rigoroso da temperatura de estocagem, distribuição e comercialização

A aplicação da tecnologia de embalagens com AM não substitui a necessidade de refrigeração, durante o preparo, distribuição e comercialização do produto (HOTCHKISS, 1988; DAY, 1992).

Quanto maior a temperatura, maior a taxa de crescimento microbiano e de mudanças bioquímicas. O controle rígido da temperatura de estocagem, na faixa de 1° a 3°C, é obrigatório para a efetividade desse sistema de preservação, pois em temperaturas mais elevadas é menor a ação do CO₂ como agente retardador da deterioração microbiana (SARANTÓPOULOS *et al.*, 1991).

Dependendo da a_w e do pH, os produtos cárneos podem ser classificados em três categorias que têm diferentes exigências quanto à refrigeração, como é apresentado na TABELA 2. Esta classificação pressupõe que o produto tenha sido adequadamente processado.

TABELA 2. Exigências de refrigeração de produtos cárneos, com base na a_w e pH (LEISTNER, 1978).

Categorias	Crítérios	Temperatura de armazenamento
Pouco perecível	$a_w \leq 0,95$ e $pH \leq 5,2$ $a_w \leq 0,91$ ou $pH \leq 5,0$	sem refrigeração sem refrigeração
Perecível	$a_w \leq 0,95$ ou $pH \leq 5,2$	$\leq + 10^\circ\text{C}$
Altamente perecível	$a_w > 0,95$ e $pH > 5,2$	$\leq + 5^\circ\text{C}$

Propriedades da embalagem

DAY (1992) enumerou várias características que devem ser consideradas na escolha do tipo de embalagem, para acondicionamento de alimentos com AM. Entre elas, as que mais se aplicam para produtos cárneos (presuntos) são:

➤ Permeabilidade aos gases

A embalagem deve ser barreira aos gases para manter a atmosfera modificada ao redor do produto e impedir a entrada de O₂ do exterior para o interior da embalagem.

A taxa de permeabilidade aos gases da embalagem e o volume do espaço-livre são fatores associados à quantidade de gás necessária para a inibição microbiana. Quanto menor a taxa de permeabilidade e maior for a relação volume do espaço-livre da embalagem / quilo de produto, maior poderá ser a vida útil do produto (SARANTÓPOULOS & SOLER, 1988). O material de embalagem deve ser barreira ao O₂ e também ao CO₂ que, normalmente, está presente em concentrações superiores ao da atmosfera (0,03%). Geralmente, as taxas de permeabilidade CO₂/O₂ e O₂/N₂ apresentam relações médias de 3 a 5 (DAY, 1992).

A taxa de permeabilidade aos gases deve ser definida em função de: tamanho da embalagem, volume do espaço-livre, temperatura de acondicionamento e vida útil desejada. A recomendação genérica disponível na literatura é de que a taxa de permeabilidade ao oxigênio deve ser menor que 50 cm³/m²/dia, para a embalagem com AM de produtos que “não respiram” (DAY, 1992).

Segundo RIZVI (1981) os filmes das embalagens com permeabilidades nominais ao O₂ de ≤100 cm³/m²/atm/dia podem ser usados para embalagens a vácuo e com AM. Entretanto, vários estudos constataram que *Pseudomonas* spp. pode crescer em atmosferas entre 1 e 2% de O₂, mesmo na presença de elevados níveis de CO₂. Um ambiente completamente anaeróbico não será produzido se o O₂ puder permear através do filme da embalagem (CHURCH, 1993).

RIZVI (1981) afirma que a inibição de microrganismos pelo acúmulo de CO₂ no espaço-livre da embalagem só é eficiente quando forem utilizados materiais com permeabilidade ao O₂ inferior a 40 mL/m²/atm/dia, mas, VANDERZANT *et al.* (1982) consideram os filmes com permeabilidade ao O₂ < 10 mL/m²/atm/dia mais eficientes.

Alguns dos efeitos das diferenças nas taxas de transmissão do O₂ são resumidos na TABELA 3.

TABELA 3. Efeito das taxas de transmissão do oxigênio exigidas nos filmes das embalagens para carnes (RIZVI, 1981).

Produto	Taxa de transmissão do O₂ (cm³/m²/atm/dia)	Observações
Carne curada	< 100	Retarda a degradação da nitrosilmioglobina.
Carne processada embalada a vácuo	< 15	Mínima degradação da nitrosilmioglobina; diferenças não significativas relatadas entre as permeabilidades ao O ₂ entre 100 e 200 sobre as taxas de degradação da nitrosilmioglobina.
Carnes curadas e outros produtos sensíveis ao O ₂	< 2	Usada para produtos extremamente sensíveis ao O ₂ ; interesse expresso por alguns pesquisadores com relação à segurança do produto se não for curado adequadamente.

➤ **Permeabilidade ao vapor de água**

A embalagem também deve ser barreira ao vapor de água, para impedir a perda de umidade dos presuntos, o que provocaria alteração na textura, perda de peso e comprometeria a aparência, conforme exposto no item 2.1.3.

➤ **Integridade do fechamento**

É essencial que a termossoldagem seja hermética, de modo a manter a atmosfera gasosa desejada ao redor do produto. A embalagem também deve apresentar termossoldagens com resistência compatível com o sistema de manuseio, transporte e comercialização do produto, para preservar a integridade do fechamento até a utilização pelo consumidor.

➤ **Propriedades mecânicas**

Materiais utilizados em embalagens com atmosfera modificada devem apresentar resistência à perfuração, para assegurar a integridade durante o manuseio, transporte e comercialização do produto. Caso a embalagem seja rígida (por exemplo, uma bandeja) os cantos devem ser arredondados, para

impedir danos na embalagem e conseqüente perda do gás.

➤ **Outras características**

Algumas outras características podem ser consideradas como: transparência e características “anti-fog” (para permitir que o frescor do produto seja visível para o consumidor), barreira aos vapores orgânicos e livre de odores estranhos (para impedir alterações organolépticas no produto), apresentar um bom desempenho em máquina de acondicionamento (alta produção, facilidade de termoformação, etc.), ser ou não encolhível, seguir a tendência de causar o menor dano possível ao meio ambiente, ter disponibilidade no mercado e apresentar custo compatível com o do produto.

O revestimento de PVDC, a aplicação de metalização e o uso de resinas como EVOH, PVDC, PA, OPA são responsáveis pela barreira a gases das estruturas multicamadas. A barreira à umidade é obtida pelos filmes de PEBD, PEBDL, PVDC e pela metalização ou revestimento com PVDC (GARCIA *et al.*, 1989). O PET e o BOPP fornecem às estruturas resistência mecânica, brilho e são um ótimo substrato para metalização e impressão.

Nas embalagens rígidas o PVC, PP e PS são os responsáveis pela rigidez, sendo que o PVC e o OS apresentam maior facilidade de termoformação. As estruturas PS/EVOH/PEBD e a PP/EVOH/PP não são transparentes como a de PVC/PEBD, sendo freqüente seu uso com pigmentação.

As embalagens superdimensionadas para o produto compreendem não apenas aumento nos gastos de distribuição e exposição por unidade, mas no geral são vistas desfavoravelmente pelos consumidores e acarretam uma modesta extensão na vida útil do produto (RENERRE, 1989).

Os problemas para vendas a varejo com embalagens superdimensionadas podem ser evitados por meio das embalagens de transporte ou individuais. Nestas, os produtos são acondicionados em filmes de alta permeabilidade, como os esticáveis e, então, estas embalagens são reunidas e acondicionadas em uma embalagem secundária constituída por filme de alta barreira a gases, denominada de “master pack”, onde a atmosfera é modificada. Este tipo de sistema reduz o custo da embalagem e permite a oxigenação da carne fresca, após a abertura da embalagem de transporte de alta barreira (SARANTÓPOULOS, 1991).

Conseqüentemente, atmosferas anóxicas, assim como, atmosferas ricas em O₂ podem ser consideradas próprias para uso em “master packs” (GILL, 1990).

Equipamentos de acondicionamento eficiente

O último item determinante do sucesso da tecnologia é a eficiência da máquina de acondicionamento. Sua operação deve ser otimizada em termos de nível de evacuação e de injeção de mistura gasosa, além de parâmetros de termossoldagem, a fim de se obter uma modificação eficiente da atmosfera no interior da embalagem e soldagens herméticas que não permitam trocas gasosas.

Para produtos cárneos, são duas as técnicas mais utilizadas para modificar a atmosfera no interior de uma embalagem (SARANTÓPOULOS & SOLER, 1988; FIERHELLER, 1991; DAY, 1992; GUISE, 1993/1994; MAPAX, s.d.):

➤ Sistema de fluxo de gás (“gas flushing”)

Nesta técnica o ar de dentro da embalagem é substituído por um fluxo contínuo da mistura gasosa desejada, que dilui o ar ao redor do produto, antes da embalagem ser termossoldada. A grande vantagem dessa técnica é a velocidade dos equipamentos, como os que formam sacos, enchem e fecham na horizontal. Por outro lado, a desvantagem é o limite de eficiência, pois o teor de O₂ residual típico, logo após o acondicionamento, é de 2 a 5%.

Equipamentos que formam sacos, enchem e fecham na horizontal (“horizontal flow-pack”)

Esses equipamentos formam embalagens tipo sacos (“pillow-pack”) partindo de uma bobina do material de embalagem. O produto, por exemplo, presunto fatiado disposto em bandejas, é alimentado dentro de um tubo formado na horizontal com a termossoldagem longitudinal do material de embalagem (FIGURA 3). O tubo é posteriormente termossoldado na transversal e cortado nas laterais da embalagem. A modificação da atmosfera é feita por um fluxo de gás no tubo de filme formado após a soldagem longitudinal e antes da soldagem transversal. Esse tipo de equipamento é versátil, de alto custo e de média a alta produtividade (40 a 150 embalagens/minuto) (DAMSKE, 1990). Os principais

fabricantes internacionais deste tipo de equipamento são: Ilapak, Hayssen e Rose Forgrove (GUISE, 1993/1994).

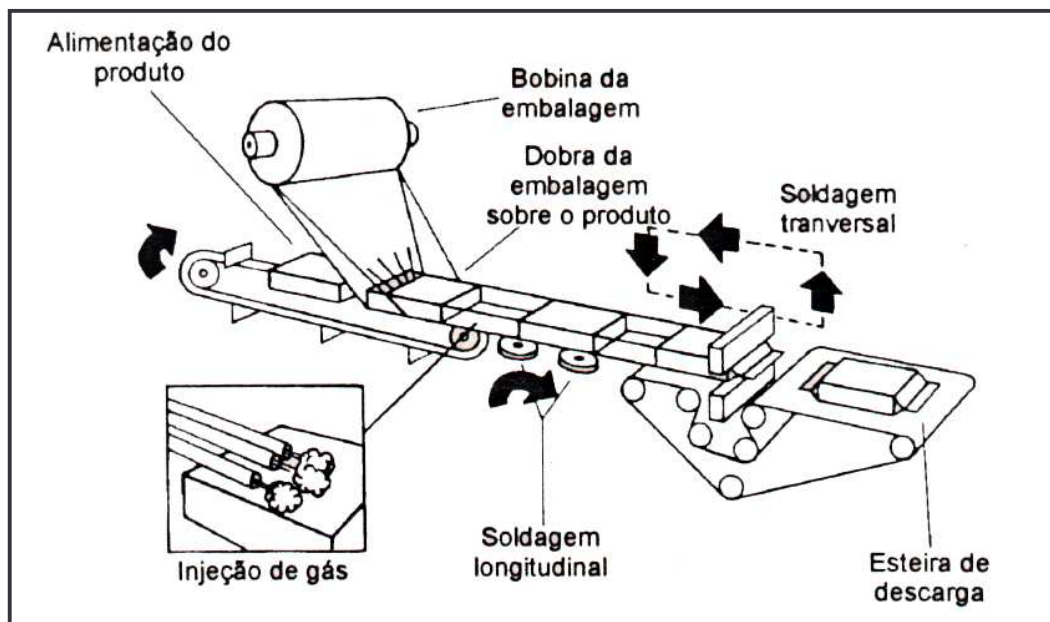


FIGURA 3. Esquema básico de um equipamento “flow-pack” horizontal.

➤ Sistema de vácuo compensado

Nesta técnica o ar é extraído do interior da embalagem por um processo de vácuo e, em seguida a pressão é reconstituída com a injeção da mistura gasosa desejada. Como o processo envolve duas etapas, a velocidade dos equipamentos que utilizam esta técnica é menor que os de fluxo de gás. Entretanto, como o ar é totalmente removido, a eficiência deste processo quanto ao teor residual de O_2 é melhor (teor de O_2 menor que 1% logo após o acondicionamento). Equipamentos com sistema de vácuo compensado que podem ser utilizados para presuntos fatiados são: as câmaras de vácuo e os que termoformam as bandejas ou usam bandejas pré-formadas, enchem e fecham.

Equipamentos com câmaras de vácuo

Esses equipamentos usam sacos com ou sem bandejas pré-formadas, as quais acondicionam o produto. Um esquema básico é apresentado na FIGURA 4. As embalagens são dispostas manualmente no interior da câmara, inserindo-se o bico de injeção no interior da embalagem. O ar de toda a câmara, inclusive o de

dentro da embalagem, é extraído por vácuo e a mistura gasosa é injetada equalizando a pressão no interior da embalagem. As embalagens são fechadas por um sistema de termossoldagem por impulso elétrico. Esse tipo de equipamento é versátil, de baixo custo e de baixa produtividade (1 a 16 embalagens/minuto). No Brasil, este tipo de equipamento é fabricado pela Selovac. No exterior são inúmeros os fabricantes e entre eles pode-se citar a Multivac, Supervac, Tripovac, etc.

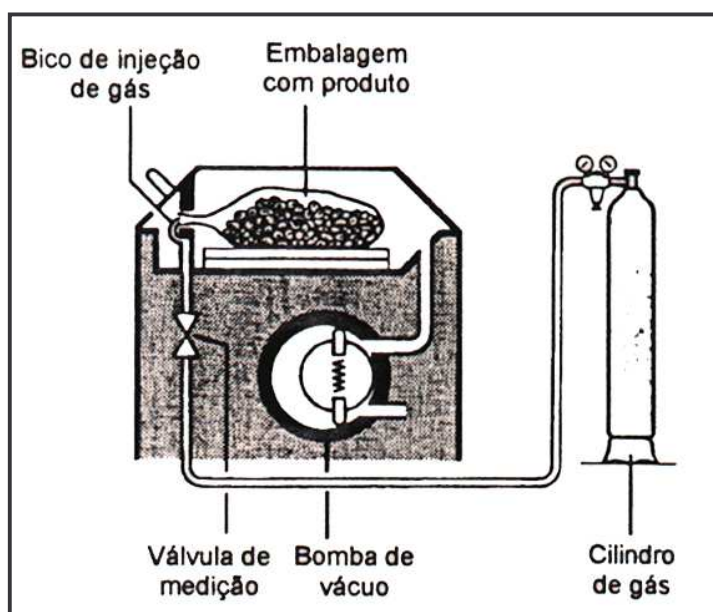


FIGURA 4. Esquema básico de um equipamento com câmara de vácuo.

Equipamentos que termoformam bandejas, enchem e fecham (“thermoform-fill-seal machines”)

Esses equipamentos produzem embalagens que consistem de uma bandeja plástica rígida, termoformada, fechada hermeticamente pela termossoldagem de uma tampa flexível. Os estágios desse equipamento são (FIGURA 5): alimentação dos materiais de embalagem (chapa para a bandeja e filme para a tampa), termoformação da bandeja, alimentação do produto na bandeja, evacuação, injeção da mistura gasosa e termossoldagem da tampa na bandeja, corte transversal, corte longitudinal e descarregamento das embalagens. Este tipo de equipamento não é versátil em termos de tamanho e configuração de embalagens, uma vez que envolve a troca de moldes de termoformação. Podem

apresentar desde baixa até alta produtividade (10 a 90 embalagens/minuto) e apresentam alto custo. A Selovac é a única fabricante nacional desse tipo de equipamento. No exterior as marcas mais conhecidas são: Multivac, Tiromat e Dixie-Union (GUISE, 1993/1994).

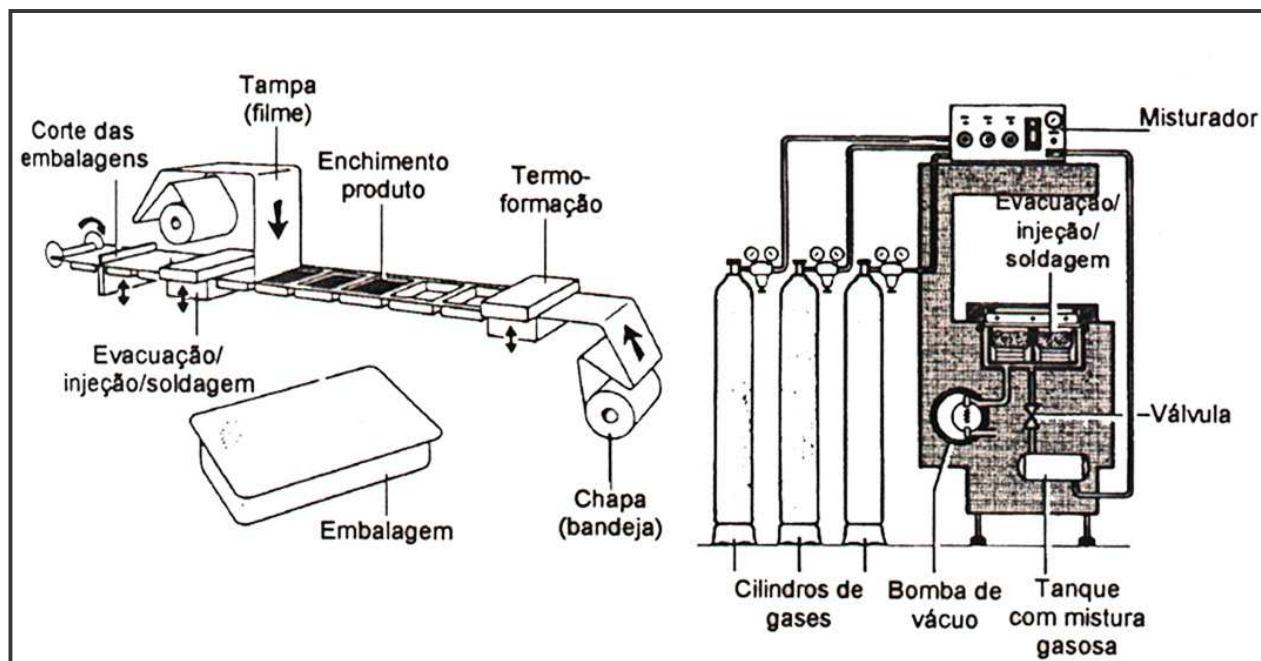


FIGURA 5. Esquema básico de um equipamento “thermoform-fill-seal”.

Equipamentos que enchem e fecham embalagens

Esses equipamentos são essencialmente os mesmos dos que termoformam bandejas, enchem e fecham, exceto que utilizam embalagens rígidas pré-formadas (bandejas, copos). Conseqüentemente, utilizam o sistema de vácuo compensado para substituir o ar. Dependendo do nível de automação podem apresentar baixa a alta produtividade (semi-automático: 15 a 40 embalagens/minuto e automático até 300 embalagens/minuto), e médio a alto custo. Exemplos de fabricantes internacionais de equipamentos semi-automáticos são: Dynoplast, Swissvac, Reiser, APM-Viseel (CAKEBREAD, 1993). A Orion e Autoprod produzem equipamentos automáticos.

2.2.3 Estudos de vida útil de presuntos em atmosfera modificada

A literatura sobre presunto acondicionado em embalagens com atmosfera modificada é muito restrita.

ANJANEYULU *et al.* (1986) estudaram o efeito das várias AMs (35% CO₂ / 65% N₂; 35% CO₂ / 65% N₂O; 100% CO₂; 100% N₂O e 95% CO₂ / 5% N₂O) sobre o pH, cor, odor e crescimento microbiano nos presuntos fatiados processados estocados entre 3° e 5°C, durante 30 dias. Esses autores verificaram que a embalagem em atmosfera contendo 100% CO₂ foi mais efetiva em prolongar a conservação da qualidade dos presuntos fatiados, enquanto que 100% N₂O não inibiu o crescimento microbiano e teve efeito indesejável sobre a coloração. Os presuntos fatiados embalados com misturas de CO₂ / NO₂ apresentavam-se com coloração atraente, odor aceitável e baixa contagem microbiana até o 30° dia de estocagem, comparados à mistura CO₂ / N₂. A composição do presunto, detalhes do processamento térmico, e dados organolépticos não foram relatados.

A estocagem dos produtos cárneos em misturas gasosas, diferentes do ar atmosférico, é um assunto de particular interesse tecnológico e econômico. PALEARI *et al.* (1987) relataram as possíveis modificações de qualidade nos diferentes tipos de produtos cárneos (língua curada, zampone, presunto cozido, mortadela e salame) embalados em atmosferas com nitrogênio e dióxido de carbono na proporção de 80:20. Amostras similares foram embaladas a vácuo como controle. A microflora, nos tempos considerados (2, 10, 17, 24, 31 dias a temperatura de 4°C), foi similar para ambos os sistemas de embalagens. *Brochothrix thermosphacta* foi detectado nas amostras de mortadela e presunto embaladas em AM. Os parâmetros físico-químicos demonstraram que as amostras sob embalagem com AM apresentaram um baixo nível de acidez total livre, inferior as amostras embaladas a vácuo. Portanto, foi concluído que o sistema de estocagem com AM comparativamente à embalagem a vácuo, não apresentou vantagens relevantes na conservação dos produtos cárneos.

STEGEMAN *et al.* (1988) examinaram a resistência térmica de *L. monocytogenes* inoculada em presunto. Seus resultados indicaram que os tratamentos térmicos padronizados foram mais do que suficientes para produzir presunto livre de *Listeria*. Entretanto, uma vez removido da embalagem original,

todos os produtos cárneos cozidos podem tornar-se contaminados durante as operações de fatiamento e embalagem. GLASS & DOYLE (1989) relataram que *L. monocytogenes* alcançou populações entre 10^5 e 10^6 UFC/g em amostras de presunto (pH 6,3 – 6,5) aceitáveis sob o ponto de vista organoléptico, após 4 semanas de estocagem a 4,4°C. Estes dados indicam que os processadores deveriam dispor de outros métodos, além da combinação de embalagem a vácuo e refrigeração para impedir o crescimento de *Listeria* no presunto. Valores inferiores de pH no produto poderiam atuar na prevenção do crescimento de *L. monocytogenes*.

AHVENAINEN *et al.* (1989) constataram que a vida útil do presunto em embalagens com gás na presença de materiais de baixa permeabilidade ($5,1 \text{ cm}^3/\text{m}^2/\text{atm}/\text{dia}$) não é afetada pelo volume do espaço-livre (50 e $90 - 100 \text{ cm}^3$). Evidentemente, o volume do gás em embalagens com AM de produtos cárneos cozidos curados não é um fator tão crítico para a vida útil quanto é para a carne “in natura”.

AHVENAINEN *et al.* (1989) compararam a vida útil sob os aspectos microbiológicos e sensoriais do presunto cozido fatiado embalado a vácuo e com várias atmosferas gasosas ($100\% \text{ N}_2$; $26\% \text{ CO}_2 / 74\% \text{ N}_2$; $33\% \text{ CO}_2 / 67\% \text{ N}_2$; $43\% \text{ CO}_2 / 57\% \text{ N}_2$; $97\% \text{ CO}_2 / 3\% \text{ N}_2$ e vácuo). Estes autores verificaram que a vida útil do presunto embalado em mistura gasosa contendo CO_2 foi similar à obtida na embalagem a vácuo e superior a do produto embalado com nitrogênio, o qual foi considerado impróprio para o consumo humano após 28 dias do armazenamento. Considerou-se que a vantagem principal das embalagens com gás comparadas as a vácuo foi em relação à aparência superior destas, devido a uma menor quantidade de líquido exsudado. Sob o ponto de vista sensorial do presunto embalado a vácuo manteve-se estável durante um período menor, isto é, apenas 15 dias, enquanto nas amostras embaladas com a mistura gasosa de $43\% \text{ CO}_2 / 57\% \text{ N}_2$ foi aproximadamente de 2 semanas a mais do que a vácuo.

BOEREMA *et al.* (1993) estudaram o efeito de várias temperaturas de estocagem (10 , 3 e $-1,5^\circ\text{C}$) sobre a vida útil do presunto fatiado produzido comercialmente, embalado a vácuo e com dióxido de carbono. Concluíram que sob estocagem refrigerada moderada (10°C), o uso de dióxido de carbono não oferecia vantagens sobre o vácuo, com relação ao retardamento microbiano ou

alterações do “flavour”. A temperaturas de estocagens inferiores (3 e $-1,5^{\circ}\text{C}$), a embalagem com dióxido de carbono prolongou significativamente a fase lag, porém não contribuiu para a extensão das propriedades organolépticas do presunto fatiado comparativamente ao vácuo.

PAPA *et al.* (1995) verificaram, em estudo semelhante, que o presunto cozido fatiado, se estocado a 4 e 7°C sob atmosfera modificada (40% CO_2 / 60% N_2) apresenta-se estável durante um período prolongado de tempo e seguro sob o ponto de vista microbiológico. Após 45 dias as contagens de *Lactobacillus* homo e heterofermentativos alcançaram níveis que poderiam ser considerados alterados. Contudo, esses autores observaram que a embalagem a vácuo não foi eficaz, pois não impediu o desenvolvimento intenso de bactérias lácticas. Após exatos 14 dias a 4 e 7°C , estas bactérias já estavam presentes. As espécies predominantes, *Leuconostoc mesenteroides*, produziram limos, causando alteração visível, cujas fatias de presunto grudavam umas nas outras.

MOLLER *et al.* (2000) constataram que o nível crítico de oxigênio residual para evitar a descoloração oxidativa induzida pela luz durante estocagem refrigerada do presunto pasteurizado, fatiado, embalado com atmosfera modificada (20% dióxido de carbono balanceado com nitrogênio em uma proporção 1:3 (v/v) de produto para a relação volume:espaço-livre das embalagens) permaneceu entre 0,1 – 0,5% oxigênio. Em 0,5% oxigênio a descoloração induzida pela luz foi significativa, detectada pela análise colorimétrica do parâmetro CIE a^* (variação da cor vermelha), quando comparada para o mesmo produto estocado no escuro. Por outro lado, a 0,1 e 0,02% de oxigênio a coloração permaneceu estável no escuro e quando exposta a luz se manteve por até 27 dias em estocagem refrigerada. A oxidação lipídica, determinada como substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico, e as contagens totais não mostraram diferenças entre os produtos descoloridos e os estáveis à descoloração, embora um painel treinado no teste triangular deveria diferenciar entre o sabor do presunto das embalagens com 0,02 e 0,5% oxigênio após 27 dias de estocagem refrigerada.

3 OBJETIVO

O objetivo desse trabalho de pesquisa foi avaliar a eficiência de sistemas de embalagem com atmosfera modificada na preservação da qualidade de presunto cozido fatiado. Para tanto, otimizou-se o acondicionamento do presunto cozido fatiado com atmosfera modificada em “master pack” e acompanhou-se a estabilidade do produto a $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$, estabelecendo-se a vida útil do produto, nessa embalagem, com três tipos de atmosferas modificadas, a saber, 100% CO_2 , 60% CO_2 / 40% N_2 e 25% CO_2 / 75% N_2 . Comparativamente foi avaliada a estabilidade do produto sob vácuo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

4.1.1 Presunto Cozido

O presunto cozido fatiado utilizado no estudo foi produzido em uma unidade industrial da empresa Frigorífico SADIA S/A., localizada no Estado de São Paulo. Após ser acondicionado nos diferentes tratamentos em estudo, o produto foi transportado em caminhão frigorificado para o Centro de Tecnologia de Carnes do Instituto de Tecnologia de Alimentos (CTC/ITAL) – Campinas, em caixas de papelão medindo (500 x 700 x 800 mm) e estocado a $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$, onde foram conduzidos os testes.

4.1.2 Gases

Os gases usados no estudo, 100% gás carbônico (CO_2), as misturas 60% CO_2 / 40% N_2 e 25% CO_2 / 75% N_2 foram adquiridos em cilindros da empresa White Martins Gases Industriais S.A., linha alimentícia.

4.1.3 Embalagens

A empresa UNIPACK Embalagens Ltda. forneceu as embalagens “master packs” (embalagens secundárias) utilizadas no acondicionamento com AM com estruturas comerciais denominadas Univac HQ 100 μm ; a empresa Cryovac Brasil Ltda. forneceu as embalagens termo-encolhíveis utilizadas no acondicionamento a vácuo e a empresa Zempack Embalagens forneceu as embalagens poliolefínicas (embalagens primárias), as bandejas e as películas absorventes utilizadas no experimento. As embalagens “master packs” eram constituídas por filmes co-extrudados de polietileno de baixa densidade e copolímeros de etileno e álcool vinílico (PEBD/EVOH) e foram selecionadas para atender as características de barreira a gases e ao vapor de água recomendadas na literatura e citadas anteriormente no item 2.2.2. O “filme poliolefínico” utilizado na embalagem

primária era constituído de policloreto de vinila (PVC).

Utilizou-se embalagens na forma de sacos de dimensões 215 x 320 x 30 mm (embalagem primária) e 600 x 700 mm (embalagem secundária – "master pack") para o acondicionamento com AM.

As bandejas de poliestireno (PS) não expandido apresentavam dimensões de 20 x 238 x 182 mm.

4.2 Acondicionamento do Produto

No acondicionamento do presunto cozido, nas diversas AMs e a vácuo, utilizou-se um equipamento com câmara de vácuo, marca Multivac – Gepriifte Sincherheit de origem alemã. O princípio de funcionamento desse equipamento foi descrito no item 2.2.2 e esquematizado na FIGURA 4.

Aproximadamente 200 g de presunto cozido fatiado foram distribuídos em bandejas de PS não expandido, cobertas com um filme poliolefínico selado a quente (embalagens primárias). Os presuntos cozidos fatiados foram dispostos nas bandejas sobre películas absorventes e envolvidos pelo filme de PVC que era esticado automaticamente para dar um fechamento na embalagem. Em seguida, seis embalagens primárias de presunto cozido fatiado, foram colocadas dentro de um saco barreira a gases "master pack" (embalagem secundária). Os "master packs" foram evacuados, injetados com misturas gasosas de atmosferas modificadas e selados. A amostra controle consistia de 200 g de presunto cozido fatiado embalados a vácuo em uma bandeja de PS não expandido. Cada bandeja foi coberta com um filme termo-encolhível. No acondicionamento a vácuo as condições de operação do equipamento foram as mesmas, exceto que não era acionado o sistema de injeção de atmosfera gasosa. Foram testados os seguintes tratamentos:

- Tratamento I = 100% CO₂;
- Tratamento II = 60% CO₂ / 40% N₂;
- Tratamento III = 25% CO₂ / 75% N₂;
- Tratamento IV = a vácuo.

4.3 Delineamento do Experimento

Visando avaliar a estabilidade do presunto cozido fatiado submetido a três tipos de acondicionamentos (100% CO₂, 60% CO₂ / 40% N₂ e 25% CO₂ / 75% N₂) foram preparadas 30 embalagens "master packs" de cada tratamento. Cada embalagem "master pack" continha 6 bandejas com 200 g de presunto cozido fatiado cada uma, portanto, cada tratamento continha 180 bandejas. Também foram preparadas 135 bandejas com 200 g de presunto cozido fatiado cada uma embaladas a vácuo, constituindo-se no controle. O presunto cozido fatiado em embalagens a vácuo e as embalagens em "master pack" foram estocados a 4 ± 1°C, na ausência de luz.

Considerando a unidade experimental, cada saco "master pack" contendo seis embalagens, cada tratamento foi replicado 03 (três vezes). As amostras foram removidas após período de estocagem correspondente a 2, 8, 15, 22, 29, 36, 43 e 50 dias, selecionadas aleatoriamente dentro das unidades experimentais.

Periodicamente, amostras em triplicata dos três tratamentos com AM foram avaliadas quanto à composição gasosa do espaço-livre, qualidade microbiológica e sensorial e características físicas e químicas. Também foram feitas as mesmas análises, exceto composição gasosa do espaço-livre, para o presunto fatiado mantido a vácuo (amostra controle).

4.4 Caracterização Microbiológica do Presunto Cozido

As amostras de presunto cozido destinadas ao estudo da estabilidade foram submetidas às análises de caracterização microbiológica antes do fatiamento.

Todas as análises microbiológicas foram realizadas de acordo com as metodologias descritas por VANDERZANT & SPLITTSTOESSER (1992). Os microrganismos pesquisados foram: coliformes fecais, *Staphylococcus aureus*, contagem total de bactérias mesófilas, *Salmonella* sp., clostrídios sulfito redutores e bolores e leveduras.

A amostragem foi realizada a partir de porções de 25g de presunto, homogeneizadas com 225mL de solução de água peptonada tamponada (BPW)

em “stomacher” (Seward – Medical London, UK). Após a homogeneização foram preparadas diluições a partir de 10 mL do homogeneizado. Para a análise de *Salmonella* sp. a diluição inicial foi realizada diretamente no caldo de pré-enriquecimento, a mesma utilizada nas demais análises.

4.5 Caracterização das Embalagens

As embalagens secundárias (“master packs”) para acondicionamento em atmosfera modificada foram caracterizadas quanto à taxa de permeabilidade a gases (O₂).

4.5.1 Taxas de permeabilidade aos gases (O₂)

A taxa de permeabilidade ao oxigênio foi determinada por métodos coulométricos, segundo a norma ASTM D 3985-81 (“Standard test method for oxygen gas transmission rate through plastic film and sheeting using a coulometric sensor”), citada em PADULA *et al.* (1989). Neste ensaio utilizou-se equipamento OXTRAN, modelo 100 TWIN, da MOCON, operando com oxigênio puro com gás permeante à temperatura de 24°C e a seco. Durante o teste, o fluxo do gás de arraste foi mantido a 10 mL/min e do oxigênio a 20 mL/min. A área efetiva de permeação foi de 100 cm². O condicionamento dos corpos-de-prova foi realizado durante dois dias a 24°C e a seco. Os resultados obtidos foram corrigidos para 1 atm de gradiente de pressão parcial de oxigênio.

4.6 Estudo de Estabilidade

4.6.1 Análises físico-químicas

4.6.1.1 Análise da composição gasosa do espaço-livre

Anteriormente à amostragem para as análises microbiológicas e sensoriais, em cada época de estocagem, três embalagens com AM de cada tratamento foram analisadas, quanto à composição gasosa do espaço-livre, em termos de

CO₂, N₂ e O₂.

Os teores de oxigênio, dióxido de carbono e nitrogênio no espaço-livre do “master pack” foram determinados em Analisador de Gás PBI - DANSENSOR A/S modelo COMBI CHECK 9800-1 de origem dinamarquesa, nos períodos de estocagem correspondentes a 2, 8, 15, 22, 29, 36, 43 e 50 dias, em amostras selecionadas aleatoriamente dentro das unidades experimentais. Os resultados finais foram expressos como porcentagens de volume de O₂, CO₂ e N₂.

4.6.1.2 Coloração

A cor da superfície dos presuntos fatiados foi avaliada após 15 minutos da abertura das embalagens. A coloração foi determinada com o auxílio de um colorímetro portátil MINOLTA modelo CM508d, utilizando iluminante C com ângulo de abertura de 2°, no sistema CIE L*a*b. Foram tomadas 6 medidas por amostra de cada tratamento, em pontos diferentes. Observações subjetivas da cor e aparência das amostras foram registradas.

4.6.1.3 pH

Dentro do intervalo de 1 hora após abertura das embalagens, os valores de pH foram medidos em pHmetro DIGIMED DM-20 com eletrodo de punção diretamente no produto.

4.6.2 Análises microbiológicas

Em cada época de estocagem, a qualidade microbiológica do presunto cozido fatiado foi acompanhada por meio da enumeração de bactérias lácticas, enterobactérias, psicotróficas e *Pseudomonas* sp. Os métodos empregados para avaliações microbiológicas foram realizados segundo metodologia descrita por VANDERZANT & SPLITTOESSER (1992) para bactérias lácticas e psicotróficas, MEAD *et al.* (1977) para enterobactérias e INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (1978) para *Pseudomonas* sp. Os resultados obtidos foram expressos como unidades formadoras de colônias

(UFC/g).

4.6.3 Análise sensorial

4.6.3.1 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

O método empregado é uma adaptação da Análise Descritiva Quantitativa desenvolvida por STONE *et al.* (1974), que permite descrever as principais características que compõem o sabor, aroma, textura e aparência de um alimento, além de medir a intensidade das sensações percebidas (STONE & SIDEL, 1985).

4.6.3.1.1 Condições do teste

Os testes foram realizados em cabines do laboratório de Análise Sensorial do CTC/ITAL. Em uma mesa redonda foram realizadas as discussões abertas para obtenção da lista de atributos, referências, fichas de avaliação e treinamento dos julgadores.

As fatias de presunto cozido foram servidas em bandejas de PS não expandido, codificadas com algarismos de três dígitos e um copinho com pó de café utilizado pelo julgador para mascarar o odor entre as amostras. As bandejas estavam mantidas resfriadas dentro de uma caixa de isopor durante todo o teste.

Os testes sensoriais foram realizados em cabines individuais, com utilização de luz branca para avaliação da aparência e luz vermelha para avaliação do odor (FIGURA 6).

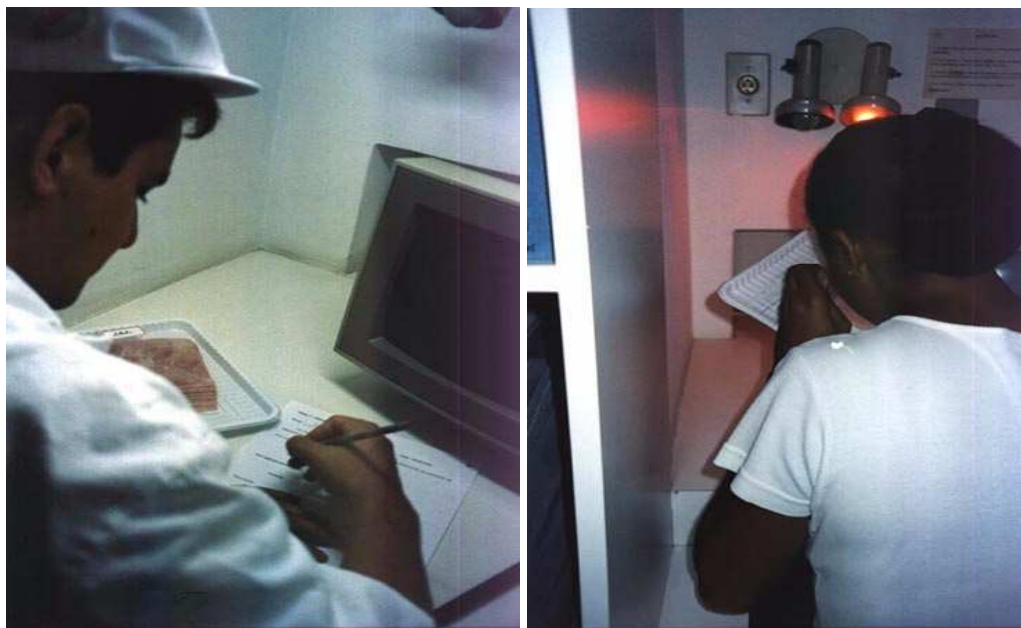


FIGURA 6. Testes sensoriais realizados em cabines individuais, com utilização de luz branca para avaliação da aparência e luz vermelha para avaliação do odor.

4.6.3.1.2 Pré-seleção de julgadores

Os julgadores faziam parte da equipe de análise sensorial do CTC/ITAL e já haviam participado em outros estudos de avaliação da vida útil de carne bovina “in natura” acondicionada em atmosfera modificada.

4.6.3.1.3 Levantamento de atributos

Foi aplicado o método rede (“The Kelly Repertory Grid Method” – MOSKOWITZ, 1983). As amostras foram apresentadas aos pares ao julgador e este, utilizando a Ficha para Desenvolvimento de Terminologia Descritiva (ANEXO A), foi solicitado a descrever as similaridades e diferenças entre as amostras que compunham o par apresentado.

Após as avaliações individuais, os julgadores foram reunidos, discutiram os termos levantados e escolheram os que melhor descrevem as características do produto. Para os descritores escolhidos, providenciou-se materiais de referência (FIGURA 7) conforme consenso da equipe.



FIGURA 7. Referências definidas em consenso pelos julgadores.

O treinamento foi feito com as referências previamente definidas e as amostras (FIGURA 8).



FIGURA 8. Treinamento dos julgadores com as referências e amostras.

4.6.3.1.4 Seleção de julgadores

Após treinamento, os julgadores avaliaram quatro amostras, com três repetições, utilizando os termos levantados no item anterior e foram selecionados

de acordo com a habilidade de discriminar as amostras, com repetibilidade e através da coerência com a equipe sensorial. Para obter informações sobre a repetibilidade e sobre o poder de discriminação destes julgadores foram realizadas análises de variância (ANOVA) de dois fatores (repetições e amostras) para cada um deles, com os resultados de cada um dos atributos em separado, como recomendam POWERS *et al.* (1984).

4.6.3.1.5 Avaliação das amostras

Os julgadores selecionados e treinados avaliaram as amostras de acordo com os atributos levantados. Solicitou-se aos julgadores que avaliassem as amostras usando a escala não estruturada de 9 cm para descrever a percepção dos atributos de aparência e odor, utilizando a ficha de avaliação que foi utilizada no estudo de estabilidade (ANEXO B). As amostras foram apresentadas de forma monádica com 3 repetições.

Em cada período de estocagem as amostras de presunto cozido foram retiradas das três atmosferas modificadas "master packs" (uma de cada grupo da mistura gasosa) e da embalagem controle (a vácuo), sendo submetidas às análises sensoriais. As amostras foram avaliadas na embalagem primária após 15 minutos os "master packs" terem sido abertos. A avaliação da aparência foi realizada com a embalagem primária fechada, sob luz branca, já a avaliação do odor foi realizada com a embalagem primária aberta, sob luz vermelha.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, considerando-se cada julgador como um bloco. A avaliação sensorial foi realizada em 2 sessões de avaliação e em cada sessão, cada julgador recebeu as 4 amostras em ordem aleatória.

Os testes foram conduzidos em cabine individual utilizando um sistema informatizado de avaliação sensorial da COMPUSENSE® versão 4.2.

4.6.3.1.6 Análise dos resultados

Foram realizadas as seguintes análises:

- Análise de variância com interação para avaliação das amostras. A significância estatística das diferenças entre as médias foi determinada mediante teste de Tukey com 95% de confiança;
- Análise de Componente Principal.

Todas as análises estatísticas foram realizadas em microcomputador, utilizando programas do pacote estatístico STATISTICA versão 5.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variações de qualidade do presunto cozido e fatiado foram avaliadas quanto às características microbiológicas, físicas, químicas e sensoriais, e os resultados estatísticos dessas avaliações são apresentados a seguir.

As características da embalagem “master pack” utilizada no acondicionamento do presunto cozido e fatiado, bem como as taxas de permeabilidade aos gases (TPO_2) são apresentadas na TABELA 4. Os resultados de TPO_2 estão dentro dos valores recomendados na literatura, como havia sido previsto no delineamento desse estudo, ou seja, TPO_2 inferior a $2 \text{ cm}^3/\text{m}^2/\text{atm}/\text{dia}$ (RIZVI, 1981).

TABELA 4. Características da embalagem utilizada (“master pack”).

Características	Embalagem
	AM
Composição	PEBD/EVOH
Espessura total (μm)	100
$TPO_2 \text{ cm}^3 \text{ (CNTP)}/\text{m}^2/\text{atm}/\text{dia}$ 23°C e 0% UR	1,87

A caracterização microbiológica do presunto cozido antes do fatiamento, expressas em unidade formadora de colônia e número mais provável estão encerradas na TABELA 5. O produto fatiado apresenta qualidade microbiológica satisfatória devido as baixas populações encontradas nos microrganismos pesquisados.

TABELA 5. Caracterização microbiológica do presunto cozido.

Microrganismo	Contagem
<i>Salmonella</i> em 25g	Ausência
Coliformes fecais (NMP/g)	5 x 10
Clostrídios sulfito redutores (UFC/g)	5 x 10
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	< 10 ²
Bolores e Leveduras (UFC/g)	< 10 ²
Contagem total de bactérias mesófilas (UFC/g)	< 10 ⁵

UFC = unidade formadora de colônia

NMP = número mais provável

As concentrações de oxigênio e dióxido de carbono residuais no espaço-livre das embalagens “master pack” injetadas com 100% CO₂, 60% CO₂ / 40% N₂ e 25% CO₂ / 75% N₂ são ilustradas nas FIGURAS 9 e 10, respectivamente. Os ANEXOS C e D apresentam os valores numéricos das respectivas concentrações de O₂ e CO₂ residuais.

A concentração de oxigênio residual no interior da embalagem injetada com 100% CO₂ (FIGURA 9) logo após o acondicionamento foi inferior a 1%. Na análise após 8 dias de estocagem, o teor de oxigênio aumentou para cerca de 1,179%, caindo a partir de então até 0,317% no 15^o dia de estocagem. A partir do 22^o dia de estocagem a concentração de O₂ variou de 0,408% a 0,783% até o 43^o dia de estocagem. A partir deste ponto houve o colapso das embalagens alcançando uma concentração de oxigênio residual de 3,778% no 50^o dia de estocagem. Este oxigênio adveio, provavelmente, do ar residual ocluso entre as fatias e na bandeja.

A concentração de oxigênio residual no interior da embalagem injetada com 60% CO₂ / 40% N₂ (FIGURA 9) logo após o acondicionamento foi inferior a 1%. A concentração inicial de O₂ foi de 0,300% e durante a estocagem atingiu 0,507% aos 15 dias e caiu até 0,264% aos 50 dias. O aumento inicial da concentração de O₂ e a queda posterior, provavelmente, são decorrentes da diluição do ar ocluso entre as fatias e na bandeja e do consumo de oxigênio pelo metabolismo de microrganismos aeróbios.

A concentração de oxigênio residual no interior da embalagem injetada com 25% CO₂ / 75% N₂ (FIGURA 9) logo após o acondicionamento foi inferior a 1%. Após 8 dias de estocagem, o teor de oxigênio aumentou para cerca de 0,245%. Este aumento pode ser explicado pela difusão do oxigênio do espaço-livre dissolvido no presunto ou ocluso entre as fatias.

Uma redução na concentração de O₂ durante a estocagem é causada pela taxa de respiração muscular e metabolismo microbiano do O₂, sendo maior do que a taxa de difusão no interior da embalagem (SEIDEMANN *et al.*, 1979).

Os produtos cárneos deveriam ser estocados em uma atmosfera livre de O₂ com CO₂ em excesso para obter vida útil máxima. Somente poucos sistemas de embalagens comerciais para produtos cárneos são capazes de cumprir tal exigência sob condições práticas. Se o produto cárneo é embalado em atmosferas gasosas com altos níveis de O₂ residual, medidas deveriam ser tomadas para minimizar os efeitos prejudiciais sobre a cor e vida útil sob o aspecto microbiológico. Os absorvedores de oxigênio provaram ser eficazes no fornecimento e manutenção de atmosferas livres de O₂ para carnes e produtos cárneos (O'KEEFFE & HOOD, 1980; ANDERSEN & RASMUSSEN, 1992). O benefício da extensão da vida útil com os absorvedores de oxigênio deve ser comparado com os custos das embalagens e a necessidade de aceitação pelo consumidor dos sistemas.

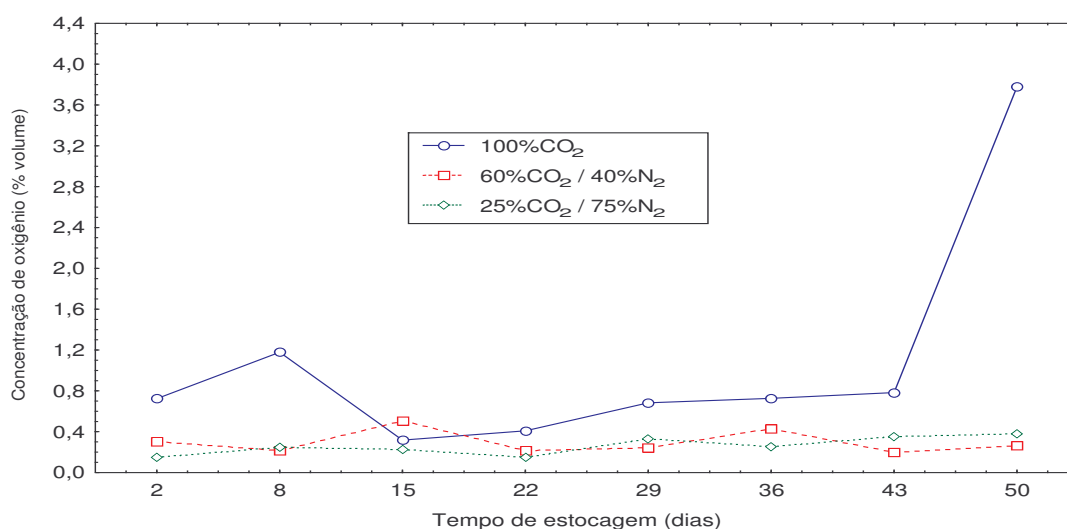


FIGURA 9. Concentração de oxigênio residual do espaço-livre das embalagens de presunto cozido fatiado, com 100% CO₂, 60% CO₂ / 40% N₂ e 25% CO₂ / 75% N₂, durante estocagem a 4 ± 1°C.

A concentração inicial de CO₂ residual no interior da embalagem injetada com 100% CO₂ (FIGURA 10) caiu de 98,87% para 96,97% no 8º dia de estocagem, fato que comprova a existência de ar residual ocluso entre as fatias e na bandeja. Logo em seguida, a concentração começou a aumentar e após 15 dias foi 3% maior do que no 8º dia, permanecendo inalterada até o 43º dia de estocagem. A partir deste ponto a concentração de CO₂ decresceu fortemente, tanto que a concentração foi aproximadamente 14 – 16% menor do que a concentração inicial devido ao colapso das embalagens.

A concentração inicial de CO₂ residual no interior da embalagem injetada com 60% CO₂ / 40% N₂ (FIGURA 10) caiu de 61,30% para 60,60% no 8º dia de estocagem e logo em seguida começou a aumentar alcançando 64,27% após 29 dias de estocagem. A concentração de CO₂ começou a decrescer novamente a partir do 43º dia de estocagem atingindo 61,15% no 50º dia de estocagem.

O desenvolvimento microbiológico lento, indicado pelo consumo de O₂, também não se refletiu em aumento do teor de CO₂ provavelmente porque foi encoberto pelas variações inerentes de cada amostra e pelos níveis dos teores de CO₂ (60 a 64%). Outras possibilidades são o aumento da dissolução do CO₂ no produto com o aumento da pressão parcial do gás; ou porque os microrganismos que se desenvolveram não produzem CO₂.

A concentração inicial de CO₂ residual no interior da embalagem injetada com 25% CO₂ / 75% N₂ (FIGURA 10) variou ligeiramente durante todo o período de estocagem, mudando de 25,60% para 27,97%. Neste caso, não se observou uma grande alteração nas porcentagens de N₂ e CO₂ devido ao equilíbrio com o ar ocluso, porque o teor inicial de N₂ já é próximo do encontrado na atmosfera.

Como ilustrado na FIGURA 10, as concentrações de CO₂ decresceram durante o 8º dia de estocagem nos três tratamentos, provavelmente devido à absorção do CO₂ pela fase aquosa do produto cárneo (GILL, 1988) ou possivelmente devido à perda de CO₂ através do filme da embalagem (GILL & MOLIN, 1991).

Aumentos na concentração de CO₂ durante a estocagem podem resultar de uma diminuição da solubilidade de CO₂ no tecido cárneo a temperaturas maiores, que resulta em um aumento do CO₂ na atmosfera (DAUN *et al.*, 1971; GILL, 1988). O dióxido de carbono nas embalagens com produtos cárneos também pode

aumentar devido ao metabolismo microbiano, por exemplo, *Enterobacteriaceae* e bactérias lácticas heterofermentativas produtoras de CO₂ durante o crescimento. É relatado que para a composição gasosa mudar como um resultado do metabolismo microbiano, uma contagem bacteriana alta (10⁸ microrganismos/g) é exigida (GARDNER *et al.*, 1967).

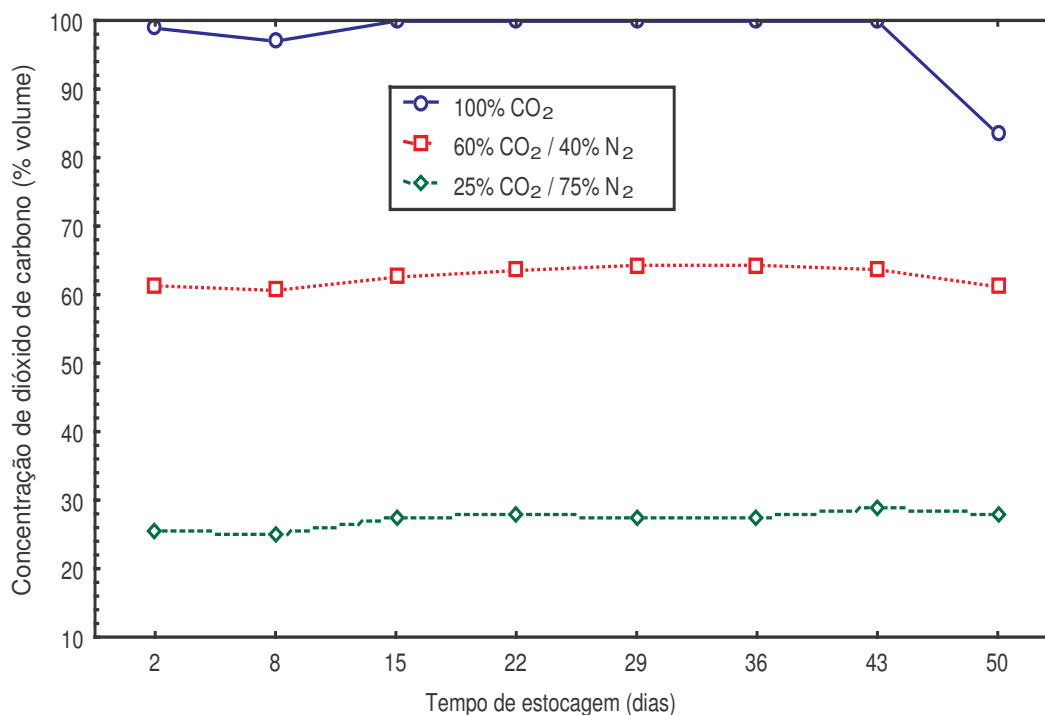


FIGURA 10. Concentração de dióxido de carbono do espaço-livre das embalagens de presunto cozido fatiado, com 100% CO₂, 60% CO₂ / 40% N₂ e 25% CO₂ / 75% N₂, durante estocagem a 4 ± 1°C.

A variação na composição da cor do presunto cozido fatiado expressos em luminosidade (L*), teor de vermelho (a*) e amarelo (b*) no sistema (CIE L*a*b*) estão ilustradas nas FIGURAS 11, 12 e 13, respectivamente. Os ANEXOS E, F e G apresentam os valores numéricos da respectiva composição da cor (L*a*b*).

No presente estudo, a média geral dos valores L* (± Estimativa do Desvio Padrão – EDP) (FIGURA 11) diminuiu de 62,78 ± 0,66 para 59,18 ± 1,87 durante o período de estocagem de 2 a 50 dias, com intervalos de tempos diferentes de acordo com o tratamento gasoso usado. Este fato ocorreu devido a uma interação significativa entre tratamento versus tempo de estocagem (p ≤ 0,05). Entretanto,

não houve efeito significativo para tempo de estocagem, como fator individual, permitindo que o tratamento gasoso fosse a causa principal na redução dos valores L^* . Os valores L^* para a coloração dos presuntos fatiados diferiram significativamente entre os tratamentos gasosos.

Os presuntos fatiados tornaram-se levemente mais escuros como indicou o decréscimo dos valores L^* com o aumento do período de estocagem nos tratamentos com 60% CO_2 / 40% N_2 , 25% CO_2 / 75% N_2 e a vácuo.

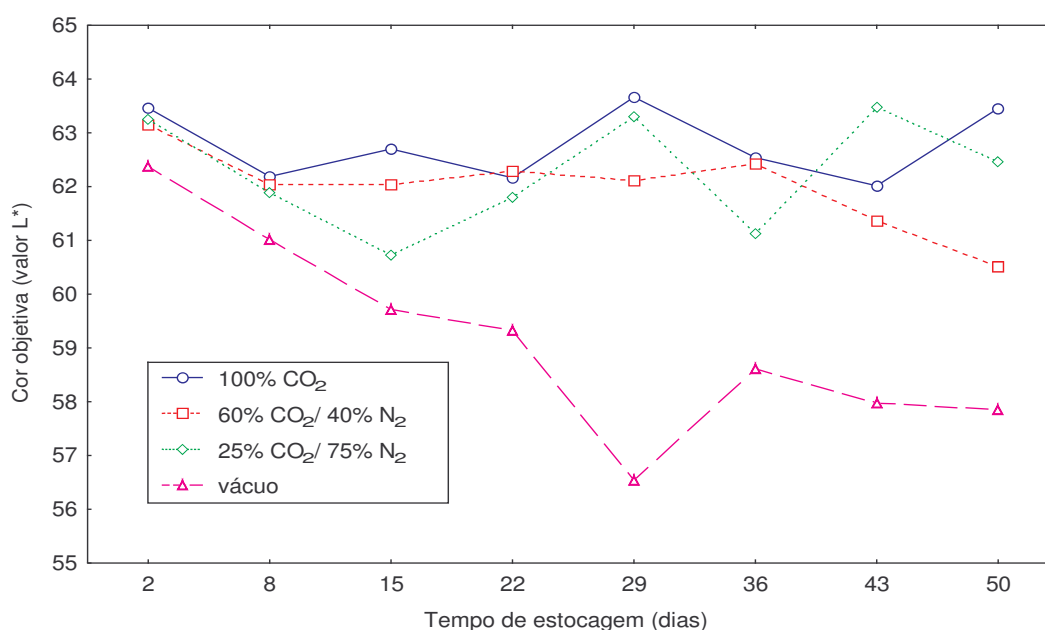


FIGURA 11. Variação da luminosidade (L^*) das amostras de presunto cozido fatiado, com 100% CO_2 , 60% CO_2 / 40% N_2 , 25% CO_2 / 75% N_2 e a vácuo, durante estocagem a $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

Os dados estatísticos dos valores de vermelho (a^*) dos presuntos fatiados (FIGURA 12) mostram significância entre os tratamentos gasosos (100% CO_2 , 60% CO_2 / 40% N_2 , 25% CO_2 / 75% N_2 e a vácuo).

Para o tratamento IV (a vácuo), um decréscimo inicial no valor a^* de 10,34 para 9,84 durante a 1ª semana indicou um clareamento significativo da coloração da superfície relativa à inicial, cor vermelha atrativa. Este fato pode ser um indicativo de que o produto foi exposto a fatores que impulsionaram os processos oxidativos no período entre o fatiamento e o acondicionamento (alta temperatura,

exposição à luz), os quais cessam quando todo o oxigênio é usado pelas substâncias redutoras do produto. A razão por que este fenômeno não é visto nos produtos embalados com AM, pode ser devido ao fato de que a concentração de oxigênio alcança o limite crítico para as mudanças oxidativas durante as 10 horas anteriores a estocagem refrigerada no escuro.

A intensidade da cor vermelha (valores a^*) do presunto aumentou nos tratamentos com 60% CO_2 / 40% N_2 , 25% CO_2 / 75% N_2 e a vácuo. Após 22 dias de estocagem a vácuo (tratamento IV), o presunto cozido fatiado tinha valores a^* maiores do que os presuntos estocados em AM.

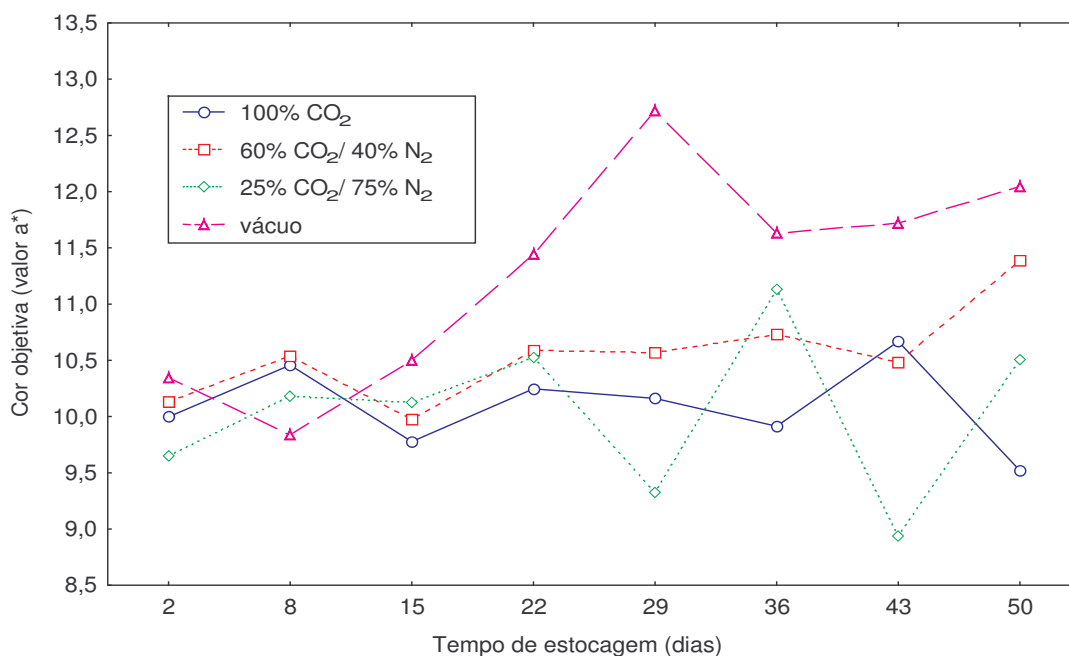


FIGURA 12. Variação da cor vermelha (a^*) das amostras de presunto cozido fatiado, com 100% CO_2 , 60% CO_2 / 40% N_2 , 25% CO_2 / 75% N_2 e a vácuo, durante estocagem a $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

A variação da cor amarela (b^*) das amostras de presunto cozido fatiado (FIGURA 13) mostrou um aumento até o 15º dia de estocagem para todos os tratamentos. A partir deste período, os valores de b^* começaram a decrescer.

A média geral dos valores b^* aumentou de $4,39 \pm 0,47$ para $4,61 \pm 0,58$ durante o período de estocagem de 2 a 50 dias sob uma interação significativa entre tratamento versus tempo de estocagem e isto foi causado por valores b^*

maiores dos presuntos estocados sob 100% CO₂ (média = 5,08) enquanto os presuntos estocados sob 60% CO₂, 25% CO₂ e a vácuo tiveram valores menores (60% CO₂, b* = 4,96; 25% CO₂, b* = 4,84; vácuo, b* = 4,82). Aqui, não houve efeito significativo para tratamento gasoso como fator individual. Tais variações pequenas são improváveis de ser percebidas por olho humano, mas são indicativas de um possível efeito na superfície causado por CO₂.

A técnica de embalagem com AM mostrou ser eficiente na prevenção da descoloração do presunto fatiado e, conseqüentemente, melhorou a estabilidade da cor durante a estocagem. Um método descrito anteriormente usando vácuo (ANDERSEN *et al.*, 1988) requer embalagem em um material plástico com baixa taxa de transmissão de oxigênio, um nível alto de vácuo inicial e estocagem sob refrigeração no escuro por 4 dias para reduzir o oxigênio residual no produto abaixo do limite crítico. No presente estudo, o dióxido de carbono não somente substituiu o oxigênio presente nas embalagens, mas diluiu o oxigênio residual abaixo do limite crítico para a fotooxidação ser significativa, portanto, forneceu um método de embalagem melhor.

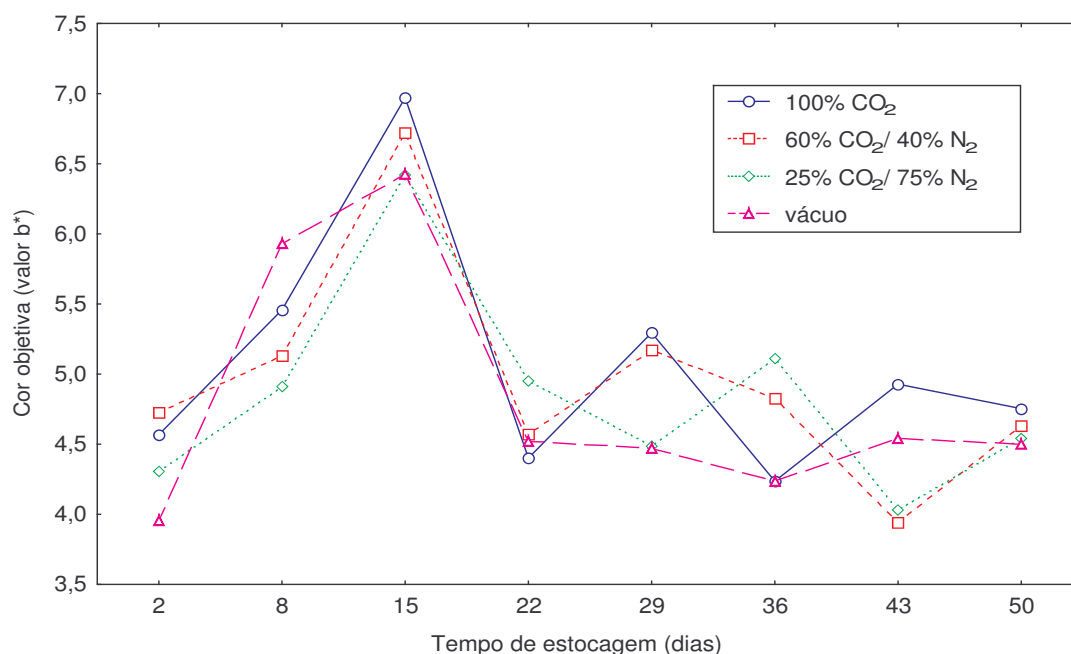


FIGURA 13. Variação da cor amarela (b*) das amostras de presunto cozido fatiado, com 100% CO₂, 60% CO₂/ 40% N₂, 25% CO₂/ 75% N₂ e a vácuo, durante estocagem a 4 ± 1°C.

Os valores médios de pH do presunto cozido fatiado acondicionado em “master pack” injetados com 100% CO₂, 60% CO₂/ 40% N₂, 25% CO₂/ 75% N₂ e a vácuo são ilustrados na FIGURA 14. O ANEXO H contém os valores numéricos do pH.

O presunto fatiado no tratamento I manteve um pH médio (\pm Estimativa do Desvio Padrão – EDP) de $5,90 \pm 0,20$, no tratamento II de $5,99 \pm 0,16$, no tratamento III de $6,01 \pm 0,24$ e no tratamento IV de $6,07 \pm 0,22$. Um exame mais detalhado da ANOVA revelou que o tratamento e o período de estocagem como fatores individuais tiveram efeito significativo sobre o pH, assim como a interação tratamento versus período de estocagem.

De maneira geral houve uma tendência dos valores médios de pH dos tratamentos com AM manterem-se mais baixos em relação às amostras controle (a vácuo) principalmente aqueles com 100% CO₂.

Essa redução do pH não compromete o aspecto sensorial do presunto fatiado e pode ser interessante do ponto de vista microbiológico, pois pode retardar o desenvolvimento da microbiota deteriorante.

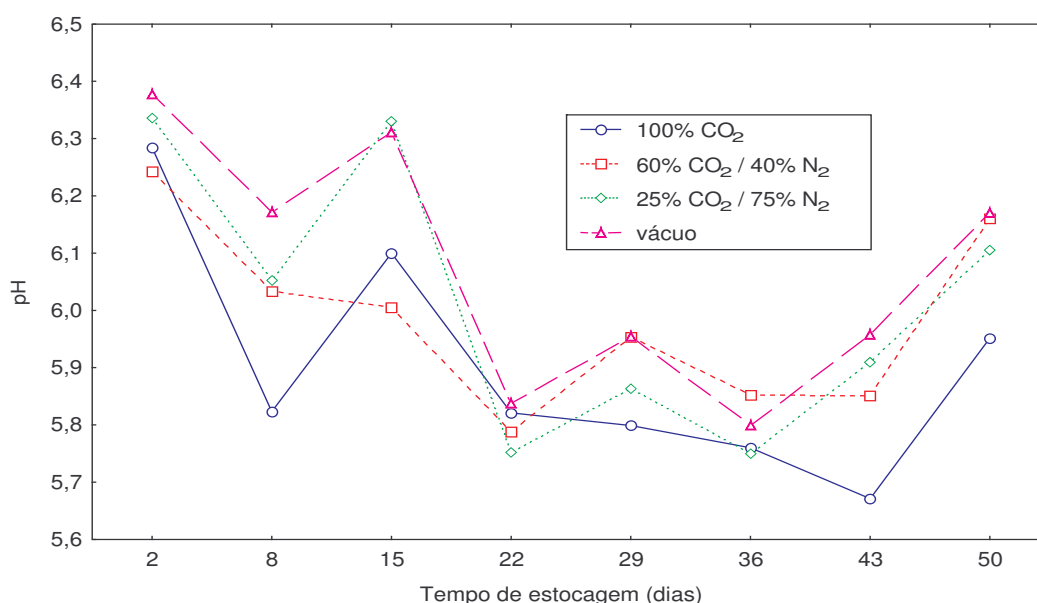


FIGURA 14. Resultados médios das análises de pH do presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO₂, 60% CO₂/ 40% N₂, 25% CO₂/ 75% N₂ e a vácuo, durante estocagem a $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

As curvas de crescimento de enterobactérias, bactérias psicrotróficas aeróbias, bactérias lácticas e *Pseudomonas* são ilustradas nas FIGURAS 15, 16, 17 e 18 respectivamente. O ANEXO I contém os valores dessas contagens.

As contagens de enterobactérias (FIGURA 15) permaneceram abaixo de 2 log UFC/g nas embalagens com gás durante a estocagem (tratamentos com 100% CO₂, 60% CO₂ / 40% N₂ e 25% CO₂ / 75% N₂). Entretanto, nas embalagens a vácuo (tratamento IV) as contagens aumentaram por todo o período de estocagem alcançando 5,8 log UFC/g na 5ª semana.

Os presuntos acondicionados em 100% CO₂, 60% CO₂ / 40% N₂, 25% CO₂ / 75% N₂ e a vácuo apresentaram contagens iniciais de enterobactérias de < 1 log UFC/g, 1,2 log UFC/g, 1,7 log UFC/g e 2,1 log UFC/g, respectivamente. Os presuntos estocados a vácuo atingiram contagens finais de enterobactérias próximas de 5,9 log UFC/g após 43 dias de estocagem, ao passo que contagens de enterobactérias não foram observadas a partir do 8º dia de estocagem para os presuntos sob AM.

Os resultados evidenciam de maneira clara que o uso de sistemas “master packs” com atmosferas modificadas testados são eficientes para reduzir a velocidade com que as enterobactérias proliferam-se.

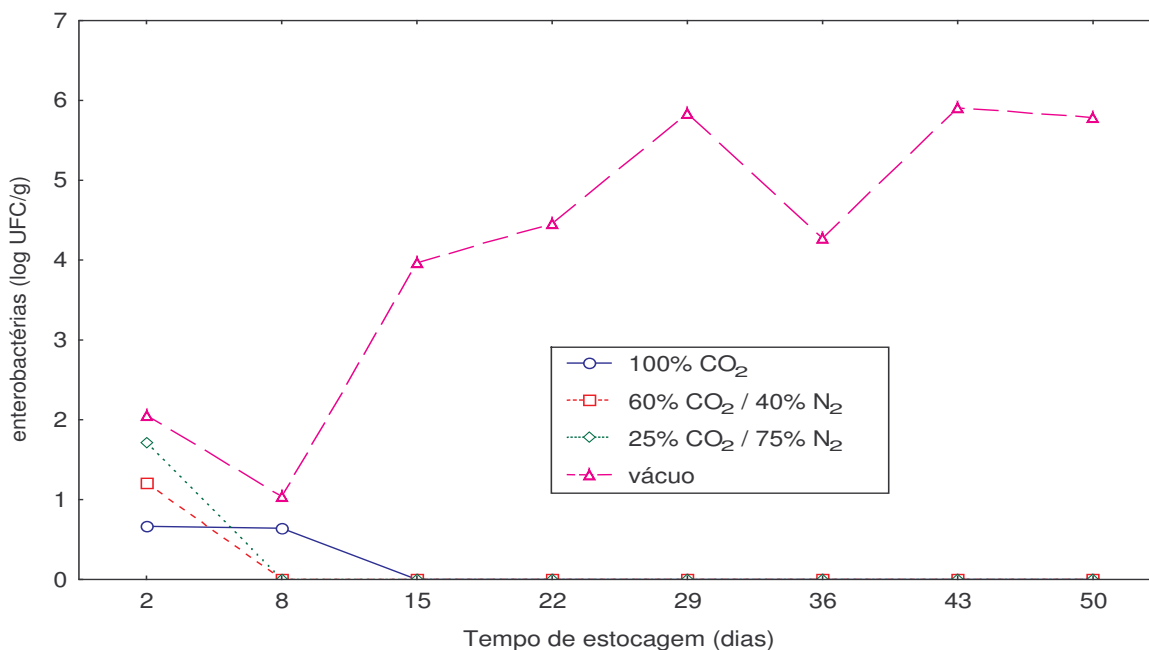


FIGURA 15. Curvas de crescimento de enterobactérias, em presunto cozido fatiado, durante estocagem a $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

A partir das curvas de crescimento de bactérias psicrotróficas aeróbias (FIGURA 16) verificou-se contagens iniciais de 2,2 log UFC/g, 2,4 log UFC/g, 2,4 log UFC/g e 2,5 log UFC/g, respectivamente para os tratamentos I, II, III e IV. Nos três tratamentos em que o presunto foi embalado com atmosfera gasosa, não foram detectadas contagens deste grupo de microrganismos no 8º dia de estocagem. Com relação aos presuntos embalados com 100% CO₂ e 60% CO₂ / 40% N₂, a partir do 8º dia a contagem de psicrotróficas começou a crescer atingindo, respectivamente, 3,8 log UFC/g e 4,5 log UFC/g no 15º dia de estocagem. No entanto, estas se reduziram novamente no 22º dia de estocagem quando então não puderam mais ser detectadas. Após 22 dias, as contagens de bactérias psicrotróficas dos presuntos embalados com 100% CO₂ e 60% CO₂ / 40% N₂ continuaram a crescer. Já para o presunto embalado com 25% CO₂ / 75% N₂ foi verificado um aumento das contagens de psicrotróficas entre o 15º e 43º dias de estocagem, quando então as contagens apresentadas foram de 7,3 log UFC/g, reduzindo-se cerca de 0,5 ciclo log no 50º dia. Esses resultados evidenciam que o início de crescimento foi retardado, quando a atmosfera no interior da embalagem apresentou maiores concentrações de CO₂. Em relação às contagens de bactérias psicrotróficas para os presuntos embalados a vácuo, observou-se que estas foram consideravelmente maiores do que para os presuntos embalados com gás. Após oito dias, constatou-se que o tratamento a vácuo resultou quase cinco ciclos logarítmicos a mais do que dos presuntos embalados com gás. Estes últimos atingiram populações máximas de 6 log UFC/g após 29 dias de estocagem enquanto com o tratamento IV esse fato ocorreu uma semana antes, ou seja, após 22 dias de estocagem. Fica comprovado que em ambientes gasosos com altos níveis de dióxido de carbono ocorre uma relação proporcional entre a quantidade de CO₂ presente e a eficiência do efeito inibitório sobre o desenvolvimento das bactérias deterioradoras psicrotróficas, mesmo quando as contagens psicrotróficas iniciais são maiores para os produtos embalados com uma concentração maior de CO₂. Estes resultados parecem estar relacionados com a interferência do CO₂ no metabolismo celular dos microrganismos e do seu efeito inibitório sobre as reações enzimáticas (KING *et al.*, 1975).

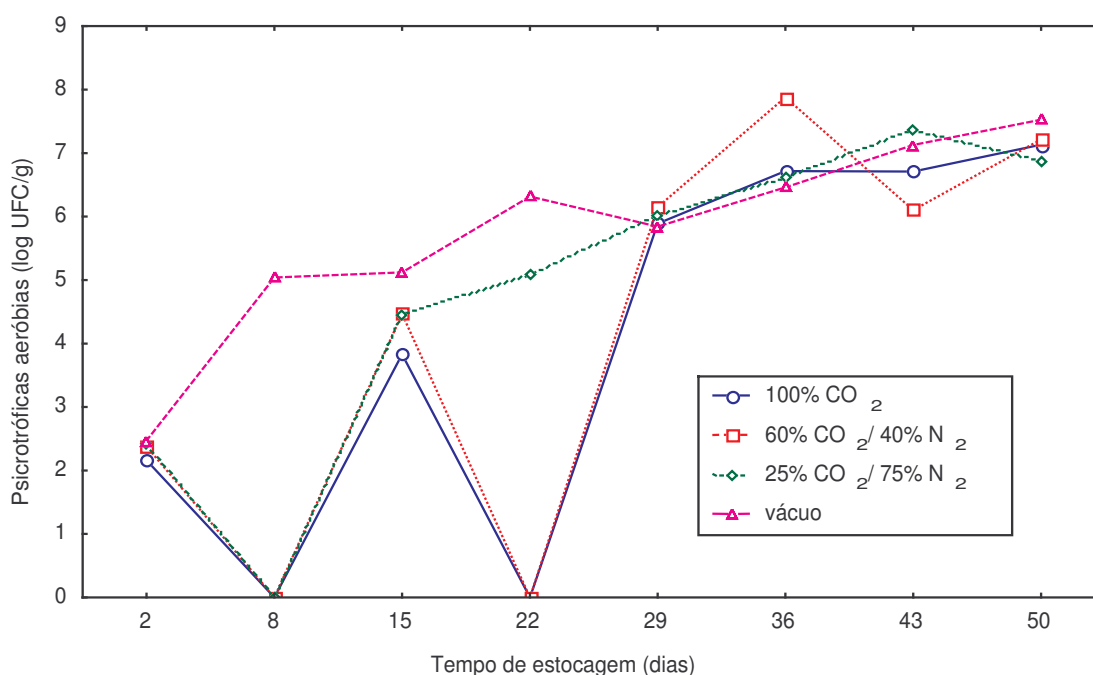


FIGURA 16. Curvas de crescimento de bactérias psicrotróficas aeróbias, em presunto cozido fatiado, durante estocagem a $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

As análises das amostras no início da estocagem revelaram que os números iniciais de bactérias lácticas (FIGURA 17) foram $< 3 \log \text{UFC/g}$, sendo que dois tratamentos (100% CO₂ e 25% CO₂ / 75% N₂) continham $< 2 \log \text{UFC/g}$. No início da estocagem, as bactérias lácticas estavam abaixo do limite de detecção em todos os tratamentos e aumentaram constantemente tanto nos tratamentos contendo CO₂, assim como a vácuo. As bactérias lácticas dos presuntos embalados em 100% CO₂ (tratamento I), 60% CO₂ / 40% N₂ (tratamento II) e 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamento III) aumentaram lentamente durante os primeiros 8 dias, mas depois disso uma fase de crescimento exponencial se seguiu.

A partir das curvas de crescimento de bactérias lácticas verificou-se aumento do número dessas bactérias no presunto cozido em atmosfera 60% CO₂ / 40% N₂, a partir do 8º dia até o 36º dia de estocagem, quando as contagens se estabilizaram em níveis de 6,9 log UFC/g.

As bactérias lácticas aumentaram significativamente em todos os tratamentos durante o período de 50 dias de estocagem e não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos e entre a interação tratamento versus

tempo de estocagem.

As bactérias lácticas alcançaram populações máximas de 6 log UFC/g nos tratamentos com 100% CO₂ e 25% CO₂/ 75% N₂ após 29 dias de estocagem e no tratamento a vácuo após 36 dias de estocagem, já o tratamento com 60% CO₂ / 40% N₂ alcançou populações máximas de 7 log UFC/g após 36 dias de estocagem.

O CO₂ é usado na embalagem com AM para retardar o crescimento microbiológico por meio do aumento da lag fase e do tempo de geração (DANIELS *et al.*, 1985). Vários pesquisadores constataram que 100% CO₂ não exerce um efeito inibitório sobre as bactérias lácticas (BLICKSTAD & MOLIN, 1983; ROUSSET & RENERRE, 1991). Os resultados também indicaram que a atmosfera da embalagem não apresentou efeito significativo sobre o crescimento das bactérias lácticas no período de estocagem.

Usando uma escolha arbitrária mas em um nível preservativo de 10⁶ bactérias/g para representar deterioração iminente ou definitiva sob condições experimentais (ENFORS *et al.*, 1979; STILES, 1991; RENERRE *et al.*, 1993) uma interpretação relativamente clara dos dados é possível. Entretanto, em carnes estocadas anaerobicamente, um nível de 10⁶ bactérias lácticas/g não correlaciona 100% com deterioração, e normalmente grandes números destes microrganismos podem estar presentes sem deterioração evidente. Contudo, tal nível de enterobactérias e psicotróficas aeróbias indicariam rejeição pelo consumidor (ENFORS *et al.*, 1979; NEWTON *et al.*, 1979; GILL, 1986; STILES, 1991; RENERRE *et al.*, 1993).

A extensão da vida útil pelo CO₂ resulta da sua seleção a favor das bactérias lácticas que produzem menos produtos finais metabólicos ofensivos do que as entéricas potencialmente putrefativas (GILL, 1986; DIXON *et al.*, 1989; MCMULLEN *et al.*, 1991).

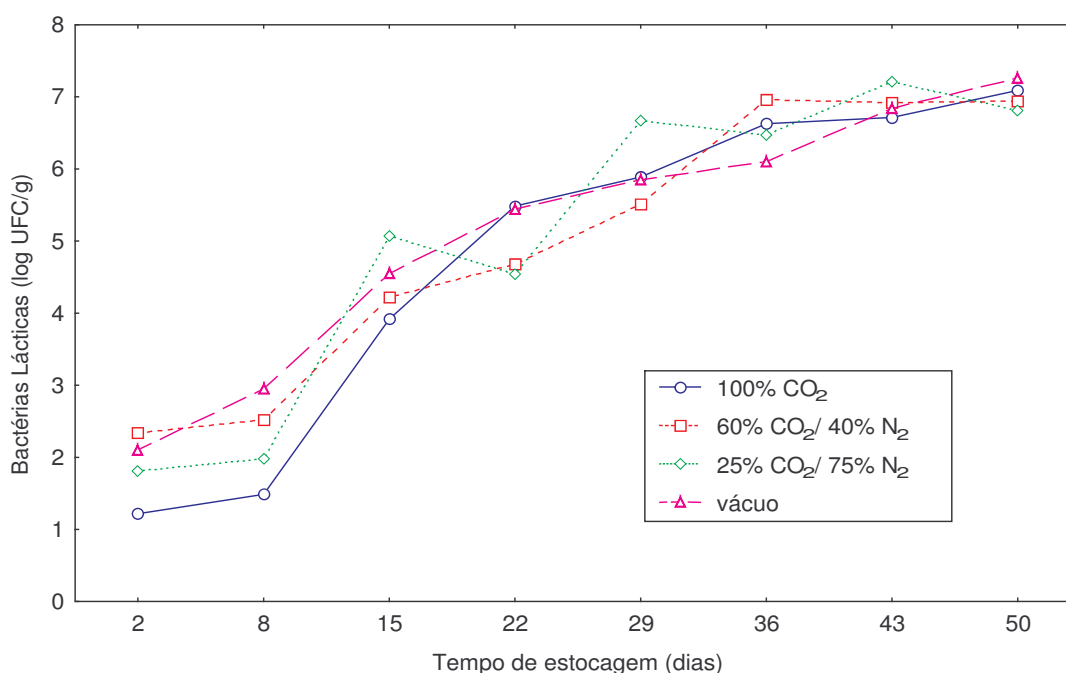


FIGURA 17. Curvas de crescimento de bactérias lácticas, em presunto cozido fatiado, durante estocagem a $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

As análises das amostras no início da estocagem revelaram que os números iniciais de *Pseudomonas* sp. (FIGURA 18) foram < 2 log UFC/g para os tratamentos com 100% CO₂ (tratamento I), 60% CO₂ / 40% N₂ (tratamento II) e 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamento III) e a vácuo (tratamento IV) apresentou entre 2 e 3 log UFC/g.

Pseudomonas sp. alcançou populações máximas de 6,1 log UFC/g no presunto fatiado embalado a vácuo (tratamento IV) após 50 dias de estocagem. O presunto fatiado embalado sob 60% CO₂ / 40% N₂ (tratamento II) atingiu um máximo de contagens de *Pseudomonas* sp. de aproximadamente 4,7 log UFC/g após 50 dias de estocagem, já o presunto fatiado embalado sob 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamento III) resultou um máximo de contagens de *Pseudomonas* sp. de aproximadamente 5,0 log UFC/g após 50 dias de estocagem. *Pseudomonas* sp. foram detectadas apenas no início da estocagem (1,4 log UFC/g) no presunto fatiado embalado sob 100% CO₂ (tratamento I).

Estes resultados estão de acordo com as conclusões de que o crescimento de lactobacilos parece não ser afetado pelo CO₂, enquanto *Pseudomonas* sp. são inibidas (FARBER, 1991).

Finalmente, deve-se ressaltar que, como nos três sistemas de embalagem com AM, o residual de O₂ verificado alguns dias após o acondicionamento foi semelhante (0,1 – 0,8%), um dos fatores que possa ter inibido o desenvolvimento de *Pseudomonas* sp. foi a presença de CO₂. No produto em atmosferas 60% CO₂ / 40% N₂ e 25% CO₂ / 75% N₂, o efeito do CO₂ foi menor que no produto em atmosfera 100% CO₂.

Esses resultados estão em concordância com a literatura pois é conhecido que o efeito do CO₂ é um fenômeno complexo que não depende apenas do tipo de microrganismo presente, mas também da concentração do CO₂, atividade de água do produto, pH, temperatura, número e idade dos microrganismos presentes, entre outros (DAY, 1992; MAPAX, s. d.).

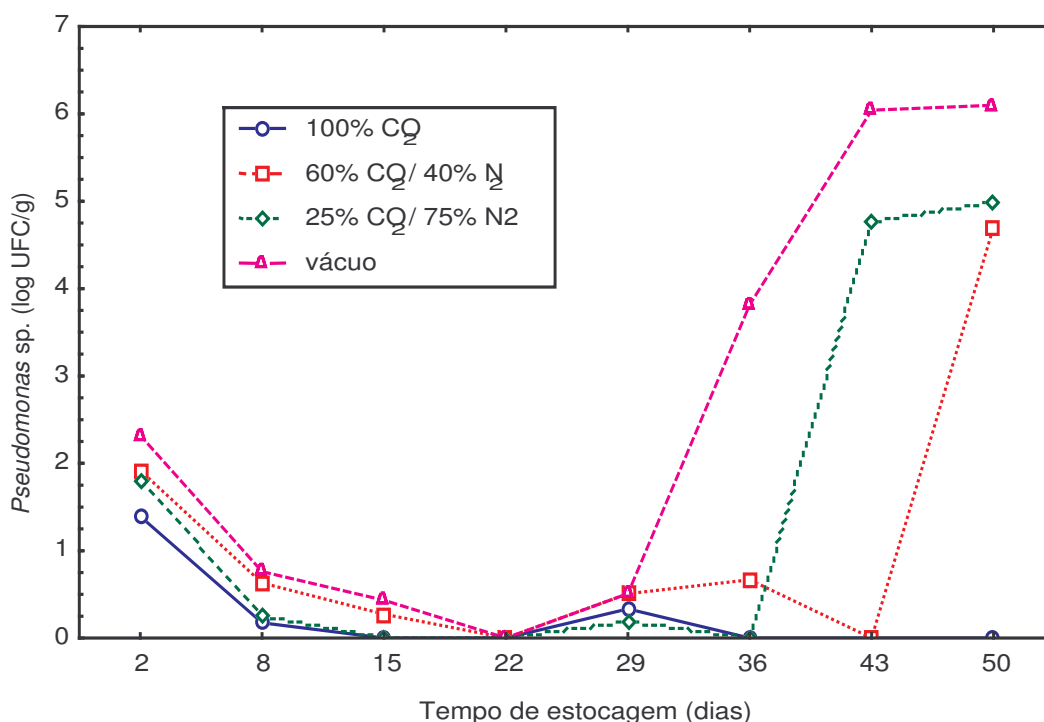


FIGURA 18. Curvas de crescimento de *Pseudomonas* sp., em presunto cozido fatiado, durante estocagem a $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Estudos da estabilidade de presuntos em embalagens com atmosfera modificada citados na literatura (ANJANEYULU *et al.*, 1986; AHVENAINEN *et al.*, 1989; BOEREMA *et al.*, 1993; PAPA *et al.*, 1995; MOLLER *et al.*, 2000) também comprovam a eficiência desse sistema de acondicionamento, principalmente pela

ação do CO₂, para inibir ou retardar o desenvolvimento microbiológico, prolongando a vida útil dos presuntos.

SHERIDAN *et al.* (1997) descreveram um exemplo de deterioração em carne de cordeiro embalada com 100% CO₂ e estocada a 5°C. A carne apresentou um elevado crescimento de bactérias lácticas e baixo crescimento de outros microrganismos, similar aos resultados do nosso estudo sobre presunto cozido fatiado embalado em AM e com até 1% O₂ residual a 4°C. Entretanto, outros estudos têm mostrado que concentrações maiores de O₂ residual podem estimular o crescimento das bactérias deteriorantes *B. thermosphacta* e *Pseudomonas* sp. SORHEIM *et al.* (1995) constataram um encurtamento na vida útil microbiológica dos lombos suínos de seis para quatro semanas a 4°C, quando a atmosfera com CO₂ continha 4% em vez de 0% O₂, possivelmente devido ao crescimento de *B. thermosphacta*. Níveis de O₂ residual de 2 a 3% também resultaram em um aumento de *Pseudomonas* sp. e *B. thermosphacta* nos suínos durante quatro semanas de estocagem em uma mistura de 40% CO₂ em N₂ a 4,4°C (MCMULLEN & STILES, 1991). Baseados nestes estudos, parece que as concentrações de O₂ nas embalagens com AMs tem que ser 2% ou mais para aumentar o crescimento das bactérias deteriorantes nos suínos. Entretanto, uma maior concentração de CO₂ na AM também interagirá com o nível de O₂ e influenciará o crescimento microbiológico.

Mesmo que as AMs tenham um efeito maior no prolongamento da vida útil dos produtos cárneos, deveria ser enfatizado que somente a injeção das diferentes misturas gasosas não garantirá resultados satisfatórios. Apenas uma combinação de CO₂, estocagem a baixas temperaturas e condições higiênicas adequadas podem assegurar uma extensão na vida útil significativa e segura (HERMANSEN, 1983). Dentro deste contexto, a qualidade higiênico-sanitária inicial do produto antes de ser embalado é obviamente de extrema importância. Neste estudo, a contagem de enterobactérias foi utilizada para avaliar esta característica crítica do produto.

SILLA & SIMONSEN (1985) concluíram que para presunto cozido o uso de uma AM (100% N₂ ou 20% CO₂ + 80% N₂) não oferece vantagem sobre a embalagem a vácuo, qualquer que seja a contagem microbiana inicial e a composição da microbiota existente. A única vantagem relevante que eles

encontraram para um produto embalado com AM foi a fácil separação dos fatiados. Entretanto, não foram fornecidas informações sobre o tipo de vácuo (vácuo normal como neste estudo ou alto vácuo ou embalagem skin), os valores da permeabilidade gasosa dos materiais das embalagens, os volumes do espaço-livre, a concentração de oxigênio residual e a concentração de dióxido de carbono nas embalagens com gás após acondicionamento e durante a estocagem. Nas embalagens a vácuo, o oxigênio que penetra através dos materiais da embalagem está imediatamente em contato com as superfícies dos produtos e promove o crescimento dos microrganismos aeróbios. Além disso, de acordo com KORKEALA & LINDROTH (1987) o crescimento microbiológico nos produtos cárneos cozidos embalados a vácuo, ocorre em sua maioria na camada superficial, não na porção central dos produtos.

Em adição, devido ao ar residual do espaço-livre, a composição gasosa inicial nas embalagens a vácuo é mais semelhante a uma atmosfera normal do que nas embalagens com gás, e conseqüentemente, a microbiota deteriorante aeróbia iniciará provavelmente a multiplicação. Nas embalagens com gás a concentração de oxigênio residual é abaixo de 1% (v/v), e adicionando dióxido de carbono inibirá efetivamente o crescimento. Neste trabalho, a composição gasosa das embalagens a vácuo não foi determinada. De acordo com KORKEALA *et al.* (1987), a concentração de dióxido de carbono nas embalagens a vácuo dos produtos cárneos é muito baixa no início da estocagem e somente começa a crescer após a contagem de lactobacilos ter excedido $6,4 \times 10^6$ UFC/g.

O treinamento e a seleção dos julgadores da avaliação sensorial são apresentados no ANEXO J.

Os resultados da avaliação sensorial do presunto cozido fatiado durante o estudo de estabilidade, são ilustrados nas FIGURAS 19 a 27. O ANEXO K contém as tabelas estatísticas dessas avaliações.

A avaliação de cor característica do presunto cozido fatiado durante um período de 50 dias estocado a $4 \pm 1^\circ\text{C}$ (FIGURA 19) mostrou a perda da cor característica do presunto fresco em 100% CO_2 (tratamento I), a qual foi significativamente maior que do produto-controle a vácuo (tratamento IV) no 8º dia de estocagem. A partir do 15º dia até o 29º dia de estocagem o tratamento I não diferiu significativamente do tratamento IV, no 36º dia diferiu significativamente e

nos dois últimos períodos de análise não houve diferença significativa entre o tratamento I e o tratamento IV.

Nos presuntos fatiados em atmosfera com 60% CO₂ / 40% N₂ (tratamento II), a perda da cor característica foi mais lenta ao longo da estocagem, sendo observada uma diferença significativa tratamento IV no 22º dia e a partir do 43º dia de estocagem.

Durante o período estudado, a perda da cor característica do presunto fresco em atmosfera com 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamento III) não diferiu da observada no tratamento IV.

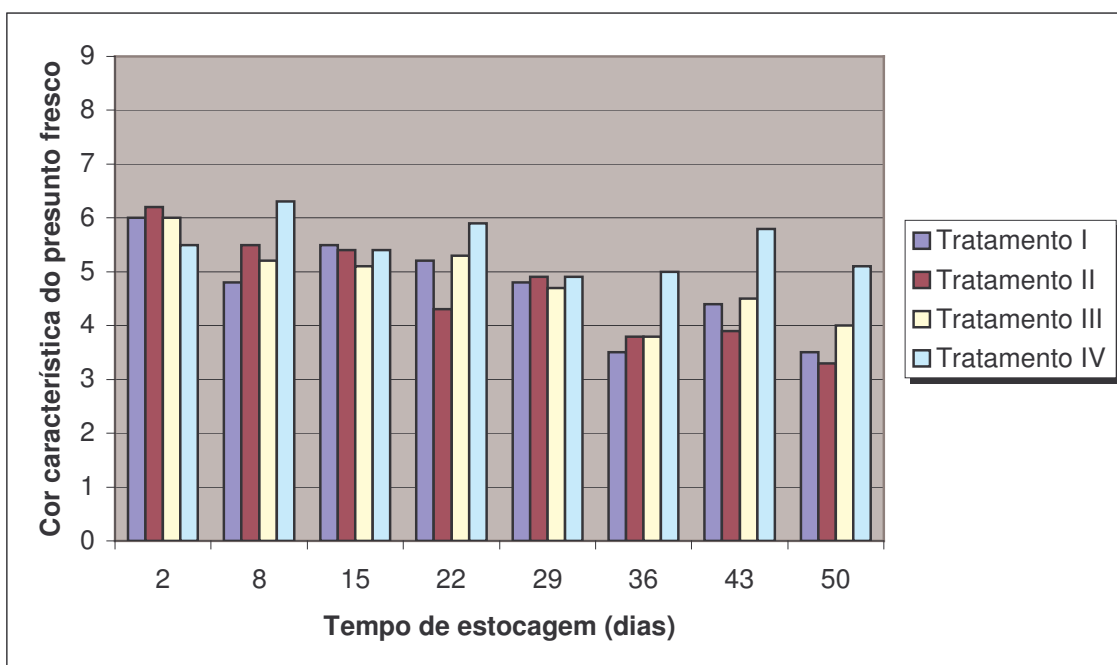


FIGURA 19. Avaliação de cor característica do presunto cozido fatiado durante um período de 50 dias estocado a temperatura de $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

A avaliação de cor marrom acinzentado do presunto cozido fatiado durante um período de 50 dias estocado a $4 \pm 1^\circ\text{C}$ (FIGURA 20) evidenciou que a partir de 8 dias de estocagem, o desenvolvimento da cor marrom acinzentado no presunto cozido fatiado sob vácuo (tratamento IV) começou a ser significativamente maior que nas outras três atmosferas com 100% CO₂, 60% CO₂ / 40% N₂ e 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamentos I, II e III, respectivamente).

TAYLOR & MCDUGALL (1973) concluíram que reações de coloração

indesejáveis (por exemplo, cor marrom acinzentado) aparecem quando altas concentrações de dióxido de carbono (CO₂) são usadas (embora provavelmente sejam causadas por baixos níveis de O₂ nas embalagens).

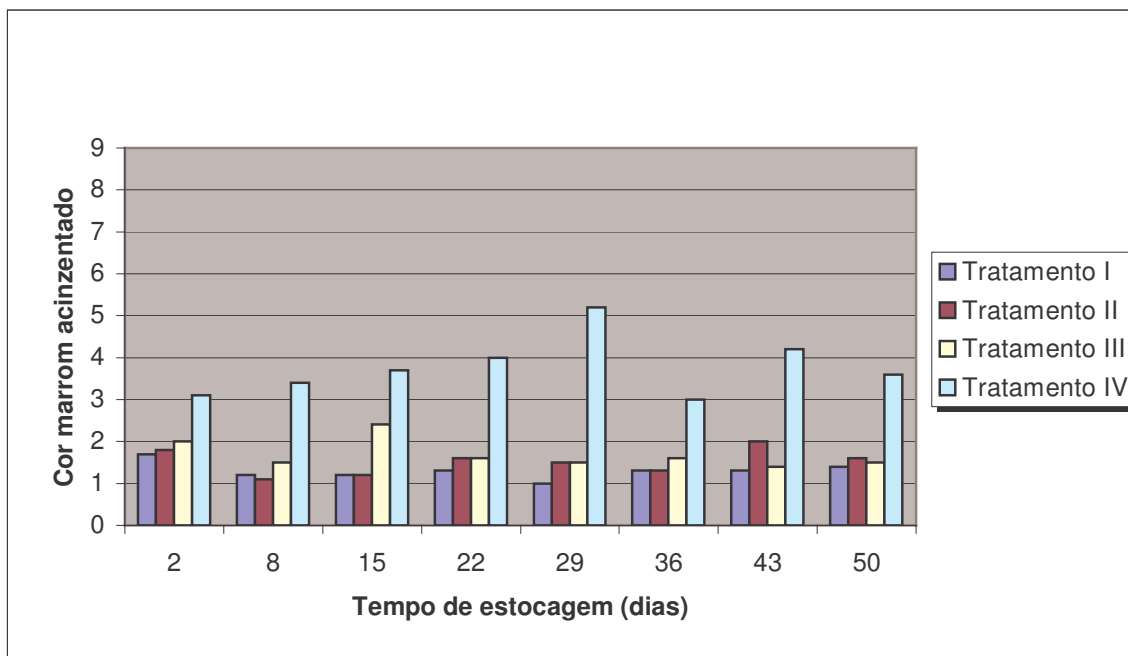


FIGURA 20. Avaliação de cor marrom acinzentado em presunto cozido fatiado, durante um período de 50 dias estocado a temperatura de $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

A FIGURA 21 ilustra que o aparecimento do líquido exsudado no produto-controlado a vácuo (tratamento IV) começou a ser significativamente maior que nas outras três atmosferas com 100% CO₂, 60% CO₂ / 40% N₂ e 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamentos I, II e III, respectivamente) já a partir do 2º dia (inicial) de estocagem e atingiu o valor médio da escala (4,5 pontos = aparência de líquido exsudado moderada) entre 22 e 36 dias de estocagem.

O nitrogênio reduz a quantidade de líquido exsudado como uma consequência do aumento da capacidade de retenção de água (SEIDEMANN *et al.*, 1979; SEIDEMANN *et al.*, 1979; SIMARD *et al.*, 1985).

AHVAINEN (1989) constatou que concentrações de CO₂ maiores que 30% causam liberação excessiva de líquido exsudado do presunto fatiado.

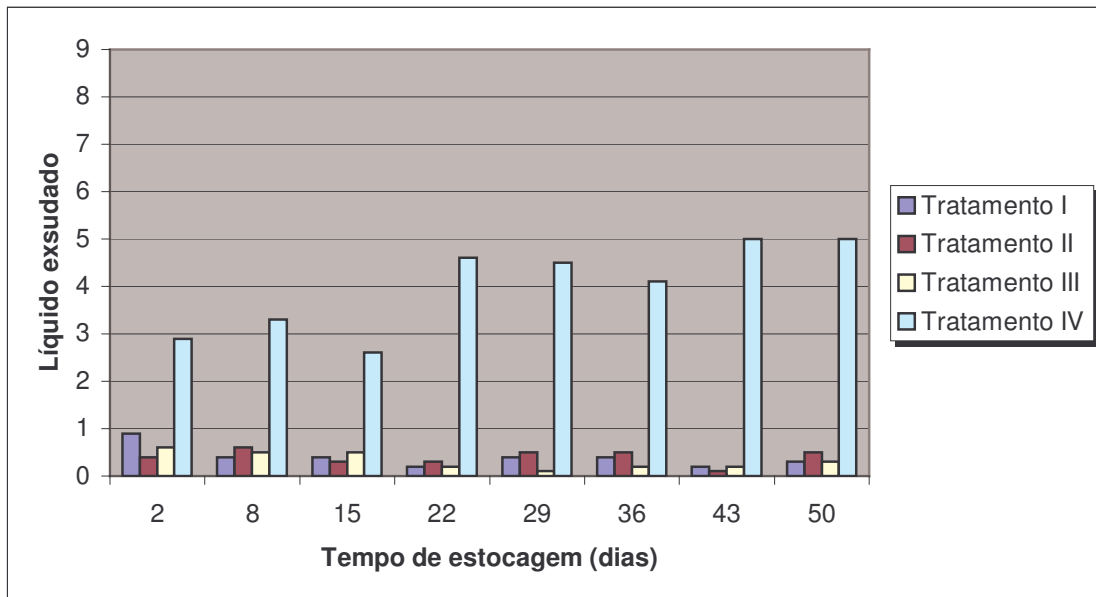


FIGURA 21. Avaliação do líquido exsudado em presunto cozido fatiado, durante um período de 50 dias estocado a temperatura de $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

A avaliação do odor característico do presunto cozido fatiado (FIGURA 22) evidenciou uma perda significativa dessa característica no produto-controle a vácuo (tratamento IV) em relação aos tratamentos I (100% CO_2) e II (60% CO_2 / 40% N_2) a partir de 15 dias de estocagem e atingiu o valor médio da escala (4,5 pontos = odor característico moderado) entre 8 e 15 dias de estocagem.

A partir de 15 dias de estocagem, a perda do odor característico no produto-controle começou a ser significativamente maior que no produto em atmosfera com 25% CO_2 / 75% N_2 (tratamento III). A partir de 43 dias de estocagem não houve diferença significativa quanto a este atributo entre os presuntos dos tratamentos III e IV.

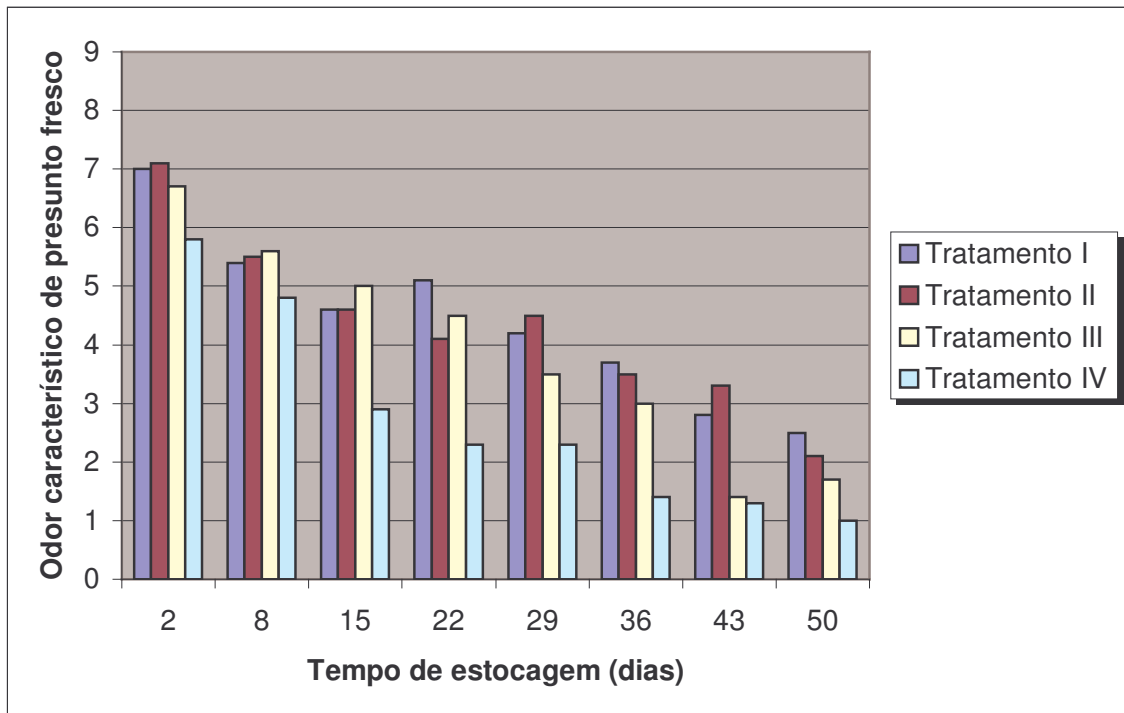


FIGURA 22. Avaliação do odor característico do presunto cozido fatiado durante um período de 50 dias estocado a temperatura de $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

O desenvolvimento do odor ácido (FIGURA 23) no produto-controle a vácuo (tratamento IV) foi significativamente maior que do produto em 100% CO_2 (tratamento I) a partir de 15 dias de estocagem.

Nos presuntos fatiados em atmosfera com 60% CO_2 / 40% N_2 (tratamento II) foi observada uma diferença significativa do produto-controle após 15 dias de estocagem, sendo que no último período de análise não houve diferença significativa entre os tratamentos II, III e IV.

O desenvolvimento do odor ácido no produto-controle foi significativamente maior que do produto em 25% CO_2 / 75% N_2 (tratamento III) no período entre 15 e 36 dias de estocagem. A partir de 22 dias de estocagem o produto em 25% CO_2 / 75% N_2 começou também a diferir significativamente do tratamento II e atingiu o meio da escala deste atributo entre 43 e 50 dias de estocagem.

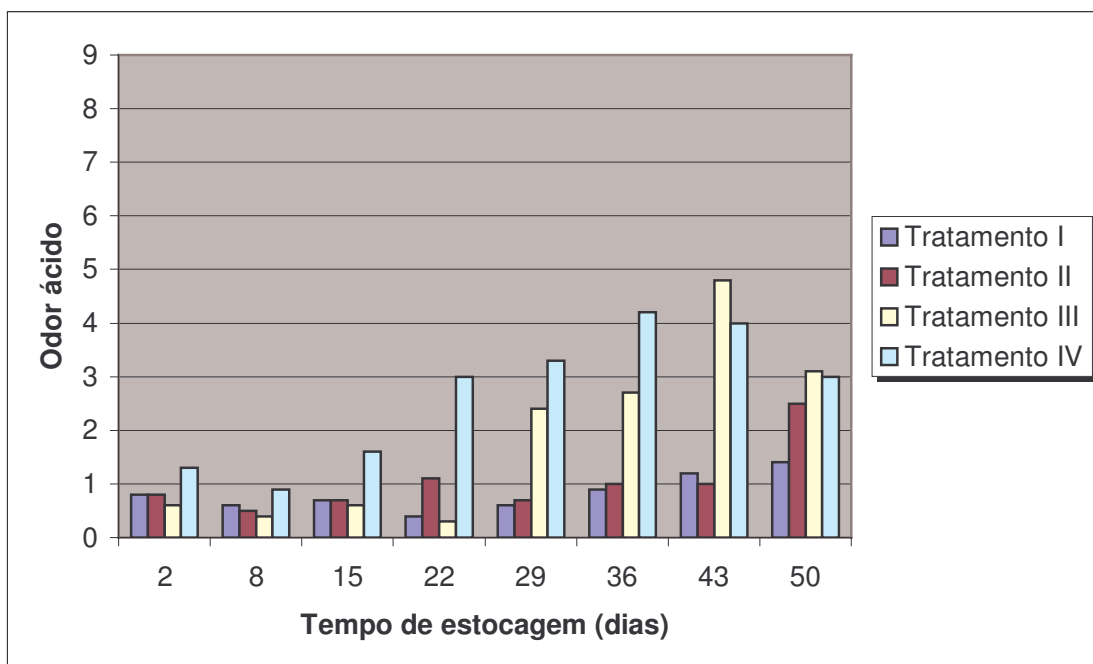


FIGURA 23. Avaliação do odor ácido em presunto cozido fatiado, durante um período de 50 dias estocado a temperatura de $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

O desenvolvimento do odor azedo (FIGURA 24) no produto-controlado a vácuo (tratamento IV) foi significativamente maior que do produto em 100% CO_2 (tratamento I) a partir de 15 dias de estocagem.

No presunto fatiado em 60% CO_2 / 40% N_2 (tratamento II) o desenvolvimento do odor azedo foi semelhante ao do presunto em 100% CO_2 durante toda a estocagem.

A partir do 29º dia o odor azedo do produto em 25% CO_2 / 75% N_2 (tratamento III) também diferiu dos tratamentos I e II. No último período de análise não houve diferença significativa entre os tratamentos II, III e IV.

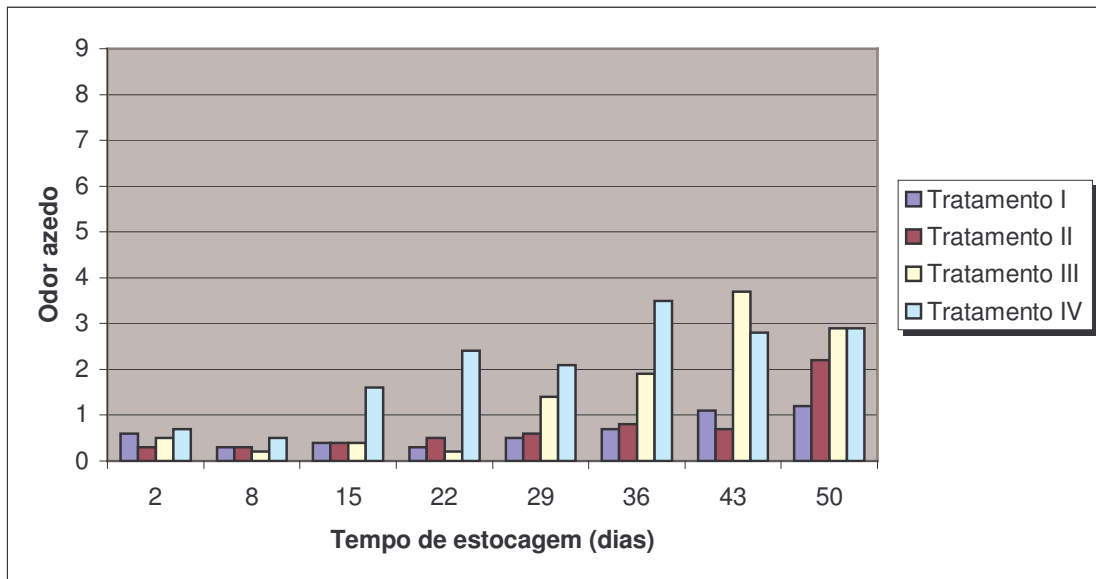


FIGURA 24. Avaliação do odor azedo em presunto cozido fatiado, durante um período de 50 dias estocado a temperatura de $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

A avaliação do odor adocicado (frutal) (FIGURA 25) no presunto fatiado em 100% CO_2 (tratamento I), 60% CO_2 / 40% N_2 (tratamento II) e 25% CO_2 / 75% N_2 (tratamento III) foi semelhante à do produto-controle a vácuo (tratamento IV) durante toda a estocagem, ou seja, não houve diferença significativa. Apenas aos 22 dias de estocagem o odor adocicado do produto em 25% CO_2 / 75% N_2 diferiu do produto-controle.

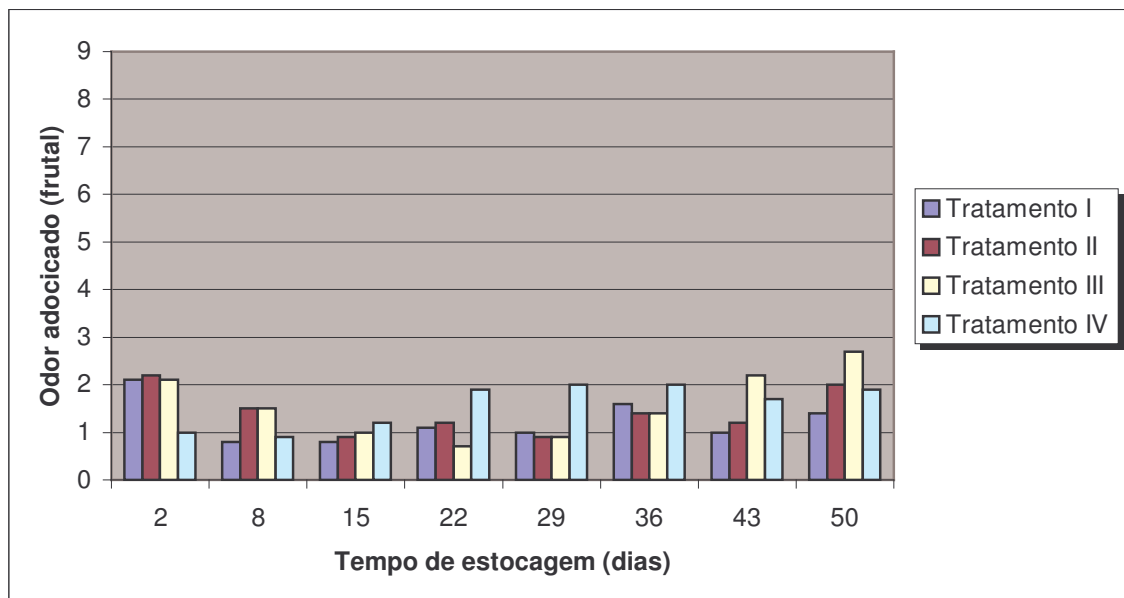


FIGURA 25. Avaliação do odor adocicado (frutal) em presunto cozido fatiado, durante um período de 50 dias estocado a temperatura de $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

O desenvolvimento do odor de ranço (FIGURA 26) no produto-controle a vácuo (tratamento IV) começou a ser significativamente maior que o observado em 100% CO₂ (tratamento I) a partir de 22 dias de estocagem. Nos dois últimos períodos de análise não houve diferença significativa entre os tratamentos I e IV.

Apenas aos 29 dias de estocagem o odor de ranço do produto em 60% CO₂ / 40% N₂ (tratamento II) diferiu do produto-controle e o produto em 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamento III) diferiu apenas do produto-controle aos 22 dias de estocagem.

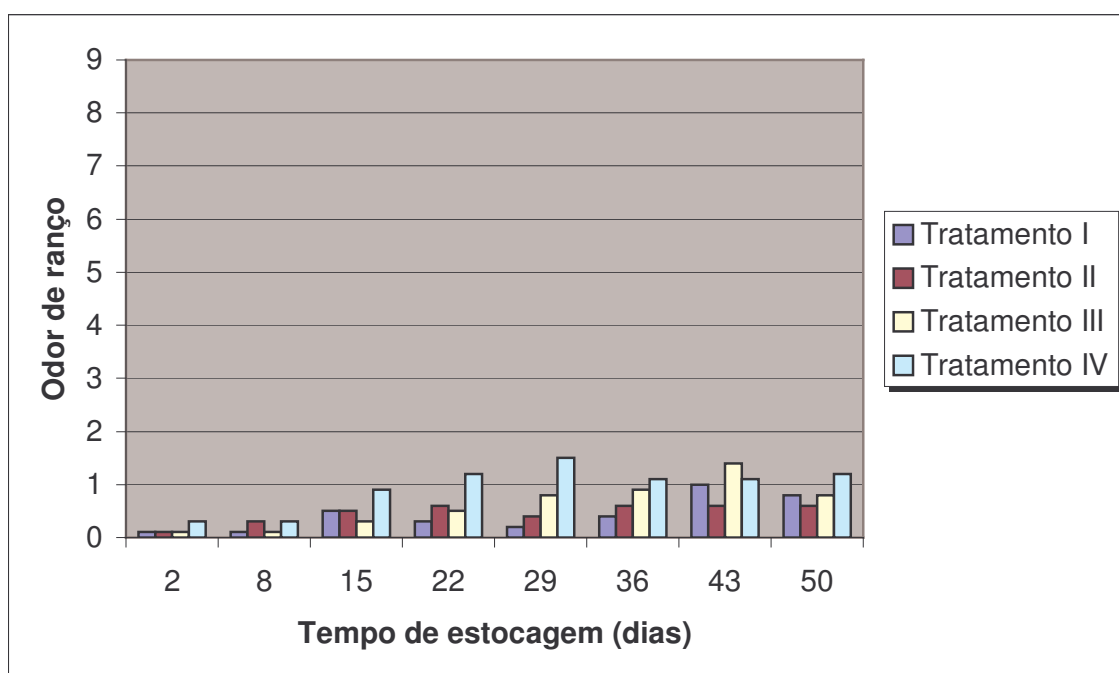


FIGURA 26. Avaliação do odor de ranço em presunto cozido fatiado, durante um período de 50 dias estocado a temperatura de $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Similarmente aos outros atributos avaliados anteriormente a partir de 8 dias de estocagem o desenvolvimento de odor envelhecido (FIGURA 27) no produto-controle a vácuo (tratamento IV) se acentuou significativamente em relação ao observado nas outras três atmosferas com 100% CO₂, 60% CO₂ / 40% N₂ e 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamentos I, II e III, respectivamente).

Nos dois últimos períodos de análise não houve diferença significativa entre os tratamentos II, III e IV.

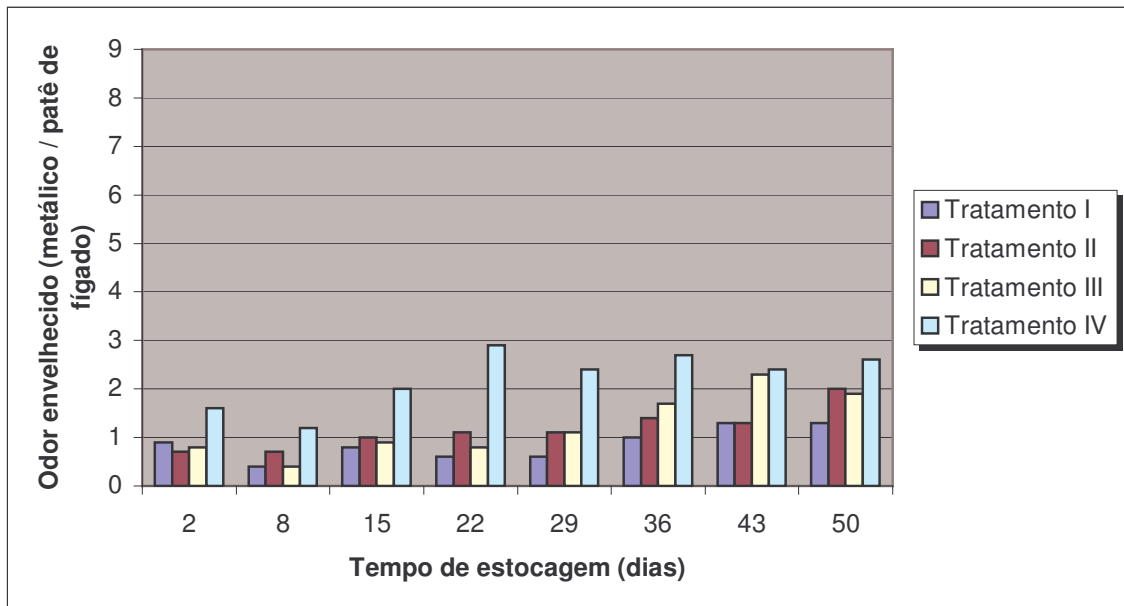


FIGURA 27. Avaliação do odor envelhecido (metálico / patê de fígado) em presunto cozido fatiado, durante um período de 50 dias estocado a temperatura de $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

A vantagem principal das embalagens com gás comparadas com as embalagens a vácuo foi a aparência superior das embalagens fechadas devido a menor quantidade de líquido exsudado.

Considerando-se como limite de aceitabilidade deste produto pelo consumidor a aparência e odor característicos de presuntos frescos moderados (valor 4,5 na escala utilizada), estimaram-se os seguintes períodos de estabilidade para o presunto cozido fatiado, nos quatro tratamentos, estocados a $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$:

Vácuo – 15 dias

25% CO₂ / 75% N₂ – 22 dias

60% CO₂ / 40% N₂ – 29 dias

100% CO₂ – 29 dias

Constatou-se um prolongamento significativo da durabilidade do presunto cozido fatiado com atmosfera contendo gás carbônico, uma vez que foi comprovado aumentos da estabilidade de 93,3% para os produtos em atmosferas com 100% CO₂ e 60% CO₂ / 40% N₂.

6 CONCLUSÕES

Fundamentado nos resultados obtidos deste estudo, pode-se concluir que:

- A estabilidade do presunto cozido fatiado embalado em “master pack” não é tão influenciada pela contagem microbiana inicial como os presuntos embalados a vácuo;
- No sistema “master pack” (embalagem de distribuição) foi demonstrada a eficiência do CO₂ no controle da deterioração microbiológica. Nos presuntos sob atmosfera com 25% CO₂ / 75% N₂ houve redução na velocidade do desenvolvimento de psicrotróficas aeróbias e de *Pseudomonas* sp. e a inibição total do crescimento de enterobactérias. Nos presuntos sob atmosfera com 60% CO₂ / 40% N₂ foi comprovado um retardamento no início do crescimento e uma diminuição da velocidade de crescimento de psicrotróficas aeróbias e de *Pseudomonas* sp. e a inibição total do crescimento de enterobactérias. Nos presuntos sob atmosfera com 100% CO₂ foi comprovado um retardamento no início do crescimento e uma diminuição da velocidade de crescimento de psicrotróficas aeróbias e a inibição total do crescimento de enterobactérias e *Pseudomonas* sp.;
- Os tratamentos com diferentes proporções de CO₂ não exerceram efeito significativo sobre o crescimento das bactérias lácticas no período de estocagem. Por outro lado, mesmo atingindo um nível de 10⁶ bactérias lácticas/g o produto não apresentou deterioração, pois as bactérias lácticas produzem menos produtos finais metabólicos ofensivos;
- A contagem total de bactérias psicrotróficas (<10⁵ UFC/g) pode ser considerada aceitável para esse tipo de produto, uma vez que contagens iguais ou maiores que 10⁶ UFC/g descaracterizam o presunto do ponto de vista sensorial (aparência e odor alterados);

- Tratamentos com porcentagens iniciais de CO₂ de 61,3%, e inclusive de 99%, não causam alterações na qualidade organoléptica de presunto cozido fatiado;
- Os fatores limitantes da estabilidade do produto foram as alterações de aparência e odor característicos de presuntos frescos;
- A estabilidade do presunto cozido fatiado a $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$, com base na avaliação físico-química, sensorial e microbiológica, para os quatro sistemas de acondicionamento foi:
 - vácuo – 15 dias;
 - 25% CO₂ / 75% N₂ – 22 dias;
 - 60% CO₂ / 40% N₂ – 29 dias;
 - 100% CO₂ – 29 dias;
- A embalagem utilizada nos “master packs”, com taxa de permeabilidade ao oxigênio de 1,87 cm³ (CNTP)/m²/atm/dia a 23°C e a seco foi adequada para o acondicionamento de presunto cozido, estocado a $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$, uma vez que manteve estável a composição dos gases no espaço-livre pelo período de 50 dias;
- Dos sistemas avaliados, os “master packs” com 100% CO₂ e 60% CO₂ / 40% N₂ constituem uma alternativa interessante à comercialização de presunto cozido fatiado, viabilizando-lhe uma estabilidade da ordem de grandeza do produto comercializado em peça;
- Finalmente, o presente estudo confirmou o efeito positivo do acondicionamento do presunto cozido e fatiado em “master pack” com gás carbônico na extensão da estabilidade do produto, sendo mais eficiente o seu efeito quanto maior for a concentração desse gás no espaço-livre.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHVENAINEN, R. Gas packaging of chilled meat products and ready-to-eat-foods. **VIT Technical Research Centre Publication nº 58**, Esposo, Finlândia, 1989.

_____ ; SKYTTÄ, E; KIVIKATAJA, R. L. Factors affecting the shelf-life of gas- and vacuum- packed cooked meat products. Part I: Sliced ham. **Lebensmittelüberwachung**, v. 22, p. 391 – 398, 1989.

ALVES, R. M. V.; GARCIA, E. E. C.; DANTAS, S. T.; PADULA, M. Embalagem para queijos. In: ____;____;____. **Embalagem para Produtos de Laticínios**. Campinas: Centro de Tecnologia de Embalagem de Alimentos / ITAL, 1994. Cap. 2, p. 21 – 37.

_____. PEBDL – Uma opção no mercado brasileiro. **Informativo CETEA**, Campinas, v. 04, n. 05, p. 07 – 08, 1992.

ANDERSEN, H. J.; BERTELSEN, G.; BOEGH-SOERENSEN, L.; SHEK, C. K.; SKIBSTED, L. H. Effect of light and packaging conditions on the colour stability of sliced ham. **Meat Science**, v. 22, p. 283 – 292, 1988.

_____ ; RASMUSSEN, M. A. Interactive packaging as protection against photodegradation of the colour of pasteurized, sliced ham. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 27, p. 01, 1992.

ANJANEYULU, A. S. R.; SMIDT, H. D. Packaging under carbon dioxide and dinitrogen oxide on the quality of processed ham. **Indian Food Packer**, v. 40, n. 01, p. 40 – 44, jan. – fev., 1986.

BERNE, S. MAP-ping the future with CAP-ability. **Prepared Foods**, Chicago, v. 163, n. 03, p. 101 – 102, 104 – 105, 1994.

BLICKSTAD, E.; MOLIN, G. Carbon dioxide as a controller of the spoilage flora of pork, with special reference to temperature and sodium chloride. **Journal of Food Protection**, v. 46, p. 756 – 763, 1983.

BOEREMA, J. A.; PENNEY, N.; CUMMINGS, T. L.; BELL, R.G. Carbon Dioxide Controlled Atmosphere Packaging of Sliced Ham. **International Journal of Food Science & Technology**, Hamilton, v. 28, n. 5, p. 435 – 442, 1993.

BRODY, A. L. The Market. In: PARRY, R.T. **Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Food**. Londres: Blackie Academic & Professional, 1993. Cap. 2, p. 19 – 40.

CAKEBREAD, D. European market developments and opportunities for MAP. In: MAPACK'93, Greenville, 1993. **Proceedings...** Herndon, Institute of Packaging Professionals - IoPP, 1993. 30 p.

CALLOW, E. H. Gas storage of pork and bacon. Part 1. Preliminary experiments. **Journal of Society of Chemical industry**, v. 51, p. 116 – 119, 1932.

CHURCH, I. J; PARSONS, A. L. Modified Atmosphere Packaging Technology: A Review. **Journal Science Food Agriculture**, v. 67, p. 143 – 152, 1995.

CHURCH, P. N. Developments in Modified – Atmosphere Packaging and Related Technologies. **Trends in Food Science & Technology**, v. 5, p. 345 – 352, nov., 1994.

_____. Meat products. In: PARRY, R.T. **Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Food**. Londres: Blackie Academic & Professional, 1993. Cap. 10, p. 229 – 268.

DAMSKE, L. A. Modified atmosphere packaging of dairy products – machinery and materials. In: PACK ALIMENTAIRE'90, San Francisco, 1990. **Proceedings...** San Francisco, Innovative Expositions Inc., 1990. p. E – 3.

- DANIELS, J. A.; KRISHNAMURTHI, R.; RIZVI, S. S. H. A review of effects of carbon dioxide on microbial growth and food quality. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 48, n. 06, p. 532 – 537, 1985.
- DATA MARK. **Banco de Dados Extensivo de Informações de Mercado (1979 – 98) e de Apresentação de Produto (1988 – 98).**
- DAUN, H.; SOLBERG, M.; FRANKE, W.; GILBERT, S. Effect of oxygen-enriched atmospheres on storage quality of packaged fresh meat. **Journal of Food Science**, v. 36, p. 1011 - 1014, 1971.
- DAY, B. P. F. **Guidelines for the Good Manufacturing and Handling of Modified Atmosphere Packed Food Products.** Gloucestershire, The Campden Food and Drink Research Association, 1992. 79 p. (Technical Manual n. 34).
- DIXON, N. M.; KELL, D. B. The inhibition by CO₂ of the growth and metabolism of microorganisms. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 67, p. 109 – 136, 1989.
- EGAN, A. F.; SHAY, B. J. Significance of lactobacilli and film permeability in the spoilage of vacuum-packaged beef. **Journal of Food Science**, v. 47, p. 1119 - 1122, 1126, 1982.
- ENFORS, S. –O.; MOLIN, G.; TERNSTROM, A. Effect of packaging under carbon dioxide, nitrogen or air on the microbial flora of pork stored at 4°C. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 47, p. 197 – 208, 1979.
- FARBER, J. M. Microbiological aspects of modified atmosphere packaging technology: a review. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 54, n. 01, p. 58 – 70, 1991.

FIERHELLER, M. G. Modified atmosphere packaging of miscellaneous products.
In: OORAIKUL, B.; STILES, M. E. **Modified atmosphere packaging of foods.**
New York, Ellis Horwood, 1991. Cap. 8, p. 246 – 260.

GARCIA, E. E. C.; PADULA, M.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. **Embalagens plásticas: propriedades de barreira.** Campinas: Centro de Tecnologia de Embalagem de Alimentos / ITAL, 1988. 44 p.

GARDNER, G. A.; CARSON, A. W.; PATTON, J. Bacteriology of prepacked pork with reference to the gas composition within the pack. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 30, p. 321 – 333, 1967.

GILL, C. O. In: **The Encyclopedia of Food Science and Technology.** New York: Y. H. Hui. Wiley, 1990. 1678 p.

_____ ; MOLIN, G. Modified atmospheres and vacuum packaging. **In: Food Preservatives.** Ed. Russell N. J. & Gould G. W. Blackie, London, UK, 1991. P. 172 – 199.

_____. The control of microbial spoilage in fresh meats. **Adv. Meat Research**, v. 2, p. 49 – 88, 1986.

_____. The solubility of carbon dioxide in meat. **Meat Science**, Barking-Essex, v. 22, n. 01, p. 65 – 71, 1988.

GLASS, K. A.; DOYLE, M. P. Fate of *Listeria monocytogenes* in processed meat products during refrigerated storage. **Applied Environmental Microbiology**, v. 55, p. 1565 – 1569, 1989.

GUISE, W. MAP for extended shelf-life. **Packaging**, Londres, v. 64, n. 701, p. 03 – 09, dez./jan., 1993 – 1994.

HERMANSEN, P. Comparison of modified atmosphere versus vacuum packaging to extend the shelf-life of retail fresh meat cuts. In: RECIPROCAL MEAT CONFERENCE. **Proceedings Reciprocal Meat Conference**. Chicago: National Livestock and Meat Board, 1983. P. 60 – 65.

HOTCHKISS, J. H. Experimental approaches to determining the safety of food packaged in modified atmospheres. **Food Technology**, Chicago, v. 42, n. 09, p. 55, 60 – 64, 1988.

_____. Modified atmosphere packaging of poultry and related products. In: BRODY, A. L. **Controlled/Modified Atmosphere/Vacuum Packaging of Foods**. New York: Food and Nutrition Press, 1989.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Microorganisms in Foods: Their significance and methods of enumeration**. Toronto: University of Toronto Press, 1978. 2ed, v. 01.

KING, A. D. & NAGEL, C. W. Influence of carbon dioxide upon the metabolism of *Pseudomonas aeruginosa*. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 40, n. 02, p. 362 – 366, 1975.

KORKEALA, H.; LINDROTH, S. Differences in microbial growth in the surface layer and at the centre of vacuum-packed cooked ring sausages. **International Journal of Food Microbiology**, v. 04, p. 105 – 110, 1987. (*)

_____; AHVENAINEN, R.; ALANKO, T. Interrelationship between microbial numbers and other parameters in the spoilage of vacuum-packed cooked ring sausages. **International Journal of Food Microbiology**, v. 04, p. 311 – 321, 1987.

LEISTNER, L. Microbiology of ready-to-serve foods. **Die Fleischwirtschaft**, v. 58, p. 2008 – 2011, 1978.

- LIOUTAS, T. S. Challenges of controlled and modified atmosphere packaging: a food company's perspective. **Food Technology**, Chicago, v. 42, n. 09, p. 78 – 86, 1988.
- MAPAX™. **The optimal solution of modified atmosphere**. Lidingö, AGA, [s.d.]. 38 p.
- MCMULLEN, L. M.; STILES, M. E. Changes in microbial parameters and gas composition during modified atmosphere storage of fresh pork loin cuts. **Journal of Food Protection**, v. 54, p. 778 – 783, 1991.
- MEAD, G. C.; ADAMS, B. W. A selective medium for the rapid isolation of Pseudomonads associated with poultry meat spoilage. **British Poultry Science**, London, v. 18, n. 06, p. 661 – 667, 1977.
- MOLLER, J. K. S.; JENSEN, J. S.; OLSEN, M. B.; SKIBSTED, L. H.; BERTELSEN, G. 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, 2000.
- MOSKOWITZ, H. R. **Product Testing and Sensory Evaluation of Foods. Marketing and R. & D. Approaches**. Westport Food and Nutrition Press, INC., 1983. 605 p.
- NEWTON, K. G.; RIGG, W. J. The effect of film permeability on the storage life and microbiology of vacuum-packed meat. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 47, p. 433 - 441, 1979.
- OGILVY, W. S.; AYRES, J. C. Post-mortem changes in stored meats. III. The effect of atmospheres containing carbon dioxide in prolonging the storage life of frankfurters. **Food Technology**, v. 05, p. 300 – 305, 1951.

OGILVY, W. S.; AYRES, J. C. Post-mortem changes in stored meats. V. Effect of carbon dioxide on microbial growth on stored frankfurters and characteristics of some micro-organisms isolated from them. **Food Research**, v. 18, p. 121 – 130, 1953.

O'KEEFFE, M.; HOOD, D. E. Anoxic storage of fresh beef. 1: Nitrogen and carbon dioxide storage atmospheres. **Meat Science**, v. 05, p. 27, 1980.

PADULA, M.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; ARDITO, E. F. G.; GARCIA, E. E. C.; OLIVEIRA, L. M.; ALVES, R. M. V. **Embalagens plásticas: controle de qualidade**. Campinas: ITAL/SBCTA, 1989. 202 p.

PALEARI, M. A.; SONCINI, G.; BERETTA, G. Osservazioni sul confezionamento in atmosfera modificata dei prodotti di salumeria. **Industrie Alimentari**, p. 1003 – 1008, nov., 1987.

PAPA, F.; PASSARELLI, P. Sliced Cooked Ham: Effects of Modified Atmosphere and Vacuum Packaging. **Industrie Alimentari**, v. 34, n. 335, p. 241 – 243, 1995.

PARRY, R. T. Introduction. In: PARRY, R.T. **Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Food**. Londres: Blackie Academic & Professional, 1993. Cap. 1, p. 1 – 18.

PEARSON, A. M.; TAUBER, F. W. Composition and Nutritive Value of Raw Materials and Processed Meats. **Processed Meats Second Edition**. Connecticut: AVI Publishing Company, INC., 1984. Cap. 2, p. 18 – 45.

. Deterioration of Processed Meat. **Processed Meats Second Edition**. Connecticut: AVI Publishing Company, INC., 1984. Cap. 18, p. 408 – 418.

PINHO, F. Atmosfera modificada: uma qualidade com longo prazo. **Alimentos Qualidade & Produtividade**, Rio de Janeiro, v. 01, n. 02, p. 18 – 19, 1995.

RENERRE, M. **Fleischwirtschaft**, v. 01, p. 51, 1989.

_____ ; LABADIE, J. Fresh meat packaging and meat quality. **Proceedings of the 39th Internacional Congress of Meat Science and Technology**. Calgary, Canadá, 1993. P. 361 – 387.

RIZVI, S. S. H. Requirements for Foods Packaged in Polymeric Films. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Massachusetts, v. 14, n. 2, p. 111 – 134, 1981.

ROUSSET, S.; RENERRE, M. Effect of CO₂ or vacuum packaging on normal and high pH meat shelf-life. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 26, p. 641 – 652, 1991.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. Embalagem a Vácuo e com Atmosfera Modificada para Carnes Frescas. **Embalagem para Produtos Cárneos**. Campinas: Centro de Tecnologia de Embalagem de Alimentos / ITAL, 1991. Cap. 1, p. 1 – 20.

_____ & OLIVEIRA, L. M. Embalagem plástica para produtos cárneos curados. **Embalagem para Produtos Cárneos**. Campinas: Centro de Tecnologia de Embalagem de Alimentos / ITAL, 1991. Cap. 2, p. 21 – 29.

_____ & SOLER, R. M. Embalagens com atmosfera modificada / controlada. In: **NOVAS tecnologias de acondicionamento de alimentos: embalagens flexíveis e semi-rígidas**. Campinas, ITAL / SBCTA, 1988. Cap. 5, p. 105 – 140.

SEBRANEK, J. G. "Meat is dynamic" – factors in controlled atmosphere packs. **The National Provisioner**, v. 10, n. 05, p. 10 – 16, 1986.

SEIDEMANN, S. C.; CARPENTER, Z. L.; SMITH, G. C.; DILL, C. W. & VANDERZANT, C. Physical and sensory characteristics of pork packaged in various gas atmospheres. **Journal of Food Protection**, v. 42, n. 04, p. 317 – 322, abr., 1979.

_____ ; HOKE, K. E. Effect of degree of vacuum and length of storage on the physical characteristics of vacuum packaged beef wholesale cuts. **Journal of Food Science**, v. 41, p. 732 – 737, 1979.

_____ ; SMITH, G. C.; CARPENTER, Z. L.; DUTSON, T. R.; DILL, C. W. Modified gas atmospheres and changes in beef during storage. **Journal of Food Science**, v. 44, p. 1036 – 1040, 1979.

SHERIDAN, J. J.; DOHERTY, A. M.; ALLEN, P.; MCDOWELL, D. A.; BLAIR, I. S.; HARRINGTON, D. The effect of vacuum and modified atmosphere packaging on the shelf-life of lamb primals, stored at different temperatures. **Meat Science**, v. 45, p. 107 – 117, 1997.

SILLA, H.; SIMONSEN, B. Shelf-life of cured, cooked and sliced meat products. 1 – Influence of composition, vacuum packaging and modified atmospheres. **Fleischwirtschaft**, v. 65, n. 01, p. 116 – 121, 1985.

SIMARD, R. E.; LEE, B. H.; LALEYE, C. L.; HOLLEY, R. Effects of temperature and storage time on the microflora, sensory and exudate changes of vacuum- or nitrogen-packed beef. **Canadian Institute of Food Science and Technology**, v. 18, p. 126 – 132, 1985.

SMITH, J.; RAMASWAMY, H.; SIMPSON, B. Developments in Food Packaging Technology. Part 2: Storage Aspects. **Trends Food Science Technology**, Cambridge, v. 01, n. 05, p. 111 – 118, nov., 1990.

SORHEIM, O.; GRINI, J. A.; NISSEN, H.; ANDERSEN, H. J.; LEA, P. Pork loins stored in carbon dioxide – colour and microbiological shelf-life. **Fleischwirtschaft**, v. 75, p. 679 – 681, 1995.

StatSoft, Inc. **STATISTICA** for Windows [Computer program manual].
Tulsa, ok: StatSoft, Inc; 2325 East 13th Street, Tulsa, ok, 74104, (918).

STEGEMAN, H.; HARTOG, B. J.; STEKENLENBURG, F. K.; den HARTOG, J. P. M. The effect of heat pasteurization on *Listeria monocytogenes* in canned cured ham. **Tenth Symposium on Listeriosis Pecs**. Hungary, 1988. P. 22 – 26, ago., Abst. 55.

STILES, M. E. Modified atmosphere packaging of meat, poultry and their products. In: OORAIKUL, B.; STILES, M. E. **Modified Atmosphere Packaging of Food**. New York: Ellis Horwood, 1991.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Descriptive Analysis. In: STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. Londres: Academic Press, 1985. Cap. 6, p. 202 – 226.

_____ ; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R. C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**, v. 28, p. 24 – 34, 1974.

TAYLOR, A. A.; MCDOUGALL, D. B. Fresh beef packaging in mixtures of oxygen and carbon dioxide. **Journal of Food Technology**, v. 08, p. 453, 1973.

UDAETA, J. E. M.; TERRA, N. N. Influência dos fosfatos no rendimento e atributos do presunto tipo “cook-in”. **Revista Nacional da Carne**, n. 231, p. 40 - 46, maio, 1996.

VANDERZANT, C.; HANNA, M. O.; EHLERS, J. C.; SAVELL, J. W.; SMITH, G. C.; GRIFFIN, D. B.; TERREL, R. N.; LIND, K. D.; GALLOWAY, D. E. Centralized packaging of beef loin steaks with different oxygen barrier films: microbiological characteristics. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 47, p. 1070 – 1073, 1982.

_____; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3 ed. Washington, D. C.: American public Health Association (APHA), 1992.

ANEXO A

Ficha de avaliação sensorial utilizada no treinamento dos julgadores.

Ficha para Desenvolvimento de Terminologia Descritiva.

Nome: _____ Data: _____

Por favor, avalie as três amostras quanto à aparência e o odor e indique em que elas são similares e em que são diferentes.

	SIMILARIDADES	DIFERENÇAS
APARÊNCIA		
Amostras 131/284		
Amostras 131/371		
Amostras 284/371		
ODOR		
Amostras 131/284		
Amostras 131/371		
Amostras 284/371		

ANEXO B

Ficha de avaliação sensorial utilizada no estudo de estabilidade.

Nome: _____ Data: _____

Por favor, avalie a aparência do presunto cozido fatiado observando as amostras da esquerda para a direita.

Cor característica do presunto fresco

Ausente Intenso

Cor marrom acinzentado

Ausente Intenso

Exsudado

Ausente Intenso

Nome: _____ Data: _____

Por favor, avalie o odor do presunto cozido fatiado observando as amostras da esquerda para a direita.

Odor característico de presunto fresco

Ausente Intenso

Odor Ácido

Ausente Intenso

Odor Azedo

Ausente Intenso

Odor Adocicado (Frutal)

Ausente Intenso

Odor de Ranço

Ausente Intenso

Odor envelhecido (metálico / patê de fígado)

Ausente Intenso

ANEXO C

Valores Médios (VM) e Estimativa do Desvio Padrão (EDP) do teor de oxigênio residual do espaço-livre das embalagens do presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO₂ (tratamento I), 60% CO₂/ 40% N₂ (tratamento II) e 25% CO₂/ 75% N₂ (tratamento III), durante estocagem a 4 ± 1°C.

Estocagem (dias)	Concentração O ₂ (%v)					
	tratamento I		tratamento II		tratamento III	
	VM	EDP	VM	EDP	VM	EDP
2 (Inicial)	0,723	0,787	0,300	0,204	0,150	0,074
8	1,179	0,456	0,217	0,188	0,245	0,149
15	0,317	0,275	0,507	0,226	0,227	0,206
22	0,408	0,494	0,215	0,238	0,151	0,128
29	0,683	0,593	0,243	0,235	0,330	0,197
36	0,726	0,570	0,426	0,383	0,254	0,157
43	0,783	0,601	0,199	0,212	0,352	0,075
50	3,778	3,295	0,264	0,245	0,379	0,293

ANEXO D

Valores Médios (VM) e Estimativa do Desvio Padrão (EDP) do teor de dióxido de carbono do espaço-livre das embalagens do presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO₂ (tratamento I), 60% CO₂/ 40% N₂ (tratamento II) e 25% CO₂/ 75% N₂ (tratamento III), durante estocagem a 4 ± 1°C.

Estocagem (dias)	Concentração CO ₂ (%v)					
	tratamento I		tratamento II		tratamento III	
	VM	EDP	VM	EDP	VM	EDP
2 (Inicial)	98,87	1,79	61,30	0,28	25,60	0,17
8	96,97	1,85	60,60	0,42	24,97	0,85
15	99,90	0,00	62,55	1,77	27,47	0,91
22	99,90	0,00	63,50	0,42	28,00	0,26
29	99,90	0,00	64,27	1,43	27,40	0,17
36	99,90	0,00	64,27	1,58	27,63	0,40
43	99,90	0,00	63,65	1,34	28,70	0,46
50	83,43	14,84	61,15	0,35	27,97	1,66

ANEXO E

Valores Médios (VM) e Estimativa do Desvio Padrão (EDP) da cor objetiva (valor L^*) do presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO_2 (tratamento I), 60% CO_2 / 40% N_2 (tratamento II), 25% CO_2 / 75% N_2 (tratamento III) e a vácuo (tratamento IV), durante estocagem a $4 \pm 1^\circ C$.

Estocagem (dias)	Cor objetiva (valor L^*)							
	tratamento I		tratamento II		tratamento III		tratamento IV	
	VM	EDP	VM	EDP	VM	EDP	VM	EDP
2 (Inicial)	63,46	4,29	63,15	1,25	63,25	1,61	62,38	3,42
8	62,19	3,55	62,04	2,41	61,89	1,45	61,02	3,29
15	62,70	4,97	62,04	2,39	60,72	3,44	59,72	3,65
22	62,17	3,12	62,29	2,91	61,80	2,38	59,32	3,90
29	63,66	1,72	62,11	3,31	63,30	1,62	56,54	3,05
36	62,54	3,16	62,43	4,42	61,12	3,65	58,62	2,59
43	62,02	4,06	61,36	3,28	63,48	4,11	57,97	4,58
50	63,46	2,55	60,52	3,53	62,47	3,47	57,85	5,33

ANEXO F

Valores Médios (VM) e Estimativa do Desvio Padrão (EDP) da cor objetiva (valor a^*) do presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO_2 (tratamento I), 60% CO_2 / 40% N_2 (tratamento II), 25% CO_2 / 75% N_2 (tratamento III) e a vácuo (tratamento IV), durante estocagem a $4 \pm 1^\circ C$.

Estocagem (dias)	Cor objetiva (valor a^*)							
	tratamento I		tratamento II		tratamento III		tratamento IV	
	VM	EDP	VM	EDP	VM	EDP	VM	EDP
2 (Inicial)	10,00	1,70	10,13	1,04	9,65	1,27	10,34	1,80
8	10,46	1,98	10,54	0,96	10,18	1,01	9,84	1,07
15	9,78	2,66	9,98	1,26	10,13	1,96	10,50	1,39
22	10,25	1,75	10,59	2,04	10,52	1,40	11,44	3,21
29	10,16	0,93	10,57	2,27	9,32	1,31	12,72	1,91
36	9,91	1,51	10,73	2,42	11,13	1,85	11,63	1,60
43	10,67	1,99	10,48	1,66	8,94	2,10	11,72	2,53
50	9,52	1,37	11,39	1,88	10,51	1,84	12,05	3,50

ANEXO G

Valores Médios (VM) e Estimativa do Desvio Padrão (EDP) da cor objetiva (valor b^*) do presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO_2 (tratamento I), 60% CO_2 / 40% N_2 (tratamento II), 25% CO_2 / 75% N_2 (tratamento III) e a vácuo (tratamento IV), durante estocagem a $4 \pm 1^\circ C$.

Estocagem (dias)	Cor objetiva (valor b^*)							
	tratamento I		tratamento II		tratamento III		tratamento IV	
	VM	EDP	VM	EDP	VM	EDP	VM	EDP
2 (Inicial)	4,57	1,05	4,72	0,52	4,30	0,97	3,96	0,50
8	5,46	1,04	5,13	0,91	4,91	0,84	5,93	1,01
15	6,97	1,15	6,72	0,93	6,42	1,24	6,43	1,23
22	4,40	0,86	4,57	1,65	4,95	1,20	4,52	1,66
29	5,29	1,09	5,17	1,04	4,49	1,03	4,47	1,52
36	4,24	1,10	4,82	0,68	5,11	1,25	4,24	1,06
43	4,93	1,11	3,94	0,73	4,03	1,64	4,54	0,60
50	4,75	0,99	4,63	1,26	4,54	0,66	4,50	1,09

ANEXO H

Valores Médios (VM) e Estimativa do Desvio Padrão (EDP) do pH do presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO₂ (tratamento I), 60% CO₂ / 40% N₂ (tratamento II), 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamento III) e a vácuo (tratamento IV), durante estocagem a 4 ± 1°C.

Estocagem (dias)	pH							
	tratamento I		tratamento II		tratamento III		tratamento IV	
	VM	EDP	VM	EDP	VM	EDP	VM	EDP
2 (Inicial)	6,28	0,03	6,24	0,08	6,34	0,04	6,38	0,05
8	5,82	0,11	6,03	0,09	6,05	0,05	6,17	0,07
15	6,10	0,19	6,01	0,21	6,33	0,12	6,31	0,14
22	5,82	0,18	5,79	0,19	5,75	0,10	5,84	0,12
29	5,80	0,16	5,95	0,19	5,86	0,16	5,95	0,08
36	5,76	0,19	5,85	0,17	5,75	0,12	5,80	0,14
43	5,67	0,04	5,85	0,08	5,91	0,07	5,96	0,09
50	5,95	0,09	6,16	0,08	6,11	0,07	6,17	0,09

ANEXO I

Contagens de enterobactérias em presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO₂ (tratamento I), 60% CO₂ / 40% N₂ (tratamento II), 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamento III) e a vácuo (tratamento IV), durante estocagem a 4 ± 1°C.

Estocagem (dias)	enterobactérias (log UFC/g)			
	tratamento I	tratamento II	tratamento III	tratamento IV
2 (Inicial)	< 1	1,2	1,7	2,1
8	< 1	< 1	< 1	1,0
15	< 1	< 1	< 1	4,0
22	< 1	< 1	< 1	4,5
29	< 1	< 1	< 1	5,8
36	< 1	< 1	< 1	4,3
43	< 1	< 1	< 1	5,9
50	< 1	< 1	< 1	5,8

UFC = unidade formadora de colônia

Contagens de bactérias psicrotróficas aeróbias em presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO₂ (tratamento I), 60% CO₂ / 40% N₂ (tratamento II), 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamento III) e a vácuo (tratamento IV), durante estocagem a 4 ± 1°C.

Estocagem (dias)	Bactérias Psicrotróficas Aeróbias (log UFC/g)			
	tratamento I	tratamento II	tratamento III	tratamento IV
2 (Inicial)	2,2	2,4	2,4	2,5
8	< 1	< 1	< 1	5,0
15	3,8	4,5	4,4	5,1
22	< 1	< 1	5,1	6,3
29	5,9	6,2	6,0	5,8
36	6,7	7,9	6,6	6,5
43	6,7	6,1	7,3	7,1
50	7,1	7,2	6,9	7,5

UFC = unidade formadora de colônia

Contagens de bactérias lácticas em presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO₂ (tratamento I), 60% CO₂ / 40% N₂ (tratamento II), 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamento III) e a vácuo (tratamento IV), durante estocagem a 4 ± 1°C.

Estocagem (dias)	Bactérias Lácticas (log UFC/g)			
	tratamento I	tratamento II	tratamento III	tratamento IV
2 (Inicial)	1,2	2,3	1,8	2,1
8	1,5	2,5	2,0	3,0
15	3,9	4,2	5,1	4,5
22	5,5	4,7	4,5	5,4
29	5,9	5,5	6,7	5,8
36	6,6	7,0	6,5	6,1
43	6,7	6,9	7,2	6,8
50	7,1	6,9	6,8	7,3

UFC = unidade formadora de colônia

Contagens de *Pseudomonas* sp. em presunto cozido fatiado com atmosferas de 100% CO₂ (tratamento I), 60% CO₂ / 40% N₂ (tratamento II), 25% CO₂ / 75% N₂ (tratamento III) e a vácuo (tratamento IV), durante estocagem a 4 ± 1°C.

Estocagem (dias)	<i>Pseudomonas</i> sp. (log UFC/g)			
	tratamento I	tratamento II	tratamento III	tratamento IV
2 (Inicial)	1,4	1,9	1,8	2,3
8	< 1	< 1	< 1	< 1
15	< 1	< 1	< 1	< 1
22	< 1	< 1	< 1	< 1
29	< 1	< 1	< 1	< 1
36	< 1	< 1	< 1	3,8
43	< 1	< 1	4,8	6,0
50	< 1	4,7	5,0	6,1

UFC = unidade formadora de colônia

ANEXO J

Treinamento e seleção dos julgadores da avaliação sensorial.

O levantamento dos atributos foi realizado pelo método de rede (MOSKOWITZ, 1983) e os termos que melhor descreviam o produto teste (presunto cozido fatiado) foram escolhidos, em consenso com a equipe sensorial, para avaliação das amostras.

Os atributos escolhidos foram:

- ◆ Aparência: cor característica de presunto fresco, cor marrom acinzentado, líquido exsudado;
- ◆ Odor : característico, ácido, azedo, adocicado, ranço, envelhecido.

De acordo com os termos descritores levantados foram montadas tabelas com as definições e referências (TABELA 6) e fichas de avaliação (ANEXO B).

TABELA 6. Definições e referências para os termos descritores levantados pelos julgadores para presunto cozido fatiado.

Termos Descritores (Atributos)		Definição	Referências
Aparência	Cor característica de presunto fresco (ApCaract.)	Cor rósea de presunto cozido fatiado Marca SADIA.	Ausente: Cor descrita no livro de Munsell como 7,5R 9/2. Intenso: Cor descrita no livro de Munsell como 7,5R 7/4.
	Cor marrom acinzentado (ApMar.)	Cor adquirida com presunto cozido fatiado embalado em atmosfera modificada (91% CO ₂), logo em seguida retirado da atmosfera e estocado sob luz, durante 24 horas, em um intervalo de temperatura oscilando entre 8° e 14°C.	Ausente: Cor descrita no livro de Munsell como 10YR 9/1. Intenso: Cor descrita no livro de Munsell como 5Y 8/2.
	Líquido Exsudado (ApExsd.)	Quantidade de líquido / suco liberado pelo presunto na embalagem.	Ausente: Sem presença de líquido. Intenso: Quantidade acumulada de líquido no fundo da bandeja quando colocada na posição vertical.
Odor	Característico de presunto fresco (OCaract.)	Odor próprio de presunto cozido recém fatiado que caracteriza o produto “fresco”.	Ausente: Presunto fatiado Marca SADIA adquirido no intervalo de 24 horas e lavado. Intenso: Presunto fatiado Marca SADIA adquirido no intervalo de 2 horas.
	Ácido (OÁcido)	Sensação pungente ao olfato, semelhante à solução de ácido (lático).	Ausente: Aroma associado à solução de 0,1% de ácido lático. Intenso: Aroma associado à solução de 0,3% de ácido lático.
	Azedo (OAzedo)	Odor de fermentado, azedo, semelhante a de massa de pão.	Ausente: Presunto fresco. Intenso: Aroma associado à solução de água + fermento biológico.
	Adocicado (Frutal) (OAdoc.)	Aroma associado à calda de sacarose.	Ausente: Aroma associado à solução de 0,5% de sacarose. Intenso: Aroma associado à solução de 3,5% de sacarose.
	Ranço (ORanço)	Aroma associado aos voláteis liberados a partir da oxidação da gordura.	Ausente: Toucinho de porco fresco. Intenso: Presunto da Marca SADIA com capa de gordura armazenado à temperatura ambiente, por 14 dias.
	Envelhecido (Metálico / Patê de Fígado) (OEnvel.)	Termo levantado para odor que foi caracterizado como semelhante a um produto armazenado muito tempo na geladeira.	Ausente: Presunto fresco. Intenso: Aroma associado à embalagem metálica onde o verniz interno foi raspado.

Os julgadores foram selecionados com base no poder de discriminação e repetibilidade, verificados através de análise de variância (ANOVA) de dois fatores (amostra e repetição) para cada julgador e para cada atributo.

Foram selecionados os julgadores com $F_{amostra}$ significativo ($p < 0,30$) e $F_{repetição}$ não significativo ($p > 0,05$). Os resultados de $F_{amostra}$ e $F_{repetição}$ são apresentados nas Tabelas 7 e 8, respectivamente.

Dos 19 julgadores treinados utilizou-se 5 a 18 julgadores, dependendo do atributo.

TABELA 7. Níveis de significância (p) para julgadores em função de discriminação das amostras ($F_{amostra}$).

Julgador	ApCaract.	ApMar.	ApExsd.	OCaract.	OÁcido	OAzedo	OAdoc.	ORanço	OEnvel.
1	0,5601*	0,2143	0,0097	0,1062	0,2612	<0,0001	0,1549	<0,0001	0,0187
2	0,5799*	1,000*	0,0788	0,1888	<0,0001	0,2044	0,1898	<0,0001	0,1681
3	0,0385	0,0311	0,1835	0,0021	0,0336	0,1289	0,4738*	0,3528*	0,0060
4	0,1019	0,8413*	0,0377	0,0691	0,0293	0,0107	0,2396	0,0005	0,0156
5	0,1060	<0,0001	0,0061	0,1102	0,4226*	0,1622	0,0469	<0,0001	0,6049*
6	0,0007	0,4226*	0,0003	0,0159	0,1567	0,4315*	0,1509	0,4226*	0,1192
7	0,0324	0,1790	0,0001	0,0327	0,0475	0,0475	0,6821*	0,5855*	0,2634
8	0,0068	0,4226*	0,0046	0,0072	0,0247	0,0131	0,0188	0,1192	0,0698
9	0,1444	0,4016*	0,0470	0,0021	0,0059	0,0087	0,0297	0,0572	0,0513
10	0,2829	0,7835*	0,0015	0,1979	0,2697	0,2697	0,1994	0,4226*	0,1835
11	0,0494	0,0750	0,0109	0,2372	0,0041	0,0089	<0,0001	0,0928	0,1024
12	0,5063*	0,4226*	0,0014	0,8399*	<0,0001	0,0001	0,3851*	0,4226*	0,2495
13	0,2794	0,0131	0,0320	0,3195*	0,0698	0,2516	0,3097*	0,5601*	0,1053
14	0,4753*	<0,0001	0,0413	0,0886	0,1660	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0012
15	0,0324	0,0268	0,0026	0,0516	0,0092	0,0060	0,1049	0,0161	0,0517
16	0,2038	0,0385	0,0169	0,0706	0,1451	0,0276	0,2075	0,1192	0,1652
17	0,0745	0,0159	0,0131	0,0427	0,0845	0,1871	<0,0001	<0,0001	0,6279*
18	0,0572	0,4226*	0,0219	0,1024	0,1022	0,2999	0,7889*	0,4226*	0,1835

* Estatisticamente significativos a $p > 0,30$ (julgadores excluídos para cada atributo)

TABELA 8. Níveis de significância (p) para julgadores em função da repetibilidade ($F_{\text{repetição}}$).

Julgador	ApCaract.	ApMar.	ApExsd.	OCaract.	OÁcido	OAzedo	OAdoc.	ORanço	OEnvel.
1	0,1582	0,0677	0,5000	0,8283	0,7053	<0,0001*	0,3676	<0,0001*	0,8435
2	0,0673	0,3000	0,5427	0,2970	<0,0001*	0,5000	0,6321	<0,0001*	0,4059
3	0,9471	0,5000	0,5000	0,3807	0,3569	0,5322	0,5434	0,8114	0,3707
4	0,3198	0,5261	0,5000	0,5000	0,1506	0,1099	0,4898	0,0063*	0,3949
5	0,5545	<0,0001*	0,6477	0,4021	0,5000	0,8715	0,2082	<0,0001*	0,7349
6	0,0142*	0,5000	0,5000	0,1103	0,5192	0,5776	0,5000	0,5000	0,0723
7	0,5262	0,5339	0,5000	0,3540	0,9506	0,9506	0,6305	0,7216	0,7209
8	0,5000	0,5000	0,5311	0,2011	0,5000	0,3679	0,3500	0,5000	0,5000
9	0,7796	0,8094	0,5135	0,0054*	0,3824	0,2877	0,7500	0,6503	0,5738
10	0,7992	0,8516	0,5000	0,3042	0,5000	0,5000	0,1522	0,5000	0,5000
11	0,0071*	0,8982	0,3906	0,4619	0,3276	0,5000	<0,0001*	0,6935	0,5000
12	0,8593	0,2500	0,5000	0,0420*	0,0001*	0,0001*	0,4696	0,2500	0,0913
13	0,9781	0,3000	0,7123	0,6194	0,4256	0,8682	0,5000	0,2246	0,9330
14	0,9451	<0,0001*	0,9828	0,8150	0,5000	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	0,3276
15	0,1570	0,9966	0,5000	0,4719	0,2522	0,5435	0,5649	0,5000	0,8971
16	0,7821	0,5000	0,5000	0,3967	0,4818	0,5000	0,6007	0,5000	0,3375
17	0,2777	0,3201	0,4699	0,0374*	0,2199	0,5000	<0,0001*	<0,0001*	0,3563
18	0,2248	0,1023	0,5000	0,1574	0,3679	0,7048	0,9437	0,5000	0,1250

* Estatisticamente significativos a $p < 0,05$ (julgadores excluídos para cada atributo)

De acordo com os resultados obtidos, apresentados nas Tabelas 7 e 8, foram excluídos os julgadores dos atributos que apresentaram resultados estatisticamente significativos a $p > 0,30$ e/ou estatisticamente significativos a $p < 0,05$. Diante destas informações, optou-se pela exclusão dos seguintes indivíduos para cada atributo:

- ApCaract.: julgadores 1, 2, 6, 11, 12 e 14;
- ApMar.: julgadores 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14 e 18;
- OCaract.: julgadores 9, 12, 13 e 17;
- OÁcido: julgadores 2, 5 e 12;
- OAzedo: julgadores 1, 6, 12 e 14;
- OAdoc.: julgadores 7, 11, 12, 13, 14, 17 e 18;
- ORanço: julgadores 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 13, 14, 17 e 18;
- OEnvel.: julgadores 5 e 17.

Verificou-se se havia interação significativa ($p \leq 0,05$) entre amostra e julgador através de análise de variância (ANOVA) de dois fatores com interação. A interação não foi significativa ($p > 0,05$) para os atributos nos seguintes dias:

- ApMar.: 15, 36, 43 e 50;
- ApExsd.: 15;
- OCaract.: 8, 15, 29 e 50;
- OÁcido: 29;
- OAzedo: 2, 8, 29, 36 e 50;
- OAdoc.: 8 e 50;
- ORanço: 2, 8, 22 e 36.

Quando a interação entre amostra e julgador foi significativa, foram construídos gráficos para verificar a sua gravidade. Todas as interações significativas aconteceram em razão das notas de intensidade terem sido registradas pelos julgadores em porções diferentes nas escalas, e nenhuma foi grave, isto é, nenhuma indicou discordâncias importantes entre os julgadores. Isto pode ser comprovado na FIGURA 28.

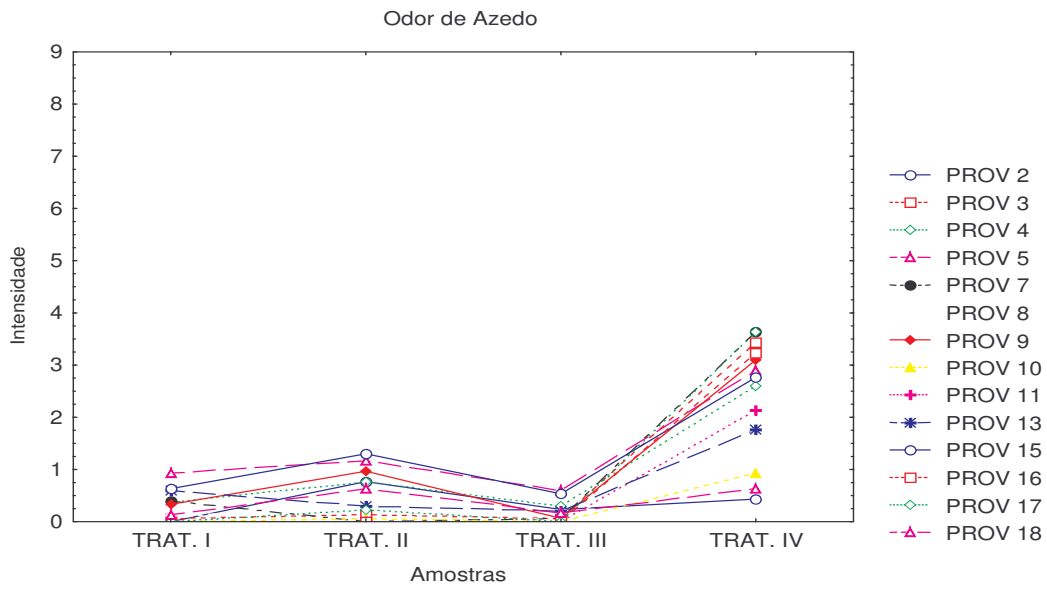


FIGURA 28. Representação da interação amostra versus julgador para a intensidade do odor azedo para as amostras de presunto cozido fatiado.

ANEXO K

Resultados da avaliação sensorial do presunto cozido fatiado, durante estocagem a $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

Estocagem (dias)	Cor característica do presunto fresco			
	tratamento I	tratamento II	tratamento III	tratamento IV
2 (Inicial)	6,0 ^a	6,2 ^a	6,0 ^a	5,5 ^a
8	4,8 ^b	5,5 ^{a, b}	5,2 ^{a, b}	6,3 ^a
15	5,5 ^a	5,4 ^a	5,1 ^a	5,4 ^a
22	5,2 ^{a, b}	4,3 ^b	5,3 ^{a, b}	5,9 ^a
29	4,8 ^a	4,9 ^a	4,7 ^a	4,9 ^a
36	3,5 ^b	3,8 ^{a, b}	3,8 ^{a, b}	5,0 ^a
43	4,4 ^{a, b}	3,9 ^b	4,5 ^{a, b}	5,8 ^a
50	3,5 ^{a, b}	3,3 ^b	4,0 ^{a, b}	5,1 ^a

a, b: médias acompanhadas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Estocagem (dias)	Cor marrom acinzentado			
	tratamento I	tratamento II	tratamento III	tratamento IV
2 (Inicial)	1,7 ^a	1,8 ^a	2,0 ^a	3,1 ^a
8	1,2 ^b	1,1 ^b	1,5 ^b	3,4 ^a
15	1,2 ^b	1,2 ^b	2,4 ^b	3,7 ^a
22	1,3 ^b	1,6 ^b	1,6 ^b	4,0 ^a
29	1,0 ^b	1,5 ^b	1,5 ^b	5,2 ^a
36	1,3 ^b	1,3 ^b	1,6 ^b	3,0 ^a
43	1,3 ^b	2,0 ^b	1,4 ^b	4,2 ^a
50	1,4 ^b	1,6 ^b	1,5 ^b	3,6 ^a

a, b: médias acompanhadas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Estocagem (dias)	Líquido exsudado			
	tratamento I	tratamento II	tratamento III	tratamento IV
2 (Inicial)	0,9 ^b	0,4 ^b	0,6 ^b	2,9 ^a
8	0,4 ^b	0,6 ^b	0,5 ^b	3,3 ^a
15	0,4 ^b	0,3 ^b	0,5 ^b	2,6 ^a
22	0,2 ^b	0,3 ^b	0,2 ^b	4,6 ^a
29	0,4 ^b	0,5 ^b	0,1 ^b	4,5 ^a
36	0,4 ^b	0,5 ^b	0,2 ^b	4,1 ^a
43	0,2 ^b	0,1 ^b	0,2 ^b	5,0 ^a
50	0,3 ^b	0,5 ^b	0,3 ^b	5,0 ^a

a, b: médias acompanhadas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Estocagem (dias)	Odor característico de presunto fresco			
	tratamento I	tratamento II	tratamento III	tratamento IV
2 (Inicial)	7,0 ^a	7,1 ^a	6,7 ^a	5,8 ^a
8	5,4 ^a	5,5 ^a	5,6 ^a	4,8 ^a
15	4,6 ^a	4,6 ^a	5,0 ^a	2,9 ^b
22	5,1 ^a	4,1 ^a	4,5 ^a	2,3 ^b
29	4,2 ^a	4,5 ^a	3,5 ^a	2,3 ^b
36	3,7 ^a	3,5 ^a	3,0 ^a	1,4 ^b
43	2,8 ^a	3,3 ^a	1,4 ^b	1,3 ^b
50	2,5 ^a	2,1 ^a	1,7 ^{a, b}	1,0 ^b

a, b: médias acompanhadas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Estocagem (dias)	Odor ácido			
	tratamento I	tratamento II	tratamento III	tratamento IV
2 (Inicial)	0,8 ^a	0,8 ^a	0,6 ^a	1,3 ^a
8	0,6 ^a	0,5 ^a	0,4 ^a	0,9 ^a
15	0,7 ^b	0,7 ^b	0,6 ^b	1,6 ^a
22	0,4 ^{b, c}	1,1 ^b	0,3 ^c	3,0 ^a
29	0,6 ^c	0,7 ^c	2,4 ^{b, c}	3,3 ^a
36	0,9 ^c	1,0 ^c	2,7 ^b	4,2 ^a
43	1,2 ^b	1,0 ^b	4,8 ^a	4,0 ^a
50	1,4 ^b	2,5 ^{a, b}	3,1 ^a	3,0 ^a

a, b, c: médias acompanhadas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Estocagem (dias)	Odor azedo			
	tratamento I	tratamento II	tratamento III	tratamento IV
2 (Inicial)	0,6 ^a	0,3 ^a	0,5 ^a	0,7 ^a
8	0,3 ^a	0,3 ^a	0,2 ^a	0,5 ^a
15	0,4 ^b	0,4 ^b	0,4 ^b	1,6 ^a
22	0,3 ^b	0,5 ^b	0,2 ^b	2,4 ^a
29	0,5 ^b	0,6 ^b	1,4 ^a	2,1 ^a
36	0,7 ^c	0,8 ^c	1,9 ^b	3,5 ^a
43	1,1 ^b	0,7 ^b	3,7 ^a	2,8 ^a
50	1,2 ^b	2,2 ^{a, b}	2,9 ^a	2,9 ^a

a, b, c: médias acompanhadas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Estocagem (dias)	Odor adocicado (frutal)			
	tratamento I	tratamento II	tratamento III	tratamento IV
2 (Inicial)	2,1 ^a	2,2 ^a	2,1 ^a	1,0 ^a
8	0,8 ^a	1,5 ^a	1,5 ^a	0,9 ^a
15	0,8 ^a	0,9 ^a	1,0 ^a	1,2 ^a
22	1,1 ^{a, b}	1,2 ^{a, b}	0,7 ^b	1,9 ^a
29	1,0 ^a	0,9 ^a	0,9 ^a	2,0 ^a
36	1,6 ^a	1,4 ^a	1,4 ^a	2,0 ^a
43	1,0 ^a	1,2 ^a	2,2 ^a	1,7 ^a
50	1,4 ^a	2,0 ^a	2,7 ^a	1,9 ^a

a, b: médias acompanhadas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Estocagem (dias)	Odor de ranço			
	tratamento I	tratamento II	tratamento III	tratamento IV
2 (Inicial)	0,1 ^a	0,1 ^a	0,1 ^a	0,3 ^a
8	0,1 ^a	0,3 ^a	0,1 ^a	0,3 ^a
15	0,5 ^a	0,5 ^a	0,3 ^a	0,9 ^a
22	0,3 ^b	0,6 ^{a, b}	0,5 ^b	1,2 ^a
29	0,2 ^b	0,4 ^b	0,8 ^{a, b}	1,5 ^a
36	0,4 ^b	0,6 ^{a, b}	0,9 ^{a, b}	1,1 ^a
43	1,0 ^a	0,6 ^a	1,4 ^a	1,1 ^a
50	0,8 ^a	0,6 ^a	0,8 ^a	1,2 ^a

a, b: médias acompanhadas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Estocagem (dias)	Odor envelhecido (metálico / patê de fígado)			
	tratamento I	tratamento II	tratamento III	tratamento IV
2 (Inicial)	0,9 ^a	0,7 ^a	0,8 ^a	1,6 ^a
8	0,4 ^b	0,7 ^b	0,4 ^b	1,2 ^a
15	0,8 ^b	1,0 ^b	0,9 ^b	2,0 ^a
22	0,6 ^b	1,1 ^b	0,8 ^b	2,9 ^a
29	0,6 ^b	1,1 ^b	1,1 ^b	2,4 ^a
36	1,0 ^b	1,4 ^b	1,7 ^{a, b}	2,7 ^a
43	1,3 ^a	1,3 ^a	2,3 ^a	2,4 ^a
50	1,3 ^b	2,0 ^{a, b}	1,9 ^{a, b}	2,6 ^a

a, b: médias acompanhadas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Nome do arquivo: Rafaela Ferrari Bedendi.doc
Pasta: D:\TESES DIGITAIS\TDE2003
Modelo: C:\Documents and Settings\pesquisa\Dados de aplicativos\Microsoft\Modelos\Normal.dot
Título: ÍNDICE GERAL
Assunto:
Autor: P
Palavras-chave:
Comentários:
Data de criação: 3/5/2005 09:22
Número de alterações:4
Última gravação: 13/9/2005 09:44
Gravado por: FEA
Tempo total de edição: 8 Minutos
Última impressão: 13/9/2005 09:45
Como a última impressão
Número de páginas: 122
Número de palavras: 23.714 (aprox.)
Número de caracteres: 135.170 (aprox.)