

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**INFLUÊNCIA DOS TIPOS DE ENVOLTÓRIOS, EMBALAGEM E
TEMPERATURAS DE ESTOCAGEM NA ESTABILIDADE DA
MORTADELA**

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por Regina Helena Muniz Vannucci aprovada pela Comissão Julgadora em 15 de setembro de 1999.

Regina Helena Muniz Vannucci

Engenheira de Alimentos

Campinas, 15 de setembro de 1999


Prof. Dr. José de Assis F. Faria
Presidente da Banca

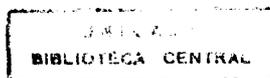
Prof. Dr. José de Assis Fonseca Faria

Orientador

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

Campinas - SP

1999



UNIDADE BC
N.º CHAMADA:
V. Ex.
TOMBO BC/ 39.220
PROC. 229197
C D
PREÇO R\$ 33,00
DATA 27/10/99
N.º CPD

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

V339i

Vannucci , Regina Helena Muniz
Influência dos tipos de envoltórios, embalagem e
temperaturas de estocagem na estabilidade da mortadela /
Regina Helena Muniz Vannucci. – Campinas, SP: [s.n.], 1999.

Orientador: José de Assis Fonseca Faria
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.Carnes – Produtos – Derivados. 2.Estabilidade.
3.Embutidos. 4.Textura. I.Faria, José de Assis Fonseca.
II.Universidade Estadual de Campinas. III.Título.

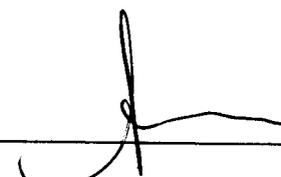
CM-00136440-3

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. José de Assis Fonseca Faria

Orientador



Prof. Dr. Arnaldo Yoshitero Kuayae

Membro



Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício

Membro

Prof. Dr. Marcelo Cristianini

Membro

Campinas, agosto de 1999

Com amor à Maria Helena, minha mãe.

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. José de Assis Fonseca Faria pela orientação e incentivo para realização deste trabalho;
- À Gustavo Rezende Fernandes pelo incentivo para o término deste trabalho;
- À Ana Lourdes Gândara e Kimie Alice Misota Shiosawa pela colaboração durante a realização do trabalho experimental;
- Ao CETEA, em especial à pesquisadora Claire I. G. L. Sarantópolos pela realização dos testes de caracterização das embalagens;
- Ao Frigorífico Martini Ltda pelo fornecimento da mortadela;
- À HOECHST do Brasil Química e Farmacêutica S/A, em especial para Sandro Maróstica pelas orientações no início do trabalho e fornecimento das embalagens;
- Ao Sistema Paulista de Embalagens e Irmãos Shur Ltda pelo fornecimento das embalagens;
- Ao CNPQ – Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico pela bolsa de estudos;
- À FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo auxílio financeiro;
- À todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE GERAL

INDICE DE TABELAS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
INDICE DE ANEXOS	iii
ABREVIações	iv
RESUMO	vi
SUMMARY	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 Aspectos técnicos da produção de mortadela	5
2.2 Materiais de embalagem	10
2.2.1 Poliamidas (PA)	11
2.2.2 Polietileno (PE)	11
2.2.3 Policloreto de vinilideno (PVDC)	11
2.3 Tripas e envoltórios para embutimento	12
2.3.1 Tripas naturais	12
2.3.2 Tripas artificiais	12
2.4 Alterações físico-químicas, sensoriais e microbiológicas em produtos cárneos curados	18
2.4.1 Escurecimento superficial	18
2.4.2 Formação de limo	19
2.4.3 Rancidez	20
2.4.4 Putrefação	21
2.4.5 Acidificação e formação de gás	21
2.4.6 Esverdeamento	22
2.4.7 Contaminação fúngica	25
2.4.8 Descoloração	25
2.4.9 Alterações na textura	26
2.5 Estimativa da estabilidade ou vida-de-prateleira	27
2.5.1 Atividade de água	30
2.5.2 Isotermas	34

3. MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1 Processamento da mortadela	36
3.2 Embalagens utilizadas	36
3.3 Estudo da estabilidade	38
3.3.1 Análises físico-químicas	39
3.3.2 Análises microbiológicas	40
3.3.3. Análise sensorial	42
3.4. Determinação da isoterma	43
3.5. Caracterização das embalagens	43
3.5.1 Identificação dos componentes da estrutura	44
3.5.2 Espessuras parcial e total	44
3.5.3 Gramatura	44
3.5.4 Taxa de permeabilidade ao vapor d'água	44
3.5.5 Taxa de permeabilidade ao oxigênio	45
3.6 Análise estatística	45
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1 Caracterização dos materiais	46
4.2 Perda de peso da mortadela em função dos tratamentos	47
4.3 Análises físico químicas	49
4.4 Análise sensorial	51
4.5 Análises microbiológicas	54
4.6 Isoterma	58
4.7 Textura	60
5. CONCLUSÃO	63
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Valores de Aa em alguns alimentos de umidade intermediária	31
TABELA 2. Embalagens utilizadas para embutimento da mortadela	36
TABELA 3. Tratamentos utilizados no estudo de estabilidade da mortadela	38
TABELA 4. Valores de espessura, gramatura e taxas de permeabilidade ao oxigênio (TPO ₂) e vapor d'água (TPVA) das embalagens	46
TABELA 5. Resultados médios das análises de composição química no início e final (70 dias) do experimento	51
TABELA 6. Médias de aceitação na análise sensorial da mortadela	52
TABELA 7. Avaliação microbiológica da flora patogênica da mortadela	54
TABELA 8. Contagem de bolores e leveduras na superfície (UFC/cm ²) das mortadelas	55
TABELA 9. Contagem total de microrganismos mesófilos (UFC/g) das mortadelas	56
TABELA 10 Contagem de bactérias lácticas (UFC/g) das mortadelas	58

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Principais tipos de envoltórios utilizados na fabricação de embutidos	13
FIGURA 2. Fluxograma da produção da mortadela utilizada no experimento	37
FIGURA 3. Perda de peso das mortadelas estocadas a 5, 15 e 25 °C em envoltório de celulose fibrosa (ECF), envoltório de poliamida (EPA) e envoltório de celulose fibrosa com acondicionamento a vácuo em polietileno / etileno / acetato de vinila / poliamida (EFC+PE/EVA/PA)	48
FIGURA 4. Umidade das mortadelas estocadas a 5, 15 e 25 °C em envoltório de celulose fibrosa (ECF), envoltório de poliamida (EPA) e envoltório de celulose fibrosa com acondicionamento a vácuo em polietileno / etileno/acetato de vinila / poliamida (EFC+EFC+PE/EVA/PA)	49
FIGURA 5. Valores de pH das mortadelas estocadas a 5, 15 e 25 °C em envoltório de celulose fibrosa (ECF), envoltório de poliamida (EPA) e envoltório de celulose fibrosa com acondicionamento a vácuo em polietileno / etileno/acetato de vinila / poliamida (EFC+EFC+PE/EVA/PA) no decorrer da estocagem	53
FIGURA 6. Isoterma da mortadela a 25 °C	60
FIGURA 7. Comportamento das forças de compressão e ruptura na mortadela marca Martini em função da umidade utilizando o <i>probe</i> de 35 mm de diâmetro e a lâmina de corte Warner Brazler no texturômetro TA-XT2 marca <i>Stable Micro Systems</i>	62

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
ANEXO A. Ficha para avaliação sensorial utilizada pelos provadores	74
ANEXO B. Sais utilizados para determinação da isoterma e percentual de umidade do sistema em equilíbrio	75
ANEXO C. Perda de peso (%) das mortadelas no decorrer da estocagem	76
ANEXO D. Umidade (%) das mortadelas no decorrer da estocagem	77
ANEXO E. Valores de pH das mortadelas no decorrer da estocagem	78

ABREVIações

A_a: atividade de água

A_a-SSP: *shelf-stable-product* estável pela atividade de água

ANOVA: Análise de variância univariada

APT: *All purpose medium with tween 80*

APPCC: Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle

BGA: ágar verde brilhante

BHI: infusão de cérebro e coração

CNTP: condições normais de temperatura e pressão

DINAL: Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos

HE: ágar Hecktoen entérico

ECF: envoltório de celulose fibrosa

ECF+PE/EVA/PA: envoltório de celulose fibrosa sem revestimento interno e/ou externo + acondicionamento a vácuo de polietileno / etileno e acetato de vinila / poliamida

EPA: envoltório de poliamida

F-SSP: *shelf-stable-product* estável pelo cozimento

LST: lauril sulfato triptona

MIT: *Massachusetts Institute of Technology*

NMP: número mais provável

P: valor da pressão de vapor de água do alimento

P₀: valor máximo de pressão de vapor de água pura à uma certa temperatura

PA: poliamida

PCA: ágar padrão para contagem

PDA: ágar batata dextrose

PE: polietileno

PE/EVA/PA: polietileno / etileno e acetato de vinila / poliamida

PET: polietileno tereftalato

PP: polipropileno

PVDC: policloreto de vinilideno

pH-SSP: *shelf-stable-product* estável pelas condições de pH

SFP: *Shahidi Ferguson Perfringens*

SSP: *shelf-stable-products*

TPO₂: taxa de permeabilidade ao oxigênio

UFC: unidade formadora de colônia

URE: umidade relativa de equilíbrio

XLD: *Xylose Lysine desoxycholate citrate*

RESUMO

Mortadelas foram processadas na forma convencional e acondicionadas em três tipos de embalagem: envoltório de celulose fibrosa sem revestimento interno e/ou externo, envoltório de celulose fibrosa embalado a vácuo em polietileno/etileno e acetato de vinila/poliamida (PE/EVA/PA) e envoltório de poliamida. Os produtos foram estocados por 70 dias nas temperaturas de 5, 15 e 25 °C, totalizando 9 tratamentos e realizavam-se, periodicamente, determinações de pH, perda de peso, umidade, contagem total de mesófilos, contagem de bactérias lácticas, contagem bolores e leveduras na superfície e análise sensorial. Além dessas análises, foram realizadas no início e final do período de estocagem (70 dias) determinações de proteína, cinzas, gordura, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Clostridium* sulfito-redutores à 46 °C e coliformes fecais. Resultados indica que a temperatura de estocagem e o tipo de envoltório tiveram forte influência na estabilidade do produto, principalmente em relação a perda de peso e conseqüentemente na textura, aceitação sensorial, composição química e qualidade microbiológica. Os produtos em envoltório de celulose fibrosa sem revestimento interno e/ou externo, proporcionaram considerável perda de peso e a aceitação sensorial foi comprometida em tempo menor que 14 dias de estocagem a 5, 15 e 25 °C. A embalagem de poliamida também proporcionou significantes perdas de peso, embora menores que aquelas obtidas nos produtos acondicionados em envoltório de celulose fibrosa sem revestimento interno e/ou externo. A condição estudada que melhor preservou a estabilidade da mortadela foi o produto acondicionado em envoltório de celulose fibrosa sem revestimento interno e/ou externo embalado a vácuo em polietileno/etileno e acetato de vinila/poliamida mantido a 5 °C.

SUMMARY

Mortadella sausages were conventionally processed and stored in three kinds of packaging: fibrous cellulose casing without internal and/or external protection; fibrous cellulose casing vacuum packed in polyethylene/ethylene and vinyl acetate/polyamide (PE/EVA/PA) and polyamide casing. The products were stored for 70 days at 5, 15 and 25 °C totalling 9 treatments. It was carried out periodically the following analyses: pH, weight loss, total humidity, mesophyllous count, lactic bacteria count, mould and yeast on the surface, and sensorial analyses. Besides these analyses, it was also carried out in the beginning and at the end of the period of storage, protein, ashes, fat, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, reducing sulfite *Clostridium* at 46 °C and faeces colyforms count. Results showed that the storage temperature and the kind of casing had strong influence on the product stability, mainly, regarding the weight loss and consequently in the texture, sensorial quality, chemical composition, and microbiological count. The products in fibrous cellulose casing without internal and/or external protection showed a great weight loss, and the sensorial acceptance was affected in 14 days at 5, 15 and 25 °C. The polyamide casing also showed a great weight loss although lesser than those obtained in the fibrous cellulose casing without internal and/or external protection. The studied condition which best preserved mortadela stability was the product kept in fibrous cellulose casing in vacuum packed made of polyethylene/ethylene and vinyl acetate/polyamide (PE/EVA/PA) stored at 5 °C.

1. INTRODUÇÃO

A embalagem é um fator importante que atrairá o consumidor, fazendo-o levar o alimento das prateleiras do estabelecimento comercial para sua casa. Além de ter uma função mercadológica, a embalagem deve garantir que o produto mantenha suas qualidades naturais para o consumidor, ou seja ela deve promover uma vida-de-prateleira. No desenvolvimento de embalagens devem ser considerados vários fatores como composição química do alimento, condições de estocagem, custo, etc. Desta forma, as diferentes embalagens e formas de produção podem ser desenvolvidas para um mesmo produto, dando origem a uma maior ou menor vida-de-prateleira (LUNDQUIST, 1987).

A maioria dos envoltórios utilizados para produção de embutidos cárneos não são fabricadas no Brasil sendo assim importadas dos EUA e Europa. Por este fato, poucas pesquisas existem no país relacionando propriedades destes envoltórios com a qualidade do produto acondicionado nestas embalagens. Obviamente, é de grande interesse das indústrias de embalagem, importadoras de envoltórios e dos fabricantes de derivados da carne, que se tenha dados científicos comprovando as diferenças em qualidade e vida-de-prateleira de produtos acondicionados em embalagens normalmente comercializados neste setor.

Uma parte da população brasileira, da classe de mais baixa renda, está impossibilitada de desfrutar de uma boa alimentação, principalmente daquela decorrente do consumo de produtos processados de origem animal que, em sua maioria, possuem preços mais elevados, quando comparados à produtos de origem vegetal. Neste contexto, entretanto, a mortadela é um produto bastante consumido no Brasil, devido ao sabor agradável que possui e também em função do seu preço mais acessível, em comparação a outros produtos cárneos como o presunto. Apesar disso, ainda percebe-se o preconceito por parte de algumas classes sociais em relação ao consumo de mortadela, decorrente principalmente da fabricação de produtos de baixa qualidade existentes no mercado, qualidade esta que pode ser melhorada através de pesquisas científicas, tão pouco realizadas neste setor de carne e derivados.

Envoltórios de celulose fibrosa possuem maior custo em relação aos envoltórios de poliamida, dependendo da coloração destas últimas sendo ambas utilizadas para fabricação de mortadela. Diante desta diferença de custo, é interessante e oportuno verificar em que situações existe viabilidade do uso de embalagens com preços mais elevados.

Conforme o artigo TRIPAS e embutidos – uma evolução simultânea (1992), os embutidos são constituídos basicamente por carne moída e/ou triturada e, portanto, é preciso dar-lhe forma para um processamento posterior. Obviamente, nem todos os produtos cárneos requerem um embutimento, como os enlatados e certos tipos de frios.

A massa pastosa, com capacidade de fluir, requer um invólucro. Na maioria dos embutidos, empregam-se envoltórios que conferem a forma e a estabilidade definitiva. Inicialmente, empregavam-se somente as tripas provenientes do abate, mas hoje utilizam-se, além destas, as tripas artificiais denominadas envoltórios que surgiram no final do século XX, devido ao aumento do consumo de embutidos cárneos e maior desenvolvimento de equipamentos para o processamento, visto que as tripas naturais já não eram mais suficientes para atender a demanda tecnológica do processamento de embutidos (CENTRO DE TECNOLOGIA DA CARNE, 1993b).

A boa envoltura confere à carne moída coesão, forma e medida, protegendo o conteúdo das influências externas do ambiente de comercialização. Evidentemente, tanto as tripas naturais como as artificiais, necessitam cumprir determinados requisitos higiênicos, qualitativos e tecnológicos, com o objetivo de se obter um produto isento de defeitos (PRICE et alii, 1993).

A abundância de produtos de baixa qualidade no mercado, fabricado por pequenas indústrias, fez com que a mortadela tivesse uma imagem negativa por parte dos consumidores (MARZULLI, 1990 e MATAVELLI, 1992). Este fato gerou o preconceito ao consumo do produto, por alguns consumidores (MARZULLI, 1990 ; GIACCHETTA, 1989 ; MIELENHAUSEN, 1989).

Segundo GIACCHETTA (1989), até pouco tempo atrás, pouco havia sido feito para melhoria da qualidade da mortadela. Porém, conforme o artigo MORTADELA: produtores se preparam para aumento de consumo (1992), muitos frigoríficos têm mostrado interesse e investido neste produto, tanto

em produção quanto na melhoria de qualidade e, em especial no aspecto mercadológico da mortadela. É significativa a tendência de crescimento no consumo de mortadela, diante da recessão econômica que leva certamente a população a substituir alimentos caros pelos de preços mais acessíveis.

Mas, de acordo com ROMANHOLI (1992), isto foi possível graças à colaboração promocional, não só de grandes indústrias, mas também daquelas de portes médio e pequeno, visando maior consumo e ainda trazendo maior nobreza ao produto. A mortadela não está sendo vendida apenas pelo fator preço, mas também pelo desejo de consumi-la (CENTRO DE TECNOLOGIA DA CARNE, 1993a).

De acordo com o artigo MORTADELA: produtores se preparam para aumento de consumo (1992), a produção nacional de mortadelas foi em torno de 150 mil toneladas em 1991. A liderança do mercado nacional deste embutido divide-se entre as marcas comerciais Sadia, que obteve a maior produção em 1991 e a Perdigão, que manteve a liderança de 1986 a 1990. Os frigoríficos Ceval e Ceratti também possuem parcela significativa na produção nacional, com este último mantendo a preferência na grande São Paulo. ROMANHOLI (1992), destaca também o frigorífico Marba. Em 1996, a Sadia deteve a liderança do mercado com 28,2 %, seguida da Perdigão (14,8 %), Chapecó (5,1 %), Seara (3,8 %) e Aurora (0,9 %) (WALLIS & KENNEDY, 1996).

A produção de mortadela tem aumentado significativamente. Em 1989, a produção foi em torno de 100000 toneladas enquanto que em 1996, este número cresceu para 160000 toneladas (WALLIS & KENNEDY, 1996).

RUST (1987) afirma que a produção de mortadelas está em torno de 13 % do total de embutidos.

Muito pode ser feito para a melhoria de qualidade deste produto, já que o Brasil é carente de pesquisas e estudos na área de carnes e derivados (FELÍCIO, 1992).

Este trabalho teve como objetivos, avaliar físico-química, sensorial e microbiologicamente, mortadelas embutidas em envoltórios fabricados com polímeros à base de celulose e poliamida, determinar a vida-de-prateleira da mortadela nas referidas embalagens quando armazenadas a 5, 15 e

25 °C e correlacionar as características de proteção das embalagens com as alterações físico-químicas, microbiológicas e sensoriais ocorridas no produto.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos técnicos da produção de mortadela

As funções básicas da embalagem e acondicionamento de alimentos remontam a muito tempo na história da humanidade. Antigamente já se utilizavam embalagens para conservar, proteger e acondicionar alimentos vitais para sua sobrevivência. Assim as embalagens devem cumprir as funções básicas de seus propósitos, ou seja: proteger, conservar, facilitar o uso, estocar, transportar e comercializar bens de consumo e duráveis. No período que compreende a Idade Média, com a necessidade dos excedentes de produção, o conceito regional de mercado extrapola seus próprios limites de atuação e horizontes de conquista. Além desta questão, a necessidade de se manter provisões para o período de inverno em países onde esta estação do ano é muito rigorosa, propiciou o surgimento de produtos que ainda hoje consumimos em nossos lares, como por exemplo os embutidos curados, cozidos e defumados (CABRAL, 1991).

FELÍCIO (1987) classifica os produtos cárneos de acordo com os métodos de processamento que implicam em características possíveis de serem identificadas no produto acabado. Uma primeira divisão se faz em produtos *cominuidos*, onde a matéria-prima é picada, moída ou triturada e produtos *não-cominuidos* que incluem as carnes usadas em peças íntegras ou grandes pedaços, não fragmentados. Lingüiças são produtos classificados como *cominuidos*, enquanto que bacon, charque e presunto, como *não-cominuidos*. Dependendo do grau de *cominuição*, os embutidos são caracterizados como de *cominuição grosseira*, como lingüiças e salames, ou *finas* como salsichas e mortadelas. Quando a massa é finamente moída, ela se torna muito viscosa possuindo muitas características de uma emulsão, porém se criticamente analisadas não devem ser assim definidas (HEDRICK et alii, 1994). Muitos autores consideram alguns produtos cárneos como uma emulsão, porém o termo *emulsão* é definido como sendo um sistema bifásico de dois líquidos imiscíveis, onde um está disperso no outro, referindo-se então às fases contínua e descontínua (ou dispersa) (CANHOS & DIAS, 1983 e KRAMLICH, 1970). Em uma emulsão verdadeira, as partículas de gordura têm tamanho entre 0,1 e 0,5 μm e a proteína é o agente *emulsificante* ou *estabilizante*. As emulsões cárneas não possuem as

propriedades clássicas e, portanto, não podem ser consideradas como emulsões verdadeiras. A *emulsão cárnea* é uma suspensão coloidal complexa, não totalmente homogênea e suas partículas dispersas possuem tamanho de 10 a 50 μm . A fase dispersa é constituída por partículas de gordura, fibras musculares, aditivos, farináceos, etc, e a fase contínua é constituída por água, sal, proteínas hidro-solúveis e outros elementos solúveis. Por esse motivo alguns autores preferem o termo *massa cárnea* no lugar de *emulsão* (BETANHO et alii, 1994).

Existem várias formas de classificação dos produtos cárneos. HEDRICK et alii (1994), por exemplo, classificam os produtos cárneos cominuídos e temperados em 6 categorias, dependendo do método de processamento dos mesmos: 1- frescos; 2- crus e defumados; 3- cozidos e defumados (mortadela por exemplo); 4- cozidos; 5- secos, semi secos ou fermentados e 6- especialidades cárneas cozidas.

Leistner e Wirth et alii, citados por HECHELMANN & KASPROWIAK (1992), classificam as conservas cárneas em seis tipos, de acordo com a ação térmica empregada e a consequente destruição microbiana alcançada: semi-conservas, conservas cozidas em recipientes abertos, conservas três-quartos, conservas totais, conservas para zonas tropicais e *shelf-stable-products* (SSP). Os três primeiros tipos só se mantêm estáveis sob baixas temperaturas, enquanto que os três últimos podem ser armazenados sem refrigeração, o que traz grandes vantagens por razões econômicas.

LEISTNER (1994) afirma que o tipo de tratamento térmico aplicado aos SSP (70 - 110 °C) por não requererem refrigeração, simplificam sua distribuição e poupam gastos durante a estocagem, além de melhorar propriedades sensoriais e nutricionais do alimento. Um alimento que possui atividade de água abaixo de 0,95 e pH inferior a 5,2 não necessita de refrigeração e trata-se de um SSP, ou seja, estável à temperatura ambiente (LEISTNER, 1976).

A conservação e a segurança sanitária dos SSP depende da combinação de uma série de obstáculos: efeito do cozimento (valor F), atividade de água (A_w), pH, potencial de oxi-redução (Eh), substâncias conservadoras e conteúdo inicial de microrganismos (HECHELMANN & KASPROWIAK, 1992; LEISTNER, 1986 e STIEBING, 1986). TÄNDLER (1986) ressalta a importância de se considerar o

efeito do oxigênio e da luz na conservação de embutidos cozidos. Desta forma, os SSP podem ser classificados, de acordo com os fatores de maior importância para a estabilidade dos mesmos: F-SSP, A_a -SSP e pH-SSP (HECHELMANN & KASPROWIAK, 1992 e LEISTNER, 1994). LEISTNER (1994) classifica os SSP também em um quarto tipo que seria uma combinação dos parâmetros acima e exemplifica produtos que se enquadram nesta classificação. As salsichas tratadas termicamente são exemplos de F-SSP. Podem ser estocadas sem refrigeração por várias semanas sem causar problemas de intoxicação alimentar ou deterioração. Um exemplo de pH-SSP muito apreciado na Grã-Bretanha é o *gelderse rookworst*, um embutido que tem seu pH ajustado devido a adição de glucona- δ -lactona. Este produto recebe um aquecimento em torno de 80 °C para eliminar organismos vegetativos. Esporos sobreviventes são inibidos principalmente pelo pH, mas também pelo nitrito, atividade de água e disponibilidade de oxigênio. Os A_a -SSP pertencem a um grupo de produtos cárneos conhecido e apreciado pelos consumidores por muitos anos, onde se encontra classificada a tradicional *mortadela italiana* (HECHELMANN & KASPROWIAK, 1992 e LEISTNER, 1994). GIACCHETTA (1989) lembra que este é um produto milenar.

Em resumo, a combinação destes fatores, ou seja valores de pH, A_a juntamente com a disponibilidade de oxigênio, irão fazer com que o produto seja mais ou menos estável. Qualquer alteração em um desses parâmetros poderá refletir de forma benéfica ou prejudicial na estabilidade biológica do alimento em questão.

Uma definição de mortadela é dada por RUST (1975) e CANHOS & DIAS (1983): "produto elaborado a partir de carnes bovina e suína, picadas e condimentadas, com adição de cubos de toucinho de porco, embutido em tripa natural (bexiga) ou artificial, cozido e defumado". A etapa de defumação nem sempre é necessária na fabricação deste produto (FELÍCIO, 1987 e PEARSON & TAUBER, 1984). A redução da A_a da mortadela é alcançada pela formulação e secagem durante o cozimento, chegando a valores próximos ou inferiores a 0,95. Esta é uma importante forma de industrialização da carne (BRUM & TERRA, 1989).

A Secretaria de Inspeção de Produto Animal, em 1990, estabeleceu a seguinte classificação para a mortadela a ser produzida nas indústrias sob sua jurisdição (PARDI et alii, 1996):

Mortadela tipo A: produto constituído de carne bovina (dianteiro desossado), carne suína, toucinho, aditivo e especiarias. Nesta classificação deve constar na embalagem do produto “não contém amido”;

Mortadela tipo B: produto constituído de carne bovina e/ou suína, toucinho, amido (até 5 %), aditivos e especiarias;

Mortadela tipo C: produto constituído de carne de diferentes espécies animais, inclusive “carne mecanicamente separada”, matérias primas consideradas de qualidade inferior (miolos, tendões, plasma, bucho, medula, pele), toucinho, amido (5 %), proteína de soja, aditivos e especiarias.

Imitação de mortadela: produto obtido nos mesmos termos da *mortadela tipo C*, no qual poderá ocorrer maior adição de amido (até determinado limite).

Sob o pretexto de que esta classificação contrariava a política de economia do mercado, a mesma foi cancelada, fato que sem uma alternativa válida, tumultua e desqualifica um dos produtos de maior aceitação popular. Tratava-se de um padrão provisório, discutível em virtude de suas falhas, mas era um ponto de partida para uma classificação e tipificação oficiais que com discussão poderiam aperfeiçoar-se (PARDI et alii, 1996).

HECHELMANN & KASPROWIAK (1992), cita alguns cuidados necessários durante a fabricação da mortadela para a perfeita segurança e estabilidade do produto e LEISTNER (1994) define quais perigos devem ser considerados como PCC:

- aquecimento até obtenção de temperatura central de 75 °C para inativar, de forma segura, os microrganismos vegetativos;
- uso de recipientes fechados (preferencialmente envoltórios) no cozimento, para evitar recontaminação após o tratamento térmico;

- obtenção de A_w -SSP inferior à 0,95, para evitar desenvolvimento de esporos bacterianos, já que o aquecimento é moderado nos produtos deste tipo;
- manutenção do valor E_h relativamente baixo para inibir *Bacillus* aeróbios que suportam os valores de atividade de água destes produtos;
- prevenção do desenvolvimento de fungos na superfície em envoltórios permeáveis ao vapor de água, através da defumação, tratamento com sorbato de potássio ou acondicionamento a vácuo;
- cozimento sob temperaturas de no mínimo 75 °C,;
- atividade de água abaixo de 0,95 já que o tratamento térmico é mais ameno (quando comparado aos F-SSP) e então os esporos de *Bacillus* e *Clostridium* são menos afetados;
- valor de E_h baixo para contribuir com a inibição de *Bacillus* que toleram a baixa atividade de água;
- pH abaixo de 6,2;
- preservação do produto íntegro (sem cortes ou fatiamento);
- prevenção do crescimento de fungos devido à penetração de vapor d'água na superfície, podendo ser controlado por defumação, tratamento com sorbato ou ainda embalagem a vácuo.

Essas observações estão em concordância com aquelas de HECHELMANN & KASPROWIAK (1992).

Em mortadelas, usa-se tradicionalmente tripas bovinas, empregando-se atualmente também tripas artificiais permeáveis aos vapores de água e aos gases da defumação. O desenvolvimento de fungos pode ser impedido ou minimizado pelo emprego de envoltórios impermeáveis ao vapor de água (STIEBING, 1987).

2.2 Materiais de embalagem

O conhecimento da natureza de um material de embalagem é aconselhável a fim de facilitar a interpretação dos resultados fornecidos pelo mesmo (PADULA et alii, 1989). O papel da embalagem hoje não afeta apenas o *marketing*, mas também a redução de custos além de proporcionar um bom nível de qualidade do produto. A vida-de-prateleira de um alimento não depende apenas de sua qualidade intrínseca, mas também da estabilidade que a embalagem pode oferecer para o mesmo (LAZARIDES et alii, 1988).

A espessura do material plástico é um parâmetro importante que tem relação não apenas com a resistência mecânica, mas também com a permeabilidade a gases e vapor d'água. É importante avaliar a homogeneidade na espessura de um material. A não homogeneidade, acarreta problemas no seu desempenho, diminuindo a resistência mecânica e/ou alterando a sua permeabilidade. Altas taxas de permeabilidade ao vapor d' água podem provocar perda de peso, ressecamento, alterações na cor e textura de determinados alimentos (PADULA et alii, 1989). A conservação, a qualidade, o frescor e o sabor dos embutidos e outros produtos cárneos são parâmetros fortemente influenciados pelo envoltório utilizado em sua elaboração (EFFENBERGER & WALSRÖDE, 1987).

Existe uma grande variedade de materiais usados para embalar produtos cárneos frescos, processados e congelados. Na maioria dos casos, a embalagem é elaborada por uma combinação de materiais que é capaz de produzir uma estrutura que possui muitas propriedades que não seria possível se fosse utilizado um material único. Um exemplo é o EVOH (Etileno Vinil álcool) que possui ótimas propriedades de barreira ao oxigênio, porém quando absorve umidade esta propriedade é comprometida. Esse inconveniente pode ser resolvido aplicando-se um material de boa barreira à umidade ao EVOH. Ao se escolher um material de embalagem, deve-se considerar várias propriedades como permeabilidade ao oxigênio e vapor d'água, durabilidade, selabilidade, resistência a altas temperaturas, custo, necessidades de *marketing*, etc (RUST, 1987).

As características de alguns materiais plásticos citadas por HANLON (1984) e EVANGELISTA (1994), são descritas a seguir.

2.2.1 Poliamidas (PA)

Os tipos mais comuns são 6/6, 6 e 6/10, 11, 12 e 66. O tipo 6/6 é o mais comum. Possui boa resistência (4 vezes mais resistente que o PE) e permeabilidade ao oxigênio (80 vezes maior que PE). Suporta temperaturas até 140 °C sendo portanto muito usado como embalagem esterilizável, apesar de possuir alta permeabilidade à umidade. É difícil de ser fechado sozinho e possui alto custo. As poliamidas são resistentes a alcalis e ácidos diluídos, mas não a ácidos fortes ou agentes oxidantes. Não possuem gosto, odor ou toxicidade e quando for necessária maior resistência à umidade, podem ser combinadas com PE. Podem originar filmes bastante transparentes.

2.2.2 Polietileno (PE)

Obtido pela polimerização do etileno, destaca-se por sua versatilidade. Possui alta permeabilidade ao oxigênio e gás carbônico, e é ótima barreira ao vapor d'água. É bastante resistente ao rasgamento (pode até dificultar o consumidor a abrir a embalagem), possui fácil termo-soldagem, custo relativamente baixo e temperatura de trabalho entre 50 e 70 °C. Pode ser elaborado em alta e baixa densidade. O PE de alta densidade possui melhores propriedades porém quase não é usado devido ao custo que é o dobro do de baixa densidade. O PE de alta densidade é mais rígido, resiste à água fervente e ao vapor, é três vezes mais eficiente quanto a passagem de oxigênio e 2 vezes quanto à umidade. A transparência do filme é variável, mas filmes claros podem ser obtidos se necessário. LUNDQUIST (1987), comenta sobre a combinação de EVA em PE. O EVA é um excelente agente selante, possuindo capacidade de formar as dobraduras que darão hermeticidade à embalagem. Além disso o EVA melhora as propriedades do PE, tornando-o mais resistente.

2.2.3. Policloreto de vinilideno (PVDC)

Ainda de acordo com HANLON (1984) e EVANGELISTA (1994), o PVDC é elaborado a partir da polimerização do cloreto de vinilideno, resultando em produtos de variada consistência, de flexíveis a rígidos. Usualmente, o PVDC é copolimerizado com PVC e assim é conhecido comercialmente como

Saran ou *Cryovac*. Dos filmes transparentes é o que apresenta as melhores propriedades de barreira à umidade e aos gases. Pode encolher cerca de 40 % do seu volume e é 4 – 5 vezes mais resistente que o PE. Possui custo elevado. Devido as propriedades de encolhimento, o PVDC tem fraca maquinabilidade, sendo que as temperaturas de trabalho devem ser bem controladas para evitar problemas.

2.3 Tripas e envoltórios para embutimento

2.3.1 Tripas naturais

Antes do surgimento das tripas artificiais, em meados de 1920, as tripas naturais eram usadas como o único invólucro disponível para a fabricação de embutidos, obtidas a partir do trato intestinal alimentar de animais (KRAMLICH, 1970). Conforme EFFENBERGER (s. d.), os intestinos mais usados são os de bovinos, suínos e ovinos. Entretanto, ocasionalmente, usam-se também os de cavalo, vitelo e cabra. O aproveitamento dos intestinos e outros órgãos como a bexiga, esôfago e estômago é diferenciado, variando conforme a espécie do animal.

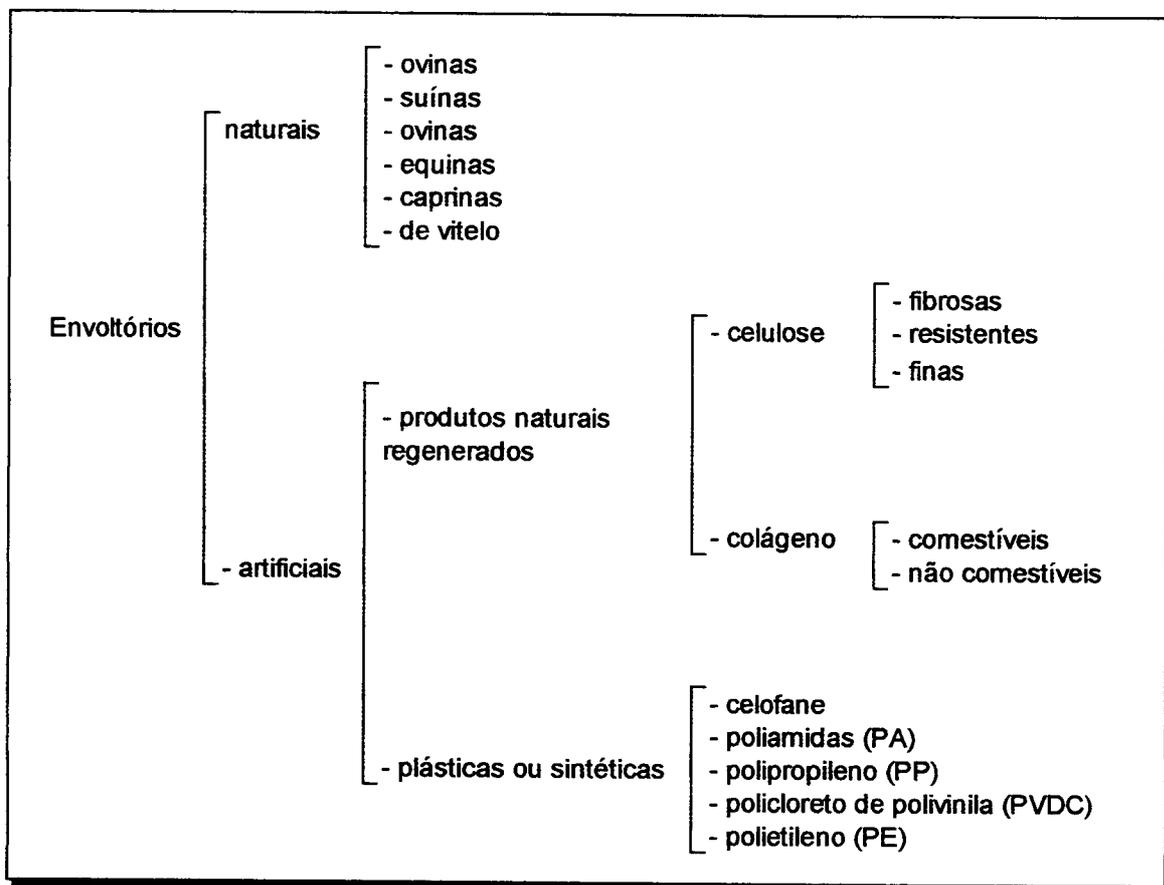
As tripas naturais, para serem usadas como invólucros em embutidos, devem estar bem limpas, com pouca ou nenhuma gordura, serem inodoras e possuírem condições microbiológicas favoráveis para que o produto não seja prejudicado em seu aspecto de cor, sabor e odor e, ainda, devem se adaptar à massa embutida, quando esta se retrai, não deixando espaço livre (PRICE et alii, 1993).

2.3.2 Tripas artificiais

No início da fabricação de tripas artificiais, estas eram elaboradas com os mais diversos materiais e consideradas como um *envoltório de substituição*. Mas, os resultados de seu uso eram melhores do que as exigências da prática. Com os trabalhos de investigação e pesquisa feitos nesta área, a tripa artificial chegou a atingir o seu atual valor comercial (EFFENBERGER, s. d.).

É necessária uma definição condizente para o fabricante, vendedor, usuários e serviços oficiais de normalização de produtos, assim como centros de vigilância e investigação. A norma DIN (*Deutsche Industrie Norm*) número 55405 citada por EFFENBERGER (s. d.), dá uma definição ampla de tripa artificial: "tubo feito com substâncias naturais, de plástico ou de uma combinação de ambos, fechados por meio de barbantes, grampos ou nós, não sendo adequado para o consumo humano". Apesar desta norma estabelecer que a tripa artificial não está destinada ao consumo humano (aplicável para a maioria das tripas), existem exceções como as tripas de colágeno reconstituído.

Os envoltórios podem ser classificados de acordo com a matéria prima de fabricação, conforme ilustra a FIGURA 1.



Fonte: EFFENBERGER (s. d.), TRIFICEL S. A. IND. E COMÉRCIO (s. d.),FRIGOBRÁS - SADIA, (1992).

FIGURA 1. Principais tipos de envoltórios utilizados na fabricação de embutidos

Envoltórios de celulose

De acordo com KRAMLICH (1970), os envoltórios de celulose permitem fabricar embutidos com uma ampla variedade de comprimentos e diâmetros. São manipulados com facilidade, acomodam-se uniformemente, são resistentes à ruptura e permeáveis aos gases de defumação.

O algodão é a principal matéria-prima utilizada na manufatura dos envoltórios de celulose, através dos processos de dissolução, regeneração e extrusão de suas fibras. Como fonte de celulose, usa-se também polpa de madeira. Estes envoltórios podem ser de três tipos: celulósicos finos, resistentes e fibrosos. Os celulósicos finos são utilizados na fabricação de diversos tipos de embutidos que se comercializam sem o envoltório, como as salsichas tipo *Frankfurt*, e as defumadas e enlatadas tipo Viena. Podem ser claros ou coloridos nas cores laranja, cereja ou vermelho, impregnando na superfície do produto uma substância hidro-solúvel, aprovada pela legislação. Este tipo de invólucro é fabricado em segmentos de comprimento desejado para facilitar o enchimento e, uma vez recheado, é estrangulado por torção e em seguida pendurado no suporte do defumador, e cozido. Durante este período, forma-se na superfície do produto que mantém contato com o envoltório, uma película ou pele gelatinosa de proteína coagulada. É necessário que a referida pele tenha uma superfície lisa, para que o envoltório artificial possa ser retirado facilmente. Apesar dos envoltórios de celulose não serem perigosos ao serem ingeridos, e mesmo que tenham sabor artificial, não se recomenda a sua ingestão por apresentarem mastigação difícil. RUST (1987) afirma que estes envoltórios são feitos de um material impermeável à fumaça e um pouco à umidade mas é relativamente impermeável à gordura e outras moléculas de alto peso molecular. A permeabilidade do envoltório pode ser afetada pelas condições de umidade do ambiente no qual está. Altas condições de umidade levam maiores níveis de permeabilidade e da mesma forma ambientes secos tendem a reduzi-la.

Os envoltórios de celulose resistentes são fabricados em uma grande diversidade de tamanhos e cores. Analogamente às tripas finas, é preciso mantê-los submersos em água, para que amaciem antes de serem usados, razão pela qual não são tingidos com corantes hidro-solúveis. No comércio, é possível adquirir três tipos de celulósicos resistentes: normal, de alta elasticidade e fino. Os envoltórios

elásticos são tratados de forma especial, para melhorar sua elasticidade e retração (FRIGOBRÁS - SADIA, 1992).

Os envoltórios fibrosos são os mais resistentes que se fabricam nesta classificação. CABRAL (1992) afirma que este tipo possui insuficiente disponibilidade no Brasil, o que leva aos grandes frigoríficos recorrerem às importações da Europa e EUA. De acordo com a FRIGOBRÁS - SADIA (1992), estes envoltórios são indicados quando se deseja que os embutidos elaborados possuam a máxima uniformidade de diâmetro. Constam de uma base de papel de fibras longas impregnada de celulose. Muitas das propriedades dos envoltórios fibrosos são derivadas do uso deste papel para sua elaboração. Para que estas propriedades se mobilizem, é necessário que os envoltórios sejam umedecidos, pois secos possuem resistência, porém não elasticidade. Assim, faz-se uma umidificação do material, conhecida como remolhagem em água a 40 - 50 °C, por duas a três horas, para uma correta combinação entre resistência e estiramento, permitindo o embutimento adequado. RUST (1987) enfatiza as vantagens de uniformidade e maquinabilidade, inclusive em operações de alta velocidade. Os envoltórios de celulose são indicados quando objetiva-se um controle rigoroso do peso e boa estabilidade dimensional. O autor exemplifica tipos de tripa específicos de acordo com a finalidade. Por exemplo, um embutido semi-seco requer uma tripa capaz de encolher no produto durante a secagem. Por isso, desenvolvem-se tripas tratadas com proteínas que conferem esta propriedade de encolhimento. Este tipo de tripa adere-se fortemente à superfície da carne, e conforme o embutido começa a encolher, o envoltório o acompanha. Se essa aderência não é bem firme ou até mesmo não existe, o envoltório pode até mesmo ser separado do produto, conferindo uma aparência indesejável. Se excesso de umidade é aplicado no envoltório antes do embutimento, problemas na aderência também poderão ocorrer. Para produtos que serão fatiados, envoltório fibroso facilmente desprendível é o mais indicado, pois pode ser retirado antes do fatiamento. Para facilitar a operação de fatiamento (nas extremidades do embutido), usam-se tripas de longo comprimento. Para manter a estabilidade dimensional durante o processamento, embutidos maiores que 61 cm (24 polegadas) são processados na posição horizontal. Se pendurados na posição vertical, podem sofrer alguma distorção. Um terceiro tipo de envoltório fibroso são aqueles a prova d'água, usados quando o produto é cozido em água.

Neste caso, uma camada de PVDC é aplicada interna ou externamente, conferindo impermeabilidade ao envoltório.

Envoltórios de colágeno

Os envoltórios de colágeno reconstituído são um excelente exemplo da habilidade do homem, para reconstituir produtos naturais em outros de maior utilidade, com propriedades desejadas para devida finalidade de uso (KARMAS, 1974). KRAMLICH et alii (1973) relatam que a matéria-prima utilizada para fabricação é o colágeno animal, encontrado no couro, tendões e em outros tecidos conjuntivos.

Segundo RUST (1975), os envoltórios de colágeno de pequeno diâmetro são produzidos em dois tipos, sendo um para embutidos frescos e outro para produtos cozidos e defumados. O primeiro tipo é mais macio e, portanto, mais frágil. Quando a emulsão é acondicionada no envoltório de colágeno, esta adquire umidade novamente. O tipo mais macio, umedece-se muito mais fácil e rapidamente do que o tipo para embutidos cozidos devido, a menor espessura do primeiro. O tratamento térmico em embutidos contidos em tripas de colágeno é crítico. No processo de secagem, quando requerido, deve-se manter a umidade relativa na câmara em torno de 40 - 45 %. Se o ar for mais seco, os envoltórios começam a quebrar e dividir. Por outro lado, em umidade relativa muito alta, o colágeno pode ser hidrolisado e convertido em gelatina. Neste último caso, podem se tornar tão macios ao ponto de derreter na câmara de defumação. A defumação enrijece os envoltórios de colágeno, enquanto que o cozimento os amaciam. Portanto, estes processos devem ser cuidadosamente balanceados para proporcionar ao produto final uma textura adequada. Durante o processo, se as extremidades do envoltório secam, porém, sem se tornar quebradiças, indica que o valor da umidade relativa da câmara está adequada.

Envoltórios sintéticos ou plásticos

Os envoltórios plásticos têm evoluído muito, principalmente os de materiais combinados. Com a evolução destes produtos e combinações dos mesmos, deverá haver ainda muito progresso tecnológico, melhorando ainda mais as condições de uso, minimizando as perdas e maximizando a apresentação final do produto (CABRAL, 1992). KARMAS (1974), por outro lado, relata que menos envoltórios plásticos tem sido usados nas indústrias de produtos cárneos, devido seu custo elevado. Além disso, o uso deste tipo de embalagem é limitado às suas propriedades físicas e químicas. Algumas qualidades que devem ser enfatizadas são: baixa transmissão de oxigênio, alta resistência à umidade e às baixas e altas temperaturas do processamento de embutidos.

Usa-se este tipo de envoltório quando o embutido não sofre processo de defumação e/ou não requer tempo mais longo de processamento, ou ainda quando são cozidos em água (salsicha de fígado por exemplo). Outros embutidos, como lingüiça de porco, não requerem cozimento e podem ser vendidos frescos ou congelados em tubos plásticos (KRAMLICH, 1970; RUST, 1987).

EFFENBERGER (s. d.), pesquisando a fabricação destes tipos de envoltórios, relatou que estes são fabricados a partir de monômeros que são polimerizados por adição ou condensação, obtendo-se resinas de alto peso molecular em forma de pó ou granulado. Estes pós ou granulados são enviados à indústria produtora de envoltórios onde são fundidos, extrusados em forma de tubo e resfriados através de ar frio.

Segundo CABRAL (1991), é possível obter-se uma grande variedade de diâmetros, espessuras, pigmentações e acabamentos, permitindo também uma impressão direta sobre o envoltório. Os tipos mais utilizados são as de policloreto de vinilideno (PVDC), polietileno tereftalato (PET) e poliamida (PA).

CABRAL (1992) realça que o uso dos envoltórios de poliamida estão em expansão. Os resultados obtidos com este tipo de envoltório estão sendo interessantes, pois apesar do produto diferir ligeiramente daqueles embutidos em envoltórios permeáveis, eles oferecem facilidade de embutimento e ganho na vida-de-prateleira, desde que não haja violação dos grampos de fechamento.

2.4 Alterações físico-químicas, sensoriais e microbiológicas em produtos cárneos curados

Os indicadores de qualidade para embutidos curados, como a mortadela, são diversos: proporção entre gordura e carne, distribuição da gordura, quantidade de tecido conectivo, cor, sabor e textura são os principais. Além destes, tipos de envoltório e integridade da moagem também são importantes para a qualidade geral do produto. Os parâmetros que influem nestes parâmetros de qualidade são: tipo, frescor e proporção da carne para outros ingredientes, condimentação, etapas de processamento, condições de estocagem antes da venda e embalagem utilizada (TOWNSEND & BARD, 1971).

Em relação aos aspectos microbiológicos, os embutidos curados são compostos por misturas de carnes com outros ingredientes e, portanto, uma flora microbiana diferente daquela presente em carne fresca, geralmente é desenvolvida (RODRIGUES, 1978). Na etapa de cozimento, as células microbianas vegetativas são destruídas, porém esporos sobreviventes podem causar deterioração do produto (VANDERZANT & SPLITTSTOESSER, 1992). SUTHERLAND & VARNAM (1982) comentam sobre os fatores que influem no tipo de deterioração que pode ocorrer, tais como: condições intrínsecas e extrínsecas das matérias-primas, os efeitos da cominuição (nesta etapa ocorre hidrólise das células da carne, deixando-as como uma fonte facilmente disponível para os microrganismos, e distribuição dos germes presentes na superfície da carne por todo o conteúdo), condições de armazenamento e estocagem do produto, etc. Os principais ingredientes da cura são o sal, o nitrito e nitrato de sódio, que estão envolvidos, não somente com a formação da cor da carne curada, mas também com a inibição do desenvolvimento de microrganismos (HAYES, 1985).

2.4.1 Escurecimento superficial

Este tipo de alteração está associada com a desidratação. O pigmento da carne é quimicamente transformado em metamioglobina nestas condições. Este defeito está relacionado com o ambiente em que o produto está estocado. Baixa umidade, principalmente quando associada a altas

temperaturas para o produto, pode resultar em um rápido escurecimento da carne curada. Embalagens com baixa permeabilidade podem retardar o processo. O escurecimento também pode ser causado por excesso de nitrito que tende a oxidar o pigmento da carne da superfície de produtos onde existe a porção magra, como o bacon (TOWNSEND & BARD, 1971).

2.4.2 Formação de limo

TOWNSEND & BARD (1971) afirmam que esta é uma alteração que pode ocorrer de forma muito significativa na qualidade do produto. Esse problema é caracterizado como um acúmulo de uma massa de células microbianas na superfície do produto. Os microrganismos causadores de limo geralmente são originados de práticas de higiene inadequadas após o processamento e são capazes de se desenvolver em temperaturas de refrigeração (embora em menor velocidade), na superfície de carnes curadas. O tempo requerido para observar a formação de limo depende da quantidade de microrganismos, temperatura de estocagem e umidade na superfície do produto. Bactérias formadoras de limo não se desenvolvem em superfície seca, no entanto é desejável manter a suculência da carne, e, portanto, reduzir a umidade não é um bom método para prevenir a formação de limo. PEARSON & TAUBER (1984) enfatizam que o limo é a própria bactéria e não seu produto metabólico. Raramente o limo é observado em produtos embalados a vácuo, pois existem menos bactérias anaeróbicas que aeróbicas associadas à contaminação de produtos cárneos. Assim, bactérias anaeróbicas usualmente produzem ácido suficiente para inibir intenso crescimento aeróbico. No entanto após um período de tempo, mesmo em embalagem a vácuo os microrganismos se multiplicam a ponto de ser visto a olho nú, um líquido incolor ou levemente amarelado, tornando-se leitoso quando a contaminação é intensa. Em produtos não embalados a vácuo, o limo é viscoso ao tato e possui odor característico. PARDI et alii (1996), descreve o limo com aspecto gorduroso, geralmente inodoro, mas pode lembrar o odor a mofo, úmido e com coloração branco-acinzentada.

Os microrganismos causadores de limo são *Pseudomonas* (NIELSEN, 1992 e PARDI et alii, 1996), *Acinobacter*, *Alcaligenes*, *Bacillus* (NIELSEN, 1992), *Micrococcus*, *Streptococcus*, (PARDI et alii, 1996 e KRAFT, 1986), psicrófilos gram negativos dos gêneros *Pseudomonas* e *Achromobacter* (PARDI

et alii, 1996), leveduras (PARDI et alii, 1996; KRAFT, 1986 e JAY, 1996), bactérias lácticas dos gêneros *Lactobacillus*, *Enterococcus* e *Weissella*, *B. thermosphacta* e *W. viridescens* (JAY, 1996).

KRAFT (1996) também afirma que raramente a formação de limo é observada em produtos embalados a vácuo devido a menor quantidade de bactérias capazes de deteriorar a carne em condições anaeróbicas. Mas mesmo em embalagens a vácuo, após um certo período de tempo, alguns microrganismos facultativos como *Streptococcus*, *Microbacterium* e *Lactobacillus* podem desenvolver e formar limo. A ocorrência mais comum é o crescimento de microrganismos no líquido acumulado na embalagem, deixando-o com aparência de leite. Em produtos não embalados a vácuo, antes da formação de limo, é possível observar pequenas colônias.

2.4.3 Rancidez

A rancidez é causada por hidrólise e/ou oxidação. A origem das enzimas pode ser bacteriana: lipases causam hidrólise e oxidases causam oxidação. A rancidez frequentemente altera o sabor do produto. Nem sempre a rancidez é causada por microrganismos, mas pode ser resultante da reação do oxigênio com gorduras insaturadas. A oxidação de gordura é influenciada pela quantidade de oxigênio, temperatura, luminosidade e catalizadores como o sal. Outros exemplos de agente que influi no desenvolvimento da rancidez em carnes é o peróxido de hidrogênio. Uma das principais razões para os microrganismos não serem um fator significativo para rancidez em carnes é que os ácidos graxos livres liberados na hidrólise de gordura inibem o desenvolvimento de muitos deles. Adicionalmente, o peróxido formado durante a oxidação de ácidos graxos insaturados, também são tóxicos para muitos microrganismos (PEARSON & TAUBER, 1984). NIELSEN (1992) afirma que a rancidez microbiana pode ser causada por *Pseudomonas*.

Algumas reações de deterioração, como desenvolvimento microbiológico e enzimático, podem ser controladas pelo abaixamento da temperatura, porém a oxidação lipídica não pode ser controlada com a mesma facilidade (GRAY, 1978; LABUZA, 1971). A maior causa da deterioração de alimentos com alto teor de lipídios é a rancidez oxidativa, uma consequência da auto-oxidação. Esse tipo de

transformação frequentemente está associada com alterações do *flavor* que ocorrem durante a estocagem dos alimentos (FRITSCH & GALE, 1977; SATTAR & De MAN, 1975).

A deterioração auto-oxidativa de alimentos ricos em lipídios tem início através de reações em séries, acompanhadas de várias reações secundárias, que resultam em compostos voláteis indesejáveis para o consumidor. Os lipídios insaturados, formados particularmente pelos ácidos oléico, linoléico e linolênico são quase exclusivamente considerados o principal substrato para essas reações e, à medida que aumenta o grau de insaturação, a suscetibilidade desses ácidos graxos à oxidação aumenta em proporção geométrica (GRAY, 1978; LABUZA, 1971).

2.4.4 Putrefação

Algumas bactérias proteolíticas metabolizam as proteínas da carne através da produção de enzimas. Alguns tipos de microrganismos não são capazes de atacar proteínas mas podem metabolizar peptídeos ou aminoácidos livres (PEARSON & TAUBER, 1984). De acordo com PARDI et alii (1996), a massa do embutido quando putrefeita, torna-se mole, desfeita e apresenta o aspecto cinza ou branco acinzentado. O odor é variável, geralmente fétido, mas pode não haver alteração do mesmo. NIELSEN (1992) afirma que a putrefação é causada por *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* e algumas espécies de *Proteus*.

2.4.5 Acidificação e formação de gás

Carboidratos de produtos cárneos metabolizados anaerobicamente por bactérias, podem formar vários produtos de fermentação, principalmente ácidos orgânicos. O principal ácido formado é o láctico e sua presença pode levar ao abaixamento do pH e presença de odor ácido. Em ocasiões raras, pode ocorrer formação de gás até o ponto de deformar o produto. O mais comum é formar gás em produtos embalados à vácuo distorcendo o formato da embalagem. O gás formado é o dióxido de carbono que é inodoro, insípido e incolor, produzido pela fermentação por bactérias anaeróbicas. Bactérias anaeróbicas nunca são relacionadas com putrefação. Usualmente, mas nem sempre, quando o gás é

produzido, o ácido também está presente, já que as bactérias formadoras de gás também são capazes de sintetizar o ácido (PEARSON & TAUBER, 1984). PARDI et alii (1996) relata que a acidificação é favorecida quando se deposita a carne condimentada ou a massa cominuída em camadas grossas, ou ainda, quando a massa já terminada, é mantida sem ser utilizada sob temperatura muito elevada. As bactérias causadoras de acidificação são *Lactobacillus* (JAY, 1996; PARDI et alii, 1996; NIELSEN, 1994 e KRAFT, 1986), *Micrococcus* (PARDI et alii, 1996), algumas espécies de *Clostridium* (NIELSEN, 1994), *Enterococcus* (JAY, 1996) *Streptococcus* e *Microbacterium* (KRAFT, 1986). Segundo JAY (1996), a principal fonte destes microrganismos em produtos cárneos é o leite em pó cuja acidificação é resultado da fermentação de lactose e outros açúcares com a produção de ácido. KRAFT (1996) também afirma que este efeito abaixa o pH do produto como resultado da formação de ácido.

2.4.6 Esverdeamento

Esverdeamento geral

Esse defeito é, geralmente, associado a embutidos de grande diâmetro como a mortadela. Isso ocorre quando bactérias capazes de causar esverdeamento sobrevivem ao tratamento térmico. Os microrganismos sobrevivem no interior do embutido, mas o esverdeamento não ocorre até que o embutido seja cortado e exposto ao ar. Bactérias causadoras deste defeito produzem peróxido de hidrogênio, um forte agente oxidante, que degrada o pigmento da carne. Este tipo de esverdeamento pode ocorrer minutos ou até horas antes da superfície cortada tornar-se verde. A mudança de cor inicia-se em pequenas áreas, geralmente no centro do produto e se estende para a periferia. O espalhamento da cor verde é o que difere o esverdeamento de origem microbiológica do de origem química ou fontes metálicas. Cozimentos até 66 – 68 °C destroem microrganismos causadores deste defeito. No entanto, quando o nível de contaminação é muito alto, temperaturas mais elevadas são necessárias (PEARSON & TAUBER, 1984).

Três condições são necessárias para que ocorra este defeito: a massa cárnea deve possuir alta população de bactérias causadoras de esverdeamento, o processamento térmico deve ser ineficiente,

não as inativando, e o produto acabado deve ser mantido em temperaturas adequadas para estes microrganismos. Quando um exame microbiológico é realizado, percebe-se uma dramática diferença entre a porção esverdeada (núcleo) e a superfície com coloração normal. Como as bactérias causadoras deste defeito são facultativas, em relação ao teor de oxigênio, pode ocorrer esverdeamento no interior do produto e não necessariamente em sua superfície (TOWNSEND & BARD, 1971).

Os microrganismos associados com este tipo de esverdeamento são *Lactobacillus viridescens* (TOWNSEND & BARD, 1971; PEARSON & TAUBER, 1971; KRAFT e 1986), *Weissella viridescens*, *Leuconostoc*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Lactobacillus fructovorans* e *Lactobacillus jensenii* (JAY, 1996). Segundo KRAFT (1986), os *Lactobacillus* são comuns causadores de esverdeamento em produtos curados com algumas espécies resistentes ao sal, acidez e aquecimento. As maiores fontes destes microrganismos são as condições higiênicas inadequadas da planta de processamento.

Esverdeamento superficial

Esse é o defeito mais comum que ocorre em embutidos e produtos defumados. O tempo necessário para o esverdeamento depende da quantidade de bactérias causadoras desse defeito e das condições para seu crescimento, mas normalmente não aparece após 5 dias de seu processamento e sempre antes de algumas semanas. As bactérias que causam esse tipo de esverdeamento são as mesmas que causam esverdeamento interno e halos verdes e são comuns no processamento da carne. Se fornecidas as condições de meio ambiente adequadas, produtos não embalados a vácuo podem se mostrar esverdeados em sua superfície, uma vez que estas bactérias são aeróbicas. Portanto, esse tipo de defeito não ocorre em produtos embalados a vácuo (PEARSON & TAUBER, 1984).

De acordo com TOWNSEND & BARD (1971), vários tipos de bactérias são capazes de causar esverdeamento superficial, no entanto todas possuem características comuns: são capazes de se desenvolver em baixa temperatura, produzir e acumular peróxido de hidrogênio em condições aeróbicas e o requerimento de oxigênio é facultativo, em relação ao seu desenvolvimento. O *Lactobacillus*

viridescens é a bactéria heterofermentativa mais comumente associada, mas *Leuconostoc* e *Pediococcus* também são associados. Esse problema em carne curada é uma reflexão direta do resultado de contato com equipamentos e operadores de produção. Se após o processo, o produto é mantido em condições ambientais que torna úmida a superfície do produto sob temperaturas adequadas, o esverdeamento aparece. Normalmente as indústrias de produtos cárneos trabalha com temperaturas próximas de 7 °C e as bactérias podem se desenvolver nesta temperatura. O abaixamento da temperatura para 4 °C, ou menos, pode retardar o processo. NIELSEN (1992) também cita os *Lactobacillus* heterofermentativos como causadores desse defeito. JAY (1996) explica que esse problema pode ser causado por origem não microbiana, devido ao H₂O₂ formado devido a exposição ao ar, que reage com nitrosohemocromo, produzindo metabólitos de coloração verde.

Manchas verdes

O aparecimento de halos ou anéis verdes em embutidos é de ocorrência muito rara. Embora este problema nunca tenha sido adequadamente explicado, uma combinação de fatores parece colaborar. Os anéis aparecem em diversas profundidades abaixo da superfície do embutido, geralmente 1 a 2 dias após o processamento do mesmo. Assim que o produto é cortado, é possível observar esse defeito, mesmo quando mantido sob refrigeração. Embora as bactérias causadoras do esverdeamento estejam presentes em todo o embutido, o desenvolvimento da coloração verde em forma de anéis provavelmente é devida à zona cuja tensão de oxigênio conduz à oxidação do pigmento. Essa é a teoria melhor aceita. Assim como o esverdeamento geral, a formação de halos é devido a uma grande população de bactérias e subsequente tratamento térmico ineficaz (PEARSON & TAUBER, 1984). TOWNSEND & BARD (1971) também associam este problema à alta população de microrganismos antes do cozimento. A espessura da mancha geralmente é de 2 – 4 mm. NIELSEN (1994) cita o gênero *Penicillium* como causador destes halos.

2.4.7 Contaminação fúngica

Fungos são contaminantes comuns em produtos cárneos, mas geralmente não se desenvolvem em produtos embalados a vácuo. São mais comumente encontrados em produtos com extenso período de maturação e embutidos secos. Fungos são facilmente eliminados pelas temperaturas de cozimento e, portanto, se encontrados no produto acabado provavelmente é devido a uma contaminação pós-processo (PEARSON & TAUBER, 1984). JAY (1996) afirma que a deterioração por fungos não é comum em produtos cárneos, apenas ocorrendo quando a superfície do mesmo torna-se seca. De acordo com NIELSEN (1992), manchas coloridas podem ser causadas por fungos ou leveduras. Manchas pretas são comumente causadas por *Cladosporium*, brancas por *Sporotrichum* e verdes por *Penicillium*. Fungos podem causar também alterações no odor.

2.4.8 Descoloração

A cor característica de carne curada pode tornar-se pálida por reações que não são de origem microbiológica. Os principais fatores relacionados com a descoloração são: quantidade de pigmento convertido a metamioglobina, quantidade de oxigênio disponível para reagir com os pigmentos, temperatura de estocagem e intensidade de luz. Durante a cura, pelo menos 70 % do pigmento disponível deve ser curado. Produtos cárneos, parcialmente curados, possuem áreas com coloração rosa pálido. Essas reações são aceleradas pela luz e temperaturas de estocagem. Os baixos níveis de oxigênio em produtos embalados a vácuo garantem que este problema não ocorra. Não se aconselha estocar carne em câmaras com muita luz pois a mesma catalisa a oxidação dos pigmentos acelerando a descoloração (PEARSON & TAUBER, 1984). TOWNSEND & BARD (1971) comentam sobre a luz ultravioleta que tende a tornar pálida rapidamente a cor da carne curada. Por isso deve-se avaliar a relação custo e benefício do uso desta luz como inibidora de microrganismos devido problema citado.

2.4.9 Alterações na textura

De acordo com PARDI et alii (1996), problemas de textura podem ser originados devido a defeitos de liga e corte do embutido. A cominuição realizada a partir de uma temperatura muito baixa ocasiona uma emulsão defeituosa da gordura, e quando a temperatura é muito elevada (adição de pouco gelo) pode ocorrer a desnaturação de proteínas. Finalmente, a adição de água em pequena proporção pode originar embutidos ressecados.

Um dos principais atributos de qualidade dos alimentos é a textura (BOURNE, 1966 e SILVA, 1976). A textura consiste em um grupo de propriedades e, portanto, não deve ser analisada isoladamente (BOURNE, 1982).

SZCZESNIAK (1974) classificou as características de textura em três categorias:

- *mecânicas*: relacionadas à reação do alimento à força (dureza, coesividade, viscosidade, adesividade e elasticidade)
- *geométricas*: relacionadas com o tamanho, orientação e formato das partículas do alimento (fibroso, celular, cristalino, granuloso)
- *outras*: relacionadas com a percepção de umidade e teor de óleos e gorduras dos alimentos (oleosidade, suculência, etc.)

A primeira tentativa de imitar a mastigação de maneira instrumental foi o MIT *Denture Tenderometer* (PROCTOR et alii, 1955), na qual uma coleção de dentaduras foram motorizadas e uma curva força-tempo foi obtida durante a simulação da mastigação através de medidas de pressão montadas no articulador.

A maior ruptura na análise do perfil de textura veio com o desenvolvimento do *General Foods Texturometer* (FRIEDMAN et alii, 1963; SZCZENIAK et alii 1963). O texturômetro usa uma pequena face plana cilíndrica para comprimir um pedaço de alimento, normalmente um cubo de aproximadamente 1,2 cm ao longo de cada lado, para 25 % do peso original (75 % de compressão) duas vezes, imitando a ação do maxilar. Através de medidas de pressão e de um indicador do gráfico da lâmina, é plotada uma

curva força-tempo que representa a força total da mastigação. O texturômetro oferece boa correlação entre valores instrumentais e a avaliação subjetiva de um painel de perfil de textura.

O TA-XT2 é um aparelho que dá sensibilidade e resultados repetíveis que podem ser muito úteis na indústria de alimentos, em áreas como controle de qualidade, plano de processo, avaliação da percepção do consumidor e elucidação da estrutura do alimento. Este aparelho foi utilizado com sucesso para realizar uma larga extensão de testes de compressão e tensão, medindo a força ou a distância. A larga extensão de acessórios e a operação simples permite que técnicos menos treinados desenvolvam quase todos os testes do *Instron Universal Machine*, dentro do limite de capacidade de 50 kg. O TA-XT2 é composto de um test bed e um painel de controle. Ele pode ser usado sozinho com um mostrador limitado no painel, ou em conjunto com um registrador de gráfico, uma impressora e/ou um computador compatível.

2.5 Estimativa da estabilidade ou vida-de-prateleira

A expressão estabilidade do alimento é normalmente utilizada como sinônimo de vida útil ou vida-de-prateleira (*shelf-life*), correspondendo a um período de tempo em que o produto apresenta suas características organolépticas pouco alteradas, contagem microbiológica dentro de valores aceitáveis, ausência de microrganismos potencialmente patogênicos e alterações de ordem química não perceptíveis ou danosas à saúde pública.

Os estudos de estabilidade permitem determinar as melhores condições de estocagem para os alimentos, como também sua estabilidade em diferentes condições de estocagem e embalagem e a influência da troca de um ou mais ingredientes. Através deste estudo, determinam-se as necessidades de proteção do produto, para solucionar os problemas da indústria de alimentos em relação à estabilidade e adequação da embalagem durante a estocagem. A estabilidade do alimento depende de um conjunto de interações que envolvem fatores como embalagem e o ambiente na qual o mesmo está inserido. Através da adequação e otimização deste sistema, o alimento poderá manter suas características dentro de parâmetros aceitáveis de qualidade por um tempo pré determinado, e neste

período é possível sua armazenagem e distribuição com qualidade assegurada. Os alimentos são susceptíveis a deterioração, perda de nutrientes, infestação por pragas, alterações na cor e no flavor, corrosão e vazamento pela embalagem. A vida-de-prateleira de um alimento em particular, depende de sua composição química e tipo de processamento que é submetido. Essas informações são fundamentais para determinar as condições de distribuição do produto. As alterações físicas, químicas e microbiológicas também podem ser retardadas pelo uso de conservantes, antioxidantes, emulsificantes, estabilizantes, etc. Obviamente, vida-de-prateleira inadequada pode levar insatisfação ao consumidor, implicando na aceitação e venda do produto, ou ainda, numa pior situação, prejudicar o valor nutritivo do produto ou causar doenças. Vida-de-prateleira inadequada está sempre relacionada com perda de valor nutritivo, deterioração microbiológica e perda de qualidades sensoriais e funcionais do alimento. Cada componente do alimento está sujeito a um tipo diferente de deterioração. Por exemplo, gorduras estão sujeitas a oxidação, hidrólise e reversão. Estruturas protéicas podem ser hidrolisadas, alterando a textura do alimento e perda de propriedades funcionais. O escurecimento está relacionado com as reações entre açúcares e aminoácidos. Pigmentos oxidam-se e alteram sua cor. O ambiente de estocagem influi no tipo e velocidade das reações envolvidas na deterioração do alimento. Muitas destas reações envolve o oxigênio, um dos principais inimigos do alimento estocado, mas podem ser prevenidas de diversas formas como por exemplo através de adequações do sistema de embalagem. Antioxidantes também são utilizados para minimizar estas reações (INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS & COMMITTEE ON PUBLIC INFORMATION, 1974).

A indústria de alimentos procura certos procedimentos para que os produtos processados tenham uma vida-de-prateleira suficiente para sua comercialização. Para tal, levam-se em consideração, entre outros, o fator custo e a indicação da forma ideal de manuseio pelos distribuidores, varejistas e consumidores (DETHMERS, 1979)

A umidade relativa do ar é um fator externo que influencia fortemente a estabilidade. Quando um alimento está em contato direto com o ar atmosférico, a umidade relativa do ambiente determinará a umidade relativa de equilíbrio (URE) do produto, ou seja, a A_a . Estando acondicionado, o alimento terá tal equilíbrio em função da permeabilidade da embalagem aos valores de atividade de água.

A principal limitação da vida-de-prateleira do alimento é o desenvolvimento de microrganismos, seguido de reações químicas e alterações físicas, que tornam o produto inaceitável para o consumidor. A velocidade destas transformações está relacionada com a atividade de água do produto (KAREL, 1975).

Segundo Leistner & Gorris, citados por TORREZAN et alii (1997), os obstáculos à deterioração dos alimentos são classificados em físicos, físico-químicos e microbiológicos, como exposto a seguir:

- *obstáculos físicos*: alta temperatura (esterilização, pasteurização e branqueamento), baixa temperatura (resfriamento e congelamento), radiação ultravioleta, radiação ionizante, energia eletromagnética (energia microondas, energia de radiofrequência, pulsos de campos oscilatórios magnéticos e elétricos), inativação fotodinâmica, altas pressões, filmes de embalagens (plásticos, multilaminados e biofilmes), acondicionamento em atmosfera modificada (gases, vácuo moderado).

- *obstáculos físico-químicos*: baixa atividade de água, baixo pH, baixo potencial redox, sais, nitrito, nitrato, dióxido de carbono, oxigênio, ozônio, ácidos orgânicos, lactato, acetato, ácido ascórbico, sulfitos, defumação, glucano- δ -lactona, fosfatos, fenóis, agentes de tratamento de superfície, etanol, propilenoglicol, produtos da reação de Maillard, condimentos e especiarias, enzimas e outros.

- *obstáculos microbiológicos*: flora competitiva, culturas para proteção, bacteriocinas e antibióticos

- *obstáculos variados*: monolauril, ácidos graxos livres, cloro, etc.

Estes fatores juntos, parcialmente juntos ou separados, dependendo de sua intensidade, podem promover a estabilidade microbiológica dos produtos alimentícios.

Embora a umidade do alimento não seja diretamente relacionada com alterações dos alimentos, está diretamente relacionada com a A_w . Esta relação é expressa através das isotermas de sorção e adsorção características de cada alimento. Portanto, as isotermas ou curvas de umidade dos alimentos versus umidade de equilíbrio são úteis para os estudos de estabilidade em um certo sistema de embalagem.

DETHMERS (1979) afirma que a avaliação sensorial é de grande importância para a determinação da vida-de-prateleira de um produto, pois serve como base de correlação para os demais testes. Por isso deve ser bem planejado e executado de maneira apropriada, assim como as provas para degustação, devem ser representativas dos tratamentos em estudo.

2.5.1 Atividade de água

Existem diversas evidências de que a água presente nos alimentos está distribuída em uma porção fortemente ligada e outra fracamente ligada ao substrato. A porção fracamente ligada ao substrato é denominada *água livre* e atua como solvente, permitindo o desenvolvimento de microrganismos e reações químicas e é eliminada com certa facilidade. A *água combinada* está fortemente ligada ao substrato, sendo mais difícil de ser eliminada, não é utilizada como solvente, não permite o desenvolvimento microbiológico e retarda as reações químicas. A atividade de água, pode ser definida como abaixo (KAREL, 1975; BOBBIO & BOBBIO, 1995):

$$A_a = \frac{p}{p_0} = \frac{URE}{100}$$

onde:

p = valor da pressão de vapor de água do alimento

p_0 = valor máximo de pressão de vapor de água pura a uma certa temperatura

URE = umidade relativa de equilíbrio

O valor máximo da atividade de água é 1, na água pura. Em concordância com essa definição, a A_a de uma solução ou de um alimento é sempre inferior a unidade (TORREZAN et alii, 1997)

A TABELA 1 mostra valores de atividade de água de alguns alimentos de umidade intermediária:

TABELA 1. Valores de Aa em alguns alimentos de umidade intermediária

PRODUTOS	Aa
Marmelada	0,75 – 0,86
Goiabada	0,63 – 0,80
Doce de leite	0,73 – 0,84
Uva passa	0,58 – 0,63
Ameixa desidratada	0,70 – 0,82
Banana passa	0,84 – 0,86

Fonte: QUAST E TEIXEIRA NETO (1975)

A existência de moléculas de água com diferentes propriedades no alimento pode ser comprovada pelo fenômeno da histerese. Quando são traçadas as curvas representativas do teor de água em função da atividade de água do alimento durante sua secagem (desorção) e sua hidratação (adsorção), a uma temperatura constante, a adsorção e a desorção de água pelo alimento não apresentam o mesmo valor absoluto, ou seja, para muitos alimentos o valor da água absorvida é menor que a água removida. Este fenômeno recebe o nome de histerese. As isotermas encontram importante aplicação no cálculo da atividade de água em misturas de componentes com diferentes atividades de água e no estudo do tipo de embalagem mais adequada, diante da capacidade de adsorção e desorção de água pelo alimento permitindo, ainda, a previsão do grau de hidratação do alimento, frente às mudanças na temperatura do ambiente, durante sua armazenagem e comercialização (BOBBIO & BOBBIO, 1995).

Os fatores externos (temperatura, umidade ambiente, pressão atmosférica) interferem no comportamento da isoterma provocando alterações na difusidade da água no alimento, interferindo assim diretamente na atividade de água do mesmo (IGLESIAS & CHIRIFE, 1982).

TEIXEIRA NETO & QUAST (1977) propuseram os termos *higrossensibilidade* e *higrocapacidade* para descrever o comportamento dos alimentos em relação à umidade, já que o termo *higroscopicidade* não é empregado de forma consistente para os alimentos. Segundo os autores, o termo *higroscopicidade* tem sido normalmente empregado na literatura com dois significados distintos: ou para indicar a quantidade de água retida por um produto, quando em equilíbrio com uma determinada

umidade relativa (neste caso o trigo é mais higroscópico que o sal de cozinha pois à 70 % de UR o teor de umidade do trigo é bem maior que o do sal) ou para indicar transformações físicas facilmente perceptíveis como aglomeração e liquefação ou deliquescência (já neste caso, o sal com uma pequena quantidade de impurezas é mais higroscópico que o trigo, pois a 70 % de UR apresenta sinais evidentes de aglomeração, enquanto que o trigo não apresenta transformações visíveis). O termo *deliquescência* também é pouco claro na literatura pois o cloreto de magnésio por exemplo é deliquescente acima de 33 % UR, porém abaixo dessa UR o produto permanece com o aspecto seco. A higrossensibilidade e a higrocapacidade de um alimento são de extrema importância para evitar que transformações indesejáveis ocorram na estocagem do produto. Os autores mostraram um exemplo claro para isso. Supondo-se que queira embalar dois produtos distintos: banana seca e açúcar amorfo, ambos possuindo teor de umidade próximo de zero, e durante a vida-de-prateleira, não devendo ultrapassar a umidade relativa de 25 %. A higrocapacidade da banana a 25 % UR é de 3 g de água/100 g de matéria seca e do açúcar é de apenas 0,3 g/100 g. Isto significa que 10 vezes mais água pode ser transferida pela embalagem da banana do que pela embalagem do açúcar. Portanto a embalagem do açúcar deve ser menos permeável que a da banana.

Higrossensibilidade foi proposto para denotar como o produto é afetado pela umidade relativa ou atividade de água sem relação com o teor de umidade. Os autores dividiram os alimentos em altamente, moderadamente, pouco, e não higrosensíveis, de acordo com as transformações sofridas em UR menores que 30 %, nos intervalos de 30 a 50 %, 50 a 75 % e abaixo de 75 % respectivamente. Higrocapacidade foi definida como a quantidade de água que um produto contém, quando em equilíbrio com uma determinada umidade relativa.

TROLLER (1989) cita vários fatores de qualidade que podem ser influenciados pela atividade de água:

- *oxidação lipídica*: A oxidação lipídica ocorre rapidamente em níveis baixos de Aa, decrescendo conforme a taxa é elevada até 0,3 – 0,5. Maiores taxas de Aa podem aumentar a oxidação de lipídios
- *escurecimento não-enzimático*: Reações de escurecimento em alimentos podem ocorrer como resultado do aquecimento, desidratação ou concentração dos constituintes alimentares. É muito

importante controlar estas reações, pois não apenas a cor do alimento é afetada, mas também o sabor e o conteúdo nutricional.

- *qualidade nutricional*: A qualidade nutricional está muito relacionada com reações de escurecimento-não-enzimático. Alguns aminoácidos essenciais como a lisina são importantes reagentes nestes casos. Degradação de vitaminas como o ácido ascórbico, riboflavina, tiamina e α -tocoferol, também são influenciadas pela Aa.

- *textura*: Um dos principais objetivos da aplicação prática da atividade de água em desenvolvimento de novos produtos é manter as propriedades de textura, o mais próximo das originais, para que seja prontamente aceitável para o consumidor.

- *reações enzimáticas*: É frequentemente desejável o controlar o progresso de reações enzimáticas durante o processamento e estocagem de alimentos. As fontes dessas enzimas podem ser diversas. Microrganismos que se desenvolvem em um alimento podem produzir enzimas extracelulares. Enzimas podem ser intencionalmente adicionadas ou podem ser de origem endógena. A água pode agir de várias formas, promovendo reações enzimáticas: como um meio mobilizante para difusão, como estabilizante da estrutura e configuração da enzima ou ainda como reagente durante a hidrólise. Em algumas ocasiões, mais de um desses fatores podem ocorrer simultaneamente.

- *atividade microbiana*: De modo geral o desenvolvimento de microrganismos decresce com o decréscimo da atividade de água. A curva clássica de crescimento de microrganismos é modificada quando a atividade de água é reduzida. O efeito é usualmente caracterizado por uma extensão da fase lag, supressão da fase log e geralmente redução do número total de microrganismos viáveis. Pelo menos um destes fatores ocorre quando a atividade de água é reduzida.

As técnicas de preservação de alimentos são conhecidas a milhares de anos, porém o estudo da influência da Aa sobre os alimentos de forma científica começou há cerca de quarenta anos (LEISTNER, 1992). LEISTNER et alii, citados por LEISTNER (1994), exemplificam a mortadela como um tipo de produto empiricamente conservado deste modo. *Bacillus* e *Clostridium* são inibidos pelo decréscimo da atividade de água, e este ajuste (devido adição de sal, açúcar, leite em pó e secagem) era feito no passado sem um exato conhecimento das razões. A tradicional mortadela italiana em peça

única (não fatiada) é estocada sem refrigeração devido ao processo de aquecimento e ajuste da atividade de água

2.5.2 Isotermas

As isotermas de adsorção e dessorção de umidade são de muita importância para se conhecer o comportamento do produto e estabelecer parâmetros para a embalagem e comercialização do mesmo. Em sistemas multicomponentes, cada componente apresenta uma atividade de água inicial diferente. Nestas situações devemos considerar que o sistema não é ideal e que os desvios esperados são consequência das interações soluto-soluto, soluto-solvente que afetaram a atividade de água do sistema. Ao homogeneizarmos vários componentes, a solubilidade de cada um deles pode ser aumentada ou reduzida, dependendo da interação entre eles. No caso de ocorrer um aumento na atividade de água, os componentes diminuem sua interação com a água (BOBBIO & BOBBIO, 1995).

Este afastamento do comportamento ideal devido à interação entre os solutos torna difícil o cálculo de atividade de água em sistema de vários componentes, Porém, o comportamento de misturas ideais é frequentemente assumido para uma estimativa da atividade de água de misturas, utilizando-se equações empíricas: Money & Born, Grover, Heiss e Salwin & Slawson (KAREL, 1975).

Isotermas de alimentos são geralmente obtidas em temperatura constante com base em 2 dos métodos básicos de acordo com KAREL (1975). O primeiro método consiste em submeter a amostra de conteúdo de umidade conhecido, em equilíbrio em uma pequena área fechada, na qual a pressão parcial da atividade de água ou a umidade relativa é medida. A atividade de água é definida como a relação $A_a = URE/100$. O segundo método consiste em expor amostras de umidade conhecida em diferentes atmosferas de umidade constante. Após o equilíbrio a umidade do produto é novamente determinada para determinação da isoterma. Glicerol, ácido sulfúrico e sais podem ser usados para controle da umidade do microsistema. O autor sugere ainda um terceiro método, quando não é possível a aplicação dos anteriores. Amostras do alimento com umidade conhecida são expostas por um curto período de tempo em vários ambientes de umidade relativa e em seguida a perda ou ganho de peso é

determinada(o). Através de interpolação é possível estabelecer a umidade relativa de equilíbrio. Repetindo o procedimento com vários conteúdos de umidade, a isoterma pode ser determinada.

De acordo com IGLESIAS & CHIRIFE (1982), o sistema estático é um dos métodos mais empregados. O vácuo auxilia o sistema atingir o equilíbrio mais rapidamente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Processamento da mortadela

A mortadela utilizada no estudo foi produzida na unidade industrial do Frigorífico Martini Ltda., situado em Valinhos - SP, em peças pesando em torno de 500 g.

O produto foi processado conforme o fluxograma da FIGURA 2 utilizando-se metodologia industrial da referida empresa, embutido em envoltório de celulose fibrosa (ECF) e envoltório de poliamida (EPA). Parte dos produtos em ECF receberam acondicionamento a vácuo em saco plástico pré-formado, formando o conjunto designado ECF+PE/EVA/PA.

3.2 Embalagens utilizadas

Foram utilizadas 2 tipos de embalagens para embutimento da massa de mortadela, fornecidas pela HOECHST do Brasil Química e Farmacêutica S/A e Spel – Sistema Paulista de Embalagens, conforme TABELA 2.

TABELA 2. Embalagens utilizadas para embutimento da mortadela.

Material	Diâmetro (mm)	Largura achatada (mm)
Envoltório de celulose fibrosa sem revestimento interno e/ou externo (ECF)	70	100
Envoltório de poliamida (EPA)	75	115

O saco plástico utilizado para acondicionamento a vácuo do produto embutido em ECF, foi um laminado, constituindo as camadas polietileno/etileno e acetato de vinila/poliamida (PE/EVA/PA), com dimensões 250 X 300 mm, fornecido pela empresa Irmãos Schur Ltda.

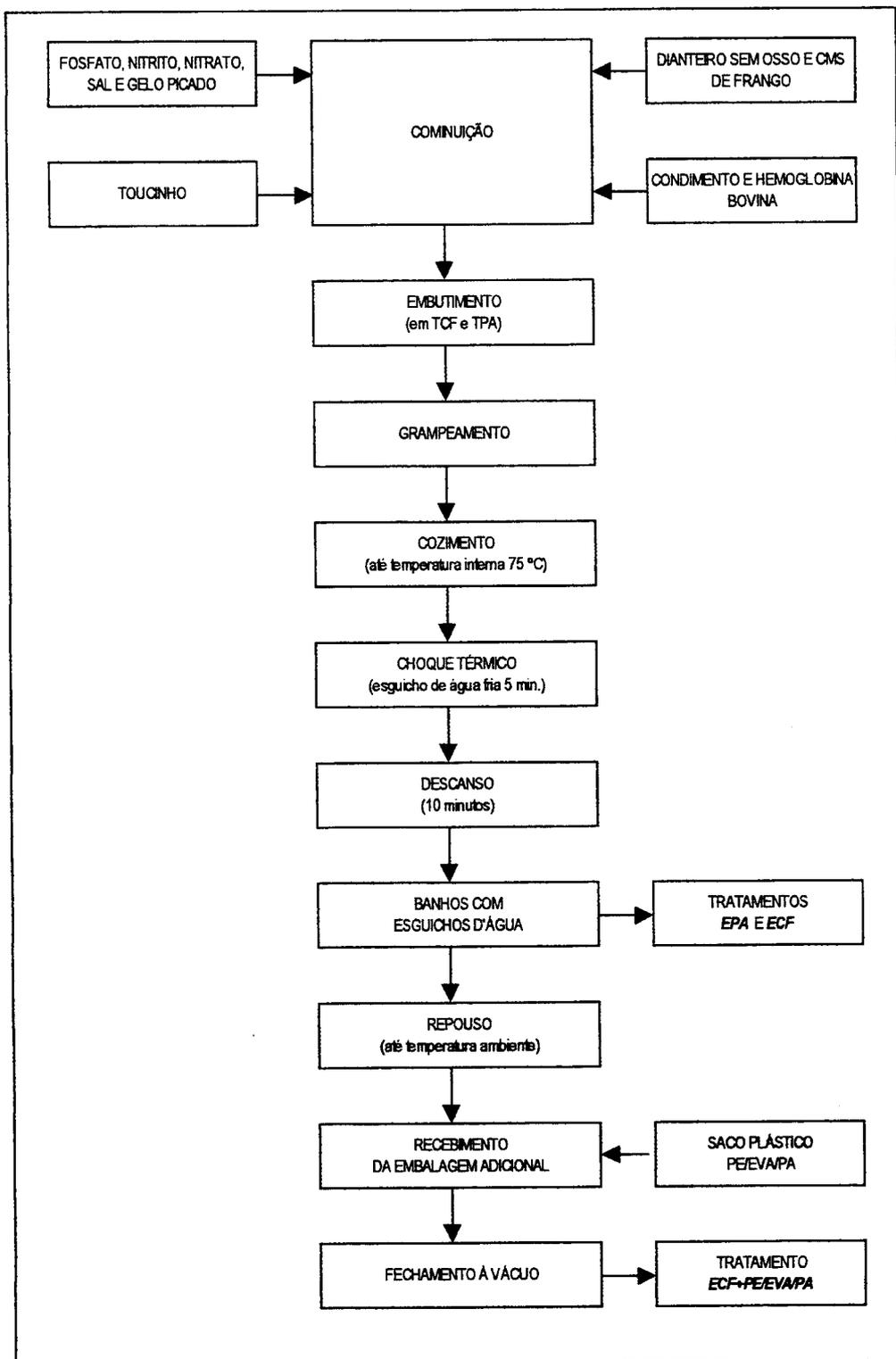


FIGURA 2: Fluxograma da produção de mortadela utilizada no experimento

3.3 Estudo da estabilidade

Após a fabricação, os produtos foram imediatamente transportados para o Laboratório de Embalagem da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP, para iniciar os testes de estabilidade.

Os produtos acondicionados nas três diferentes embalagens (ECF, EPA e ECF+PE/EVA/PA) foram estocados em câmaras isotérmicas, FANEM modelo 347 CDG, nas temperaturas 5, 15 e 25 °C, totalizando-se 9 tratamentos conforme a TABELA 3.

TABELA 3. Tratamentos utilizados no estudo de estabilidade da mortadela

TRATAMENTOS	Embalagem utilizada	Temperatura de estocagem (°C)
ECF-5	envoltório de celulose fibrosa sem revestimento interno e/ou externo	5
ECF+PE/EVA/PA-5	envoltório de celulose fibrosa + acondicionamento a vácuo de PE/EVA/PA	5
EPA-5	envoltório de poliamida	5
ECF-15	envoltório de celulose fibrosa sem revestimento interno e/ou externo	15
ECF+PE/EVA/PA-15	envoltório de celulose fibrosa + acondicionamento a vácuo de PE/EVA/PA	15
EPA-15	envoltório de poliamida	15
ECF-25	envoltório de celulose fibrosa sem revestimento interno e/ou externo	25
ECF+PE/EVA/PA-25	envoltório de celulose fibrosa + acondicionamento a vácuo de PE/EVA/PA	25
EPA-25	envoltório de poliamida	25

Os produtos estocados nas estufas isotérmicas foram submetidos às análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, durante 70 dias através de provas retiradas aleatoriamente.

3.3.1 Análises físico-químicas

As determinações de umidade e pH foram conduzidas quinzenalmente. O acompanhamento da perda de peso foi observada em diferentes intervalos de tempo, enquanto que as determinações de proteína, gordura e cinzas foram realizadas no início e no final do experimento.

pH

Foi determinado utilizando-se potênciômetro MICRONAL modelo B374, segundo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976). Homogeneizou-se a amostra, com água destilada em agitador magnético e em seguida determinou-se o pH.

Umidade

Foi empregada a norma 24.002 da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1984), a qual consiste em secagem da amostra a 105 °C até peso constante. Utilizou-se estufa FANEM modelo 315 SE.

Gorduras

Foi determinada de acordo com a norma 24.005 da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1984), utilizando-se o aparelho de Soxhlet.

Textura

Amostras adquiridas no comércio local de mortadela marca Martini foram cortadas em forma de cilindro de 26 mm de diâmetro e 20 mm de altura para análise. O aparelho utilizado para o ensaio foi o texturômetro marca Stable Micro Systems, modelo TA XT2. Para medidas de compressão, utilizou-se cilindro de 35 mm de diâmetro, penetração de 10 mm com 3 repetições cíclicas. Nos testes

de ruptura, utilizou-se a lâmina Warner Bratzler. Tanto para compressão quanto para ruptura a velocidade do teste foi de 0,8 mm/s.

Cinzas

A determinação de cinzas foi efetuada por meio de incineração completa de 2 g de amostra em forno mufla, marca FORLABO, conforme norma 24009 da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1984).

Proteínas

Foi determinada segundo norma 24.027 da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1984), digerindo-se a amostra em bloco digestor SARGE modelo 40-25 e destilando em destilador TECNAL modelo TE 036.

Perda de peso

Dez amostras de cada tratamento foram pesadas em balança ART LAB modelo A 1000, no decorrer de toda estocagem para verificação da perda de peso do produto através do envoltório/embalagem.

3.3.2 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas conforme VANDERZANT & SPLITTSTOESSER, (1992), divididas em duas classes: flora deterioradora (efetuadas quinzenalmente) e flora patogênica (efetuadas no início e fim do experimento). Os testes exigidos pela Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos, de 28 de janeiro de 1987, para produtos cárneos cozidos defumados ou não, entre os quais inclui-se a mortadela, foram conduzidos em duplicata.

Contagem total de microrganismos mesófilos

Esta contagem foi realizada através de diluição seriada da amostra e posterior plaqueamento em profundidade e incubação a 32 °C / 48 horas, em meio de cultura ágar padrão para contagem (PCA).

Contagem de bolores e leveduras na superfície

A amostragem foi realizada utilizando-se *swabs* (FAVERO et alii, 1968). Foi realizado esfregaço em duas áreas da superfície do produto (com a embalagem retirada). A área do esfregaço foi delimitada por placas metálicas, vazadas por retângulos com dimensões 30 x 50 mm. O meio de cultura utilizado foi o agar batata dextrose (PDA). As amostras foram incubadas a 22 – 25 °C/5 dias.

Contagem de bactérias lácticas

Realizada através de diluição seriada da amostra e posterior plaqueamento em profundidade com meio de cultura *all purpose medium* com Tween 80 (APT) adicionado de 0,1 % p/v de acetato de tálio, como inibidor (DAVIDSON & CRONIN, 1973). O pH do meio de cultura foi ajustado para 5,7, adicionando-se ácido láctico (p.a.) 85 %. Para redução do conteúdo de oxigênio foi realizado *overlay*. As amostras foram incubadas a 32 °C/120 h e após este período os diferentes tipos de colônias foram submetidos ao teste da catalase para confirmação.

Salmonella

Para detecção de *Salmonella*, realizou-se pré-enriquecimento em água tamponada peptonada a 35 - 37 °C/18 - 24 h, seguida por transferência para caldo tetrionato e selenito-cistina com incubação à 35 °C/24 h. Posteriormente, o material foi transferido por esgotamento em ágar verde brilhante (BGA), ágar Hecktoen entérico (HE) e *xylose lysine desoxycholate citrate* (XLD) e incubando-se a 35 °C/18 - 24 h.

Coliformes fecais

A determinação de coliformes fecais foi realizada através da técnica do número mais provável (NMP), após enriquecimento em LST e incubação a 35 °C / 48 h e posterior transferência para caldo EC e incubação a 44,5 ± 0,2 °C / 22 - 26 horas

***Clostridium* sulfito redutores à 46 °C**

A amostra foi inoculada em ágar *shahidi ferguson perfringens* (SFP), com adição de cicloserina 4 % e suspensão gema de ovo/solução salina 0,85 % (1:1). Em seguida, foram realizados *overlay* e incubação sob anaerobiose a 44 ± 1 °C/18 - 24 h, observando-se a presença de colônias características.

Staphylococcus aureus

As amostras sofreram diluição seriada seguida por espalhamento em ágar Baird-Parker e incubação à 37 °C / 48 h. Colônias típicas e atípicas foram transferidas para caldo infusão de cérebro e coração (BHI) e em seguida realizavam-se provas de coagulase e DNase.

3.3.3 Análise sensorial

A avaliação sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP. Em função do grande número de tratamentos, optou-se por realizar testes de Preferência e Aceitação, conduzidos quinzenalmente, avaliando-se a qualidade geral das amostras. Por medidas de segurança, apenas amostras dos tratamentos nas temperaturas de 5 e 15 °C foram submetidos à degustação. O modelo da ficha utilizada para degustação encontra-se no ANEXO A.

No decorrer das seis análises sensoriais, dois dos seis tratamentos obtiveram médias gerais inferiores ao valor 5 e, portanto, a partir deste ponto, não foram mais submetidos a degustação. Em

cada uma das análises, participaram de 26 a 30 provadores para o Teste de Consumidor, procedidas em cabines individuais, sob luz branca, no período da manhã.

As mortadelas eram fatiadas em 5 mm de espessura e as fatias subdivididas em no mínimo quatro partes, dependendo do diâmetro da mesma, visto que os produtos dos tratamentos ECF-5 e ECF-15 sofreram grande perda de umidade e tiveram considerável redução no diâmetro.

Para cada provador, serviam-se duas partes de fatia de cada tratamento em prato plástico branco, codificado com um número de três algarismos, juntamente com um garfo e uma faca. As amostras fornecidas aos provadores eram mantidas à temperatura de refrigeração (em torno de 5 °C). No intervalo entre as amostras, servia-se um copo com água e uma fatia de pão de forma.

3.4 Determinação da isoterma

Para determinação da isoterma, utilizou-se o método de TEIXEIRA NETO & QUAST (1977). Para tal, a mortadela foi uniformemente fatiada e picada e amostras de aproximadamente 1 g foram mantidas em 8 dissecadores com diferentes microambientes de UR, até peso constante (4 dias). Determinou-se o teor de umidade antes das amostras serem colocadas nos dissecadores e após o equilíbrio. Para esta determinação, utilizou-se amostras de mortadela marca Martini adquiridas no comércio local.

Para criar os microambientes, foram utilizadas soluções saturadas de sal, criando sistemas com diferentes percentuais de umidade conforme MULTON (1984). Os sais utilizados encontram-se no ANEXO B.

3.5 Caracterização das embalagens

A caracterização das embalagens foi realizada segundo metodologias descritas por PADULA et alii (1989). As seguintes análises foram realizadas: identificação dos componentes de cada material,

espessuras parcial e total, gramatura, taxa de permeabilidade ao vapor de água e taxa de permeabilidade ao oxigênio.

3.5.1 Identificação dos componentes da estrutura

A identificação foi realizada por espectrofotometria no infravermelho, em equipamento Perkin Elmer, modelo FTIR 1650 nos materiais plásticos (EPA e PE/EVA/PA).

3.5.2 Espessuras parcial e total

A espessura total foi medida utilizando-se um micrômetro marca Mitutoyo. Os valores expressos em microns, correspondem às duas paredes, ou seja, medidos na forma achatada conforme são comercializados.

3.5.3 Gramatura

A gramatura dos materiais foi determinada através do corte das amostras em áreas de 100 cm², seguido por pesagem em balança semi-analítica e sua conversão para g/m².

3.5.4 Taxa de permeabilidade ao vapor de água

A taxa de permeabilidade foi determinada pelo método gravimétrico, baseado no aumento de peso do cloreto de cálcio anidro colocado no interior de uma cápsula de alumínio e isolado do ambiente através do material em estudo. As condições ambientais do teste referiram-se à temperatura de 38 °C e umidade relativa de 90 %. A área efetiva de permeação foi de 50 cm².

3.5.5 Taxa de permeabilidade ao oxigênio

As taxas de permeabilidade ao oxigênio foram determinadas por método de aumento da concentração. Neste ensaio foram utilizadas células de difusão, nas quais dois corpos-de-prova foram fixados, formando duas câmaras externas e uma intermediária. Nas câmaras externas, fez-se um fluxo constante de oxigênio, que permeou o material de embalagem e acumulou-se na câmara intermediária, fechada para atmosfera. Em intervalos pré-determinados, retirou-se alíquotas de gás da câmara intermediária, para quantificação do gás permeante, em cromatógrafo à gás, operando com detector de condutividade térmica. Os resultados de cromatografia foram analisados por um integrador, com base em curva padrão feita com gás de calibração. A análise foi conduzida a 25 °C. As amostras foram condicionadas durante 3 dias a 25 °C e a 75 % UR. Os resultados obtidos foram corrigidos para a unidade $\text{cm}^3(\text{CNTP}) / \text{m}^2 \cdot \text{atm} \cdot \text{dia}$.

3.6 Análise estatística

Em função dos resultados das análises sensoriais de vida de prateleira, as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se programas do pacote estatístico SAS (SAS Institute Inc. North Caroline), segundo DAMÁSIO (1990).

Foi realizada ANOVA de dois fatores (amostras e provadores) para o teste de preferência e aceitação sensorial. A significância estatística da diferença entre as médias foi determinada mediante o teste de Tukey.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização dos materiais

Os resultados das análises de caracterização das embalagens encontram-se na TABELA 4. Os envoltórios com maior espessura e gramatura foi o ECF, porém com maior permeabilidade aos vapores de água. A permeabilidade ao O₂ deste material foi tanta que não foi possível ser medida. A embalagem laminada (PE/EVA/PA) apresentou baixa taxa de permeabilidade em relação aos envoltórios.

TABELA 4: Valores de espessura, gramatura e taxas de permeabilidade ao oxigênio (TPO₂) e vapor d'água (TPVA) das embalagens

MATERIAL	ESPESSURA (μm)		GRAMATURA (g/m^2)		TPO ₂ (cm^3 (CNTP) / $\text{m}^2.\text{dia}$) 38 °C		TPVA ($\text{g}/\text{m}^2.\text{dia}$) 38°C 90 % UR	
	M	IV	M	IV	M	IV	M	IV
EPA	69	68 – 71	29	28 – 31	12,68	11,45 – 13,84	56,5	50,7 – 62,2
PE/EVA/PA	99	96 – 100	64	60 – 67	9,63	8,24 – 10,62	5,1	4,6 – 5,3
ECF	105	100 – 110	95	91 – 101	-	-	367,5	345,0 – 390,0

M: média dos resultados de cinco determinações

IV: valores mínimos e máximos obtidos

Para EFC+PE/EVA/PA, percebeu-se certa variação na umidade, apesar de não ter sido evidenciado perda de peso. Isso se explica devido a água perdida durante a estocagem ficar retida entre ECF (de alta permeabilidade ao vapor d'água) e PE/EVA/PA (de alta barreira). A barreira destes materiais está relacionada com sua composição com a constituição individual dos seus componentes. Os resultados da análise de identificação dos componentes detectou na amostra de EPA um único material, a poliamida. Na amostra do material utilizado para acondicionamento a vácuo (saco plástico)

identificou-se a presença de três camadas plásticas, sendo a camada interna de polietileno (PE), a camada intermediária de copolímero de etileno e acetato de vinila (EVA) e a camada externa de poliamida (PA). O ECF apresenta uma taxa de permeabilidade ao vapor muito alta evidenciando a falta de barreira a umidade para este material. Da mesma forma, a barreira ao oxigênio pode ser considerada zero e, portanto, não foi possível quantificar a TPO_2 .

4.2 Perda de peso da mortadela em função dos tratamentos

Verificou-se uma influência significativa da embalagem em relação a perda de peso das mortadelas estocadas nas temperaturas de 5, 15 e 25 °C (FIGURA 3). A perda de peso foi maior com o aumento da temperatura para ECF e EPA. Os experimentos em ECF+PE/EVA/PA sofreram pouca alteração em seu peso conforme verifica-se no ANEXO C. Para a mortadela acondicionada no envoltório ECF, a perda de peso foi muito grande, alcançando valores até 40,18, 41,83 e 45,78 %, para as temperaturas 5, 15 e 25 °C, respectivamente.

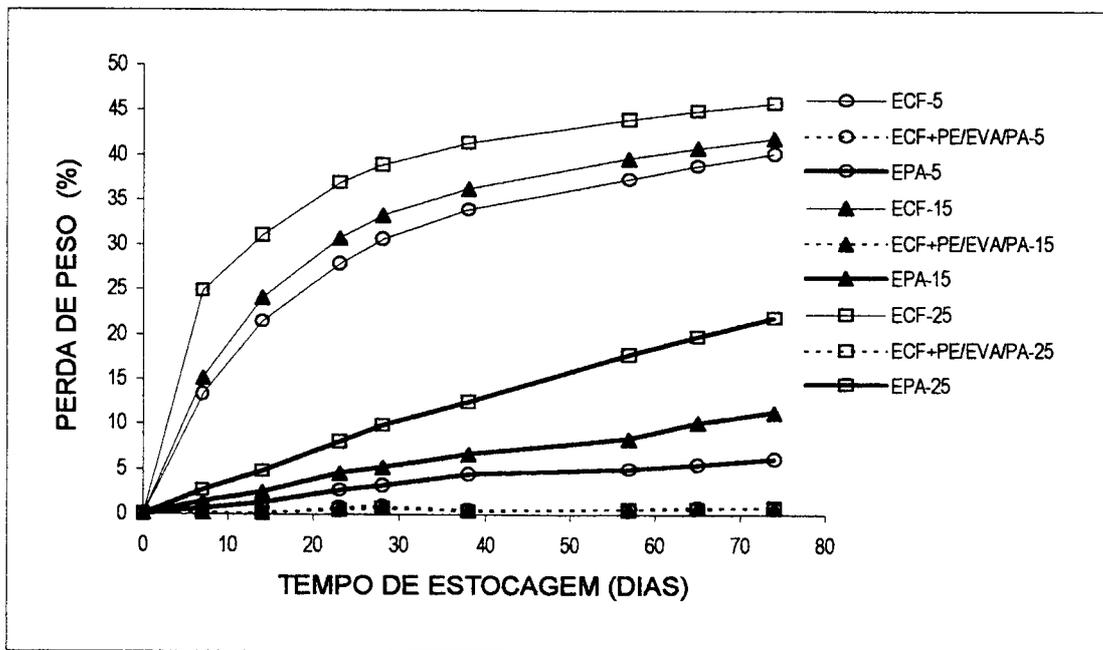


FIGURA 3: Perda de peso das mortadelas estocadas a 5, 15 e 25 °C em envoltório de celulose fibrosa (ECF), envoltório de poliamida (EPA) e envoltório de celulose fibrosa com acondicionamento a vácuo em polietileno / etileno/ acetato de vinila / poliamida (EFC+PE/EVA/PA)

A embalagem ECF proporcionou a maior perda de peso nas três temperaturas dos tratamentos. Os tratamentos em EPA obtiveram influência intermediária (porém também com grande perda) e EFC+PE/EVA/PA praticamente não perdeu peso nas três temperaturas de estocagem. Tal fenômeno está relacionado com a permeabilidade destes envoltórios, pois o ECF é altamente permeável aos vapores de água, conforme verificou-se no teste de permeabilidade (TABELA 4). Relativamente, a EPA apresenta permeabilidade menor, enquanto que EFC+PE/EVA/PA pode ser considerada de baixa permeabilidade ou de valor desprezível, considerando o período normalmente utilizado na comercialização de mortadelas. A barreira neste caso, foi conferida pela embalagem externa (poliamida) que consiste em um laminado de boa barreira a umidade. A embalagem tem um papel muito importante no ganho ou perda de peso que podem ser prevenidos com a utilização de materiais de baixa permeabilidade a umidade (INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS & COMMITTEE ON PUBLIC INFORMATION, 1974).

Os menores valores de umidade mostrados na FIGURA 4 (ANEXO D), comprovam a perda de peso mais acentuada em ECF. Observou-se também, uma redução de umidade de aproximadamente 50 % para as três temperaturas.

A embalagem EPA também proporcionou grande perda de peso à 15 e 25 °C, porém menor que ECF, visto que possuía menor taxa de permeabilidade ao vapor d'água. Quando o ECF foi utilizado em conjunto com o saco plástico (EFC+PE/EVA/PA), praticamente não houve perda de peso devido a baixa taxa de permeabilidade ao vapor d' água.

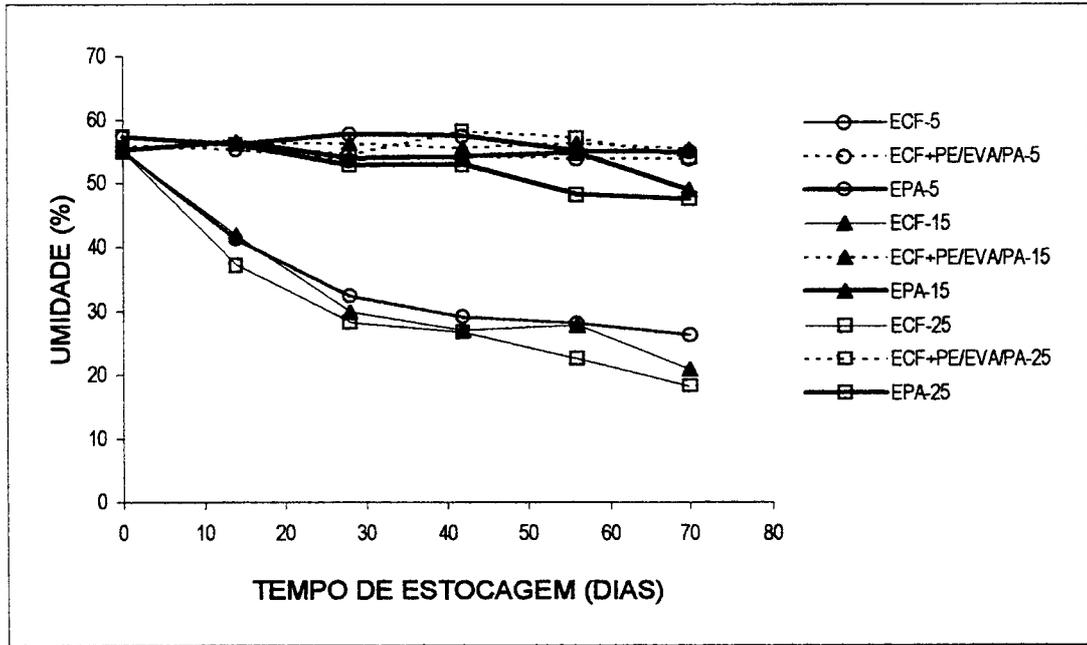


FIGURA 4: Umidade das mortadelas estocadas a 5, 15 e 25 °C em envoltório de celulose fibrosa (ECF), envoltório de poliamida (EPA) e envoltório de celulose fibrosa com acondicionamento a vácuo em polietileno / etileno/acetato de vinila / poliamida (EFC+EFC+PE/EVA/PA)

4.3 Análises físico-químicas

Os resultados das determinações de proteínas, gorduras, cinzas e umidade estão apresentados na TABELA 5.

As alterações nos teores de proteínas, cinzas e gorduras entre o início e final do experimento, são decorrentes da perda de água durante a estocagem, que foram, de um modo geral, tanto maiores quanto maiores esta perda.

Os tratamentos em ECF tiveram seus conteúdos de proteína, cinzas e gordura totalmente alterados no final dos 70 dias, nas três temperaturas. Notou-se que a composição química da mortadela acondicionada neste envoltório foi tão alterada que já não era mais característica do produto, em relação ao padrão de identidade (referência). O teor de proteína também foi significativamente alterado em EPA-15 e EPA-25. A % de gordura ficou bastante aumentada em todos os tratamentos em EPA, e este aumento foi tanto maior quanto maior a temperatura. Os tratamentos em ECF+PE/EVA/PA, nas três temperaturas mantiveram a maior parte dos resultados com valores menores em 70 dias, do que aqueles encontrados no início do experimento. Isto pode ser explicado devido ao excesso de umidade do produto que ficava retido entre ECF e PE/EVA/PA, podendo, certamente influenciar os resultados.

Ao abrir as amostras para realização das demais análises era facilmente visto excesso de líquido nos tratamentos em ECF+PE/EVA/PA, principalmente à 25 °C.

TABELA 5. Resultados médios das análises* de composição química no início e final (70 dias) do experimento

TRATAMENTOS	PROTEÍNA (%)		CINZAS (%)		GORDURA (%)		UMIDADE (%)	
	Início	final	Início	Final	Início	final	Início	Final
ECF-5	13,69	23,42	3,96	6,64	26,19	35,00	55,12	26,18
ECF+PE/EVA/PA-5	13,03	12,49	3,79	3,51	26,20	26,61	55,75	53,93
EPA/5	12,33	12,79	3,49	3,99	22,03	24,65	57,30	54,96
ECF-15	13,69	22,80	3,96	7,11	26,19	39,72	55,12	20,89
ECF+PE/EVA/PA-15	13,03	12,10	3,79	3,93	26,20	22,54	55,75	55,42
EPA-15	12,33	14,99	3,49	4,16	22,03	25,84	55,30	49,07
ECF-25	13,69	24,14	3,96	7,25	26,19	44,70	55,12	18,23
ECF+PE/EVA/PA-25	13,03	12,73	3,79	3,27	26,20	26,47	55,75	54,23
EPA-25	12,33	15,16	3,49	4,22	22,03	28,29	57,30	47,56

* média das análises realizadas em triplicata
Final = 70 dias de estocagem

4.4. Análise sensorial

As médias de aceitação na análise sensorial e os resultados do teste de Tukey estão apresentados na TABELA 6. Foram atribuídas notas de 1 (desgostei muitíssimo) à 9 (gostei muitíssimo) conforme a avaliação do provador na ficha do ANEXO A. No tempo zero, não houve diferença significativa entre as amostras, porém com 14 e 28 dias de estocagem, ECF apresentou-se com baixa média de aceitação, não mostrando diferenças entre si, para as duas temperaturas de estocagem. Ou seja, o tipo de envoltório foi a única variável significativa para 14 e 28 dias.

TABELA 6. Médias de aceitação na análise sensorial da mortadela

TRATAMENTOS	Tempo de estocagem (dias)					
	0	14	28	42	56	70
ECF-5	6,800 ^a	4,731 ^b	3,926 ^b	-	-	-
ECF+PE/EVA/PA-5	6,667 ^a	7,038 ^a	6,667 ^a	7,233 ^a	7,067 ^a	7,000 ^a
EPA-5	6,600 ^a	7,462 ^a	7,333 ^a	7,033 ^{ab}	6,833 ^{ab}	6,519 ^{ab}
ECF-15	6,800 ^a	4,692 ^b	3,444 ^b	-	-	-
ECF+PE/EVA/PA-15	6,667 ^a	6,846 ^a	6,593 ^a	6,067 ^c	6,100 ^b	4,778 ^c
EPA-15	6,600 ^a	6,962 ^a	6,889 ^a	6,533 ^{bc}	6,033 ^b	5,704 ^{bc}

abc: médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

A mortadela em ECF, apresentou grande perda de umidade, reduzindo seu diâmetro, alterando a cor e conferindo um brilho excessivo ao produto. Esta perda excessiva de água, obviamente, prejudicou a textura do produto, deixando-o muito rígido. Foi citado também por vários provadores uma característica de gosto/odor de produto oxidado. A alta taxa de permeabilidade ao oxigênio, conforme resultados apresentados na TABELA 4, justificam a oxidação ocorrida na mortadela e sua comprovação pelos provadores. Assim os tratamentos ECF-5 e ECF-15 estendendo a ECF-25, apesar de não ter sido avaliado sensorialmente teriam vida-de-prateleira menor que 14 dias, sob o ponto de vista sensorial.

Para 42, 56 e 70 dias de estocagem, notaram-se médias maiores para a menor temperatura (5 °C), variando de 7,233 (ECF+PE/EVA/PA-5 - 70 dias) a 6,519 (EPA-5 - 70 dias), enquanto que, neste mesmo período a 15 °C o maior valor foi de apenas 6,533 (EPA-15 - 42 dias), atingindo até 4,778 (ECF+PE/EVA/PA-15) de média de aceitação. Por medida de precaução, a partir dos 42 dias de estocagem, não mais foi oferecido aos provadores os tratamentos em ECF, devido aos valores muito baixos de média de aceitação.

Nos períodos de 42, 56 e 70 dias, não houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as embalagens, porém nos três períodos existe diferença entre as temperaturas.

Em 56 e 70 dias foi citado pelos provadores, a característica de um produto seco e com suculência alterada, para EPA-15, e odor alterado, odor ácido e produto pegajoso, para ECF+PE/EVA/PA-15.

Observaram-se valores de pH (FIGURA 5) no decorrer do experimento (ANEXO E). Notou-se certa instabilidade nos valores no decorrer da estocagem, porém, é notadamente marcante o decréscimo do pH para as embalagens ECF+PE/EVA/PA, principalmente a 25 °C condizendo com os comentários dos provadores durante a análise sensorial. O termo *pegajoso* citado na análise sensorial pode ter relação com microrganismos produtores de limo, favorecidos pelo ambiente de microaerofilia proporcionado neste tratamento.

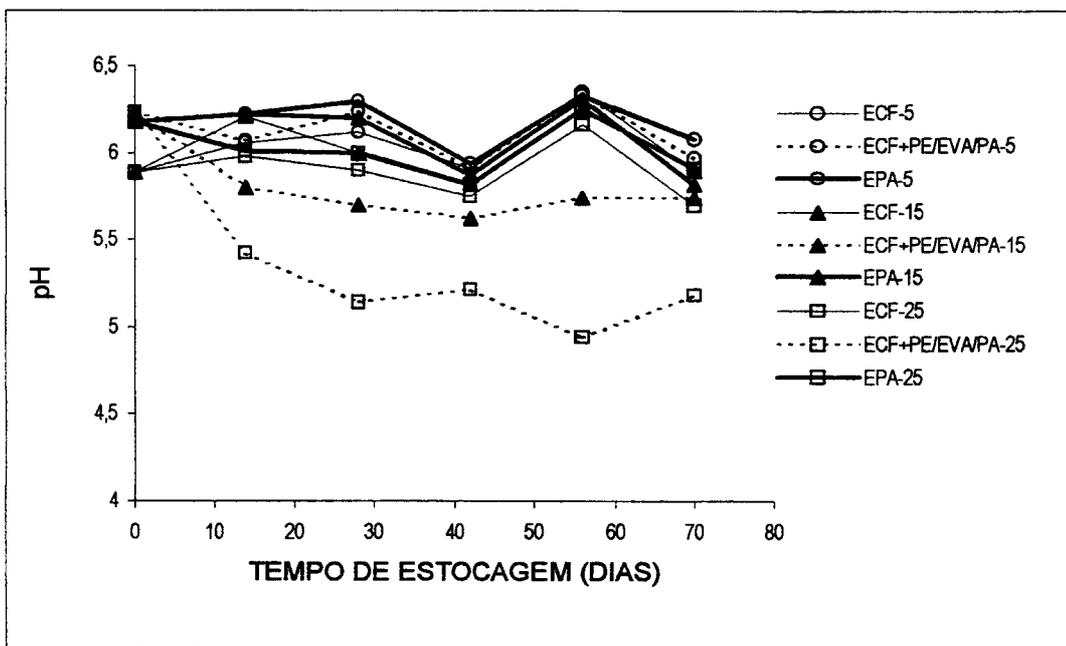


FIGURA 5: Valores de pH das mortadelas estocadas a 5, 15 e 25 °C em envoltório de celulose fibrosa (ECF), envoltório de poliamida (EPA) e envoltório de celulose fibrosa com acondicionamento a vácuo em polietileno/etileno / acetato de vinila/poliamida (EFC+EFC+PE/EVA/PA) no decorrer da estocagem

A temperatura induziu maiores alterações no pH. Verificou-se, um abaixamento do pH mais acentuado para temperaturas mais elevadas e para a embalagem ECF, provavelmente, devido ao crescimento de microrganismos, como bactérias lácticas, as quais desenvolvem bem nesta faixa de temperatura (VANDERZANT & SPLITTSTOESSER, 1992).

4.5 Análises microbiológicas

A TABELA 7 contém os resultados das análises microbiológicas da flora patogênica. A ausência de coliformes fecais indica que a mortadela foi processada, transportada e estocada sob boas práticas higiênicas sanitárias. Os demais resultados das análises da flora patogênica indicam que o produto foi processado de forma a atender as condições exigidas pelo DINAL.

TABELA 7. Avaliação microbiológica da flora patogênica da mortadela

TRATAMENTOS	<i>Clostridium</i> sulfito reduzidores à 46 °C (UFC/g)		Coliformes fecais (NMP/g)		<i>Salmonella</i> /25 g		<i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i> (UFC/g)	
	Início	final	Início	Final	Início	final	Início	final
ECF-5	< 100	< 100	< 3	< 3	AUS	AUS	< 10	< 10
ECF+PE/EVA/PA-5	< 100	< 100	< 3	< 3	AUS	AUS	< 10	< 10
EPA-5	< 100	< 100	< 3	< 3	AUS	AUS	< 10	< 10
ECF-15	< 100	< 100	< 3	< 3	AUS	AUS	< 10	< 10
ECF+PE/EVA/PA-15	< 100	< 100	< 3	< 3	AUS	AUS	< 10	< 10
EPA-15	< 100	< 100	< 3	< 3	AUS	AUS	< 10	< 10
ECF-25	< 100	< 100	< 3	< 3	AUS	AUS	< 10	< 10
ECF+PE/EVA/PA-25	< 100	< 100	< 3	< 3	AUS	AUS	< 10	< 10
EPA-25	< 100	< 100	< 3	< 3	AUS	AUS	< 10	< 10

NMP: número mais provável
 AUS: ausência
 Final = 70 dias de estocagem

Os resultados da contagem de bolores e leveduras apresentados na TABELA 8 mostram maiores afinidades destes microrganismos à temperatura de 25 °C (VANDERZANT & SPLITTSTOESSER, 1992), especialmente para ECF.

TABELA 8. Contagem total de bolores e leveduras na superfície (UFC/cm²) das mortadelas

TRATAMENTOS	Tempo de estocagem (dias)					
	Início	Final	início	Final	Início	final
ECF-5	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
ECF+PE/EVA/PA-5	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
EPA/5	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
ECF-15	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
ECF+PE/EVA/PA-15	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
EPA-15	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
ECF-25	< 0,33	< 0,33	6,17	11	1	< 0,33
ECF+PE/EVA/PA-25	< 0,33	< 0,33	1	4,33	< 0,33	< 0,33
EPA-25	< 0,33	< 0,33	1	< 0,33	< 0,33	< 0,33

Apesar dos baixos valores encontrados, foi visível o desenvolvimento de fungos na superfície externa nos tratamentos ECF-15 e ECF-25, aos 28 e 42 dias, respectivamente. Isto se explica devido a análise de bolores e leveduras ter sido realizada na superfície da mortadela, ou seja, após retirado seu envoltório, com o mesmo protegendo o produto destes contaminantes. Apesar dos resultados favoráveis, estes tratamentos estavam microbiologicamente comprometidos, em períodos menores que 28 e 42 dias, respectivamente, assim como sua aparência. Quando utiliza-se tripas impermeáveis para acondicionar a massa, a passagem de nutrientes para o exterior da tripa é impedida e assim o

desenvolvimento de colônias de fungos e leveduras no exterior da embalagem não ocorre da mesma forma quando se usa envoltórios permeáveis (SUTHERLAND & VARNAM, 1982).

A avaliação de contagem total de microrganismos mesófilos obteve resultados de difícil interpretação, conforme pode-se verificar na TABELA 9.

TABELA 9. Contagem total de microrganismos mesófilos (UFC/g) das mortadelas

TRATAMENTOS	Tempo (dias)					
	0	14	28	42	56	70
ECF-5	$5,70 \times 10^2$	$1,04 \times 10^3$ I	$2,50 \times 10^2$ est	$3,50 \times 10^2$ I	$1,35 \times 10^3$ est	$1,10 \times 10^2$ I
ECF+PE/EVA/PA-5	$4,90 \times 10^2$	$4,70 \times 10^3$	$2,64 \times 10^4$	$2,37 \times 10^5$	$1,35 \times 10^5$ est	$1,23 \times 10^5$
EPA-5	$6,00 \times 10^2$	$3,65 \times 10^3$	$3,00 \times 10^3$ est	$3,20 \times 10^4$	$2,10 \times 10^3$	$4,80 \times 10^3$
ECF-15	$5,70 \times 10^2$	$1,69 \times 10^5$	$7,65 \times 10^4$	$9,70 \times 10^3$	$4,90 \times 10^2$	$7,00 \times 10^2$
ECF+PE/EVA/PA-15	$4,90 \times 10^2$	$2,45 \times 10^4$	$1,53 \times 10^5$	$2,20 \times 10^5$	$5,30 \times 10^6$	$5,15 \times 10^6$
EPA-15	$6,00 \times 10^2$	$1,06 \times 10^4$ I est	$1,70 \times 10^3$ est	$1,05 \times 10^3$ est	$7,20 \times 10^4$	$9,70 \times 10^3$
ECF-25	$5,70 \times 10^2$	$2,58 \times 10^5$	$7,95 \times 10^4$	$7,30 \times 10^4$	$2,50 \times 10^4$ est	$5,50 \times 10^2$ est
ECF+PE/EVA/PA-25	$4,90 \times 10^2$	$2,87 \times 10^5$	$6,75 \times 10^6$	$8,30 \times 10^6$	$3,30 \times 10^7$	$2,04 \times 10^7$
EPA-25	$6,00 \times 10^2$	$1,93 \times 10^3$ I	$1,20 \times 10^6$ est	$9,05 \times 10^5$ I	$2,90 \times 10^5$	$1,81 \times 10^5$ I

I: presença de colônias invasoras

est.: valores estimativos

Analisando cada temperatura separadamente, verificou-se que em vários momentos a maior contagem de mesófilos foi detectada na embalagem ECF+PE/EVA/PA seguida pelo EPA e por último a ECF, cuja umidade foi marcadamente alterada, conforme já apresentado na FIGURA 4.

Observou-se também contagens maiores para temperaturas mais elevadas que seriam melhores evidenciadas se não fosse o efeito da embalagem (INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS & COMMITTEE ON PUBLIC INFORMATION, 1974).

Na análise inicial de bactérias lácticas (tempo zero) houve a formação, em todas as placas de petri, de 2 tipos de colônias invasoras que dificultaram a interpretação dos resultados. Foi realizado teste de catalase e coloração de gram com estes microrganismos. Tratava-se de bastonetes gram negativo, catalase positivo. A partir deste momento foi adicionado acetato de tálio 0,1 % (DAVIDSON & CRONIM, 1973) ao meio de cultura para inibição destes contaminantes secundários.

A TABELA 10 apresenta os valores da análise de bactéria láctica. Os resultados apresentados mostram certa instabilidade, ou seja, não puderam ser diretamente correlacionados com os resultados de umidade ou pH. Porém as maiores contagens foram detectadas para a embalagem ECF+PE/EVA/PA a 15 e 25 °C. Resultados estes coerentes, pois havia condições favoráveis para o desenvolvimento desta classe de microrganismo: baixa concentração de oxigênio entre as embalagens ECF e PE/EVA/PA e temperaturas mais elevadas. O odor ácido e limosidade percebidos pelos provadores e durante a amostragem para análises, são característicos de bactéria láctica. Isso foi evidenciado pelo abaixamento do pH conforme já ilustrado e discutido na FIGURA 5.

TABELA 10. Contagem de bactérias lácticas (UFC/g) das mortadelas

TRATAMENTOS	Tempo de estocagem (dias)					
	0	14	28	42	56	70
ECF-5	< 10l	6,5 x10 ¹	1,8 x10 ²	1,9 x10 ²	1,5 x10 ³	5,0 x10 ²
ECF+PE/EVA/PA-5	< 10l	5,9 x10 ³	< 10	3,9 x10 ³	< 10	2,8 x10 ⁴
EPA/5	< 10l	< 10	2,7 x10 ²	2,4 x10 ²	3,6 x10 ⁴	6,8 x10 ⁵
ECF-15	< 10l	< 10	1,6 x10 ⁴	2,4 x10 ²	1,8 x10 ²	2,0 x10 ³
ECF+PE/EVA/PA-15	< 10l	> 10 ³	< 10	2,2 x10 ⁶	3,9 x10 ⁶	1,7 x10 ⁶
EPA-15	< 10l	4,0 x10 ³ est	5,1 x10 ²	8,0 x10 ²	1,0 x10 ³	2,0 x10 ³
ECF-25	< 10l	6,6 x10 ⁴	< 10	8,0 x10 ³	< 10	1,0 x10 ²
ECF+PE/EVA/PA-25	< 10l	< 10	1,5 x10 ⁷	2,3 x10 ⁶	5,0 x10 ⁶	3,8 x10 ⁶
EPA-25	< 10l	4,7 x10 ³ est	1,9 x10 ³	2,1 x10 ³	5,8 x10 ²	2,0 x10 ³

Est.: valores estimativos

l: presença de colônias invasoras

4.6 Isoterma

A Figura 6 representa a isoterma de desorção obtida na mortadela. Não foi encontrada na literatura isoterma da mortadela ou de produto similar, para comparação dos resultados. Entretanto, discussões tem sido feitas com base na Aa (HECHELMANN & KASPROWIAK, 1992; LEISTNER, 1994). Produtos similares como aqueles de umidade intermediária (salames) apresentam Aa na faixa 0,84 – 0,89. A mortadela ao perder água, enquadra-se nesta classificação. Nesta faixa de Aa, predomina-se o crescimento de fungos na superfície do produto. Isso foi constatado nas mortadelas cujo envoltório era bem permeável (ECF). Além do aspecto visual depreciador, o produto apresentou-se com textura elevada (endurecido), dificultando o seu corte e mastigação.

As principais alterações que podem ocorrer nos alimentos em função da disponibilidade de água ou atividade de água se devem ao crescimento microbiológico, atividade enzimática, escurecimento não enzimático e reações de oxidação de lipídeos e pigmentos. A velocidade de crescimento dos microrganismos é, em geral, bem maior que a velocidade das demais reações em

alimentos com valores altos de atividade de água. A maioria dos microrganismos requerem uma atividade de água maior que 0,90 para se desenvolverem. Os fungos e leveduras tem maior resistência a baixas atividade de água que as bactérias, podendo crescer inclusive em atividades de águas menores que 0,80 (CHAVES, 1980).

Utilizando o método de Grover, citado em KAREL (1975) e BOBBIO (1975), em uma formulação básica (25 % de proteína, 22 % de gordura, 45 % de água, 5 % de amido, 2,5 % de sal e 0,5 % de condimentos) foi estimado um valor de atividade de água para mortadela de 0,91. A atividade de água calculada desta forma pode variar em função da formulação, principalmente na presença de umectantes, como glicerol e sorbitol. CHANG et alii (1983), encontraram um valor de atividade de água de 0,98 para mortadelas de diferentes formulações.

Durante o experimento de CHANG et alii (1983), não foi observado crescimento microbiano nas amostras, em nenhum dos microambientes testados. Entretanto foram observadas alterações na cor do produto nos dois microambientes de maior umidade para amarelo e amarelo escuro. Estas alterações provavelmente são resultantes da oxidação dos pigmentos da carne (perda da coloração vermelho-rosa característica da mortadela) e da oxidação dos lipídios (aparecimento da cor amarela). Nesta faixa de atividade de água, a velocidade das reações oxidativas é muito maior que a velocidade de crescimento dos microrganismos.

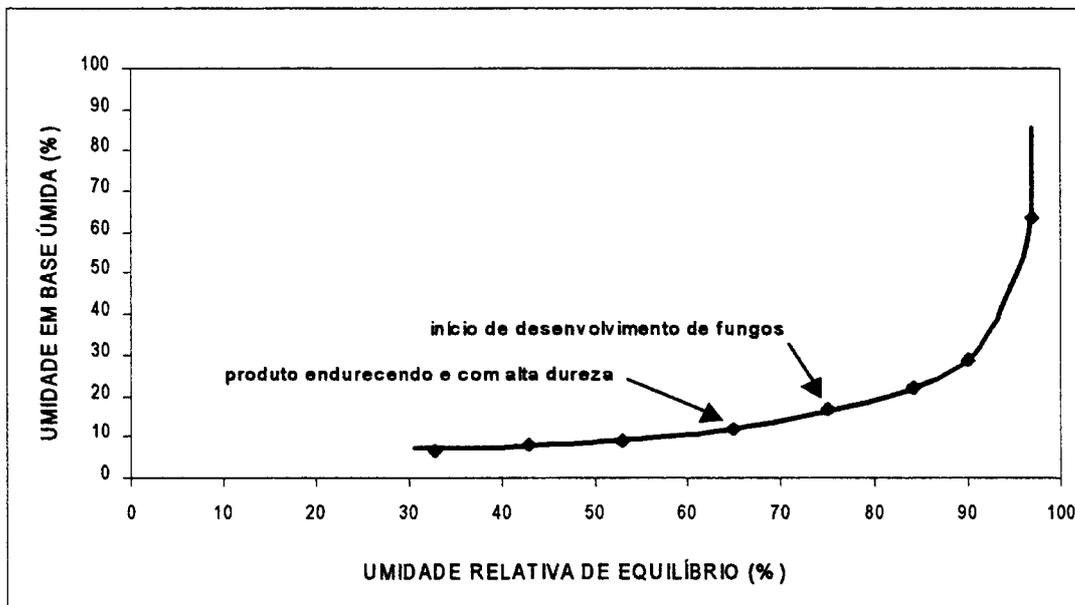


FIGURA 6. Isoterma da mortadela a 25 °C

4.7 Textura

A FIGURA 7 apresenta os resultados encontrados na análise de textura da mortadela. Com a diminuição do conteúdo de umidade, ocorreu um aumento na força máxima de compressão e de ruptura. No entanto, este aumento foi pequeno, pois a mortadela possui um alto teor de umidade, necessitando uma grande perda de água para provocar uma alteração mais significativa em sua textura, além de também possuir um alto teor de gordura, que pode influenciar os resultados.

Quanto aos outros parâmetros de textura, observou-se que a mastigabilidade, a gomosidade, a fraturabilidade e a dureza aumentaram com a perda de água da mortadela na estufa, enquanto que a extensibilidade variou pouco. Durante a medição, foi obtida alta dispersão para os desvios padrão das médias em ambos os dispositivos (*probe* e lâmina Warner Bratzler) devido, principalmente, aos cubos de gordura apresentarem tamanho e disposição diferentes ao longo da peça de mortadela.

A alteração de textura foi percebida sensorialmente, principalmente para a mortadela em ECF, mas também nos tratamentos EPA-15 com 56 e 70 dias cujas umidade foram de 54,83 e 49,07, respectivamente.

Através das equações das retas da FIGURA 7, foi possível verificar a variação das forças de compressão e ruptura no decorrer do experimento. No tempo zero, no qual o menor valor de umidade determinado foi de 55,12 % (ECF-5, ECF-15 e ECF-25), correspondendo a 2891 g de força de compressão e 1249 g de força de ruptura. Na análise sensorial, conforme comentado anteriormente, os tratamentos ECF-5 e ECF-15 obtiveram baixa aceitação em tempo de estocagem menor que 14 dias. Nesta etapa, os valores das forças de compressão e ruptura corresponderam a 3886 e 1396 g, respectivamente, para ECF-5 e 3843 g e 1390 g para ECF-15. Estes valores significam um aumento de 34 % na força de compressão e 12 % na força de ruptura para ECF-5. Da mesma forma em ECF-25, o aumento das forças de compressão e ruptura seriam de 33 e 11 %, respectivamente.

O tratamento ECF+PE/EVA/PA-5, cujas médias na análise sensorial foram as melhores, obteriam forças de compressão e ruptura de 2975 e 1262 g, respectivamente ao final do período de estocagem (70 dias) de acordo com a FIGURA 7.

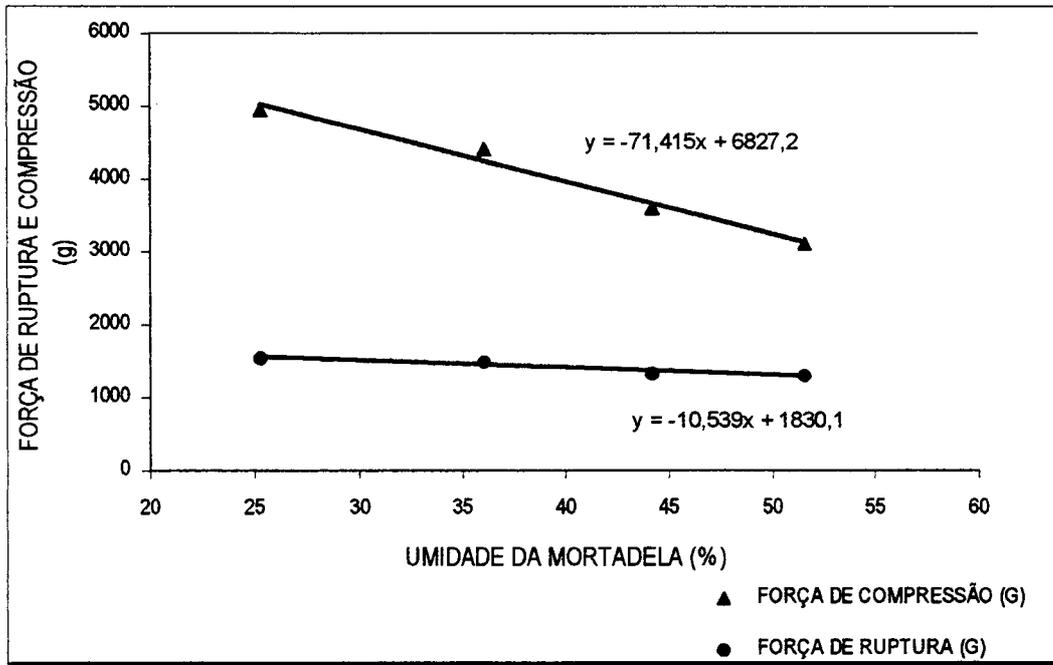


FIGURA 7. Comportamento das forças de compressão e ruptura na mortadela marca Martini em função da umidade utilizando o *probe* de 35 mm de diâmetro e a lâmina de corte Warner Brazler no texturômetro TA-XT2 marca *Stable Micro Systems*

5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste experimento, concluiu-se que:

- A temperatura de estocagem e o tipo de envoltório foram fatores importantes para as alterações das características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas da mortadela, diminuindo a vida-de-prateleira com o aumento da temperatura e aumento da permeabilidade;

- O envoltório de celulose fibrosa sem revestimento interno e/ou externo (ECF), mostrou-se inadequado para o produto, pois proporcionou grande perda de peso e, conseqüentemente, alterações organolépticas indesejáveis em período inferior a 14 dias de estocagem nas temperaturas de 5, 15 e 25 °C. Além das alterações organolépticas e químicas, ocorreu desenvolvimento de fungos na superfície à 15 e 25 °C;

- A embalagem EPA também apresentou-se imprópria devido, principalmente, às grandes perdas de peso que, apesar de menores que ECF, foram bastante significativas. A boa aceitação sensorial para o tratamento EPA até 70 dias ocorreu apenas a 5 °C de temperatura de estocagem;

- Os tratamentos em ECF+PE/EVA/PA não obtiveram grandes valores de perda de peso. Porém ocorreu desenvolvimento de bactérias lácticas nos tratamentos a 15 e 25 ° C, prejudicando a qualidade microbiológica e sensorial do produto;

- O tratamento que obteve melhor desempenho neste estudo foi ECF+PE/EVA/PA-5, devido as boas médias de aceitação na análise sensorial e resultados microbiológicos e físico-químicos favoráveis;

- Recomenda-se o uso da refrigeração, ou consumo do produto em, no máximo, uma semana em ambientes de comercialização muito quentes.

- As análises sensorial e de textura indicam que forças de compressão e ruptura menores que 3843 g e 1390 g respectivamente, podem alterar negativamente as características sensoriais do produto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

- 1- ANTUNES, L. A. F. **Caracterização da flora láctica de leite cru**. Campinas, 1985. 113p. Tese (Doutor em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.
- 2- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS **Official methods of analysis**. 14.ed. Arlington, Association of Official Analytical Chemists, 1984. 1141p.
- 3- BETANHO, C.; SHIMOKOMAKI, M. ; OLIVO, R. Estabilidade das emulsões cárneas **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.18, n.210, p.85-90, ago. 1994.
- 4- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos** 2. ed São Paulo: Varela, 1995. 151 p.
- 5- BOURNE, M. C. A classification of objective methods for measuring texture and consistency of foods. **Journal of Food Science**, Chicago, v.31, n.6, p.1011-1015, 1966.
- 6- BOURNE, M. C. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. New York: Academic Press Inc., 1982. 325 p.
- 7- BRASIL. Ministério da Saúde. secretaria da Vigilância Sanitária. Portaria 451, 19set.1997. **Diário Oficial**, Brasília, 22 set.1997. Secção I.
- 8- BRUM, M. A. R.; TERRA, N. N. Aspectos químicos e microbiológicos de mortadelas. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.13, n.151, p.49-50, jul. 1989.
- 9- CABRAL, P. Tripas naturais e artificiais. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.15, n.173, p.51-53, jul. 1991.
- 10- CABRAL, P. O Brasil evoluiu muito na produção de tripas. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.17, n.190, p.3-5, dez. 1992.
- 11- CANHOS, D. A. L.; DIAS, E. L. **Tecnologia de carne bovina e produtos derivados**. Campinas: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia, 1983. 440 p.

- 12- CENTRO DE TECNOLOGIA DA CARNE. O valor nutricional da carne e produtos cárneos. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.17, n.196, p.92-93, jun. 1993a.
- 13- CENTRO DE TECNOLOGIA DA CARNE. Tripas naturais e artificiais para embutidos. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.17, n.197, p.49-50, jul. 1993b.
- 14- CHANG, C.; SEBRANEK, J. G.; WALKER, H. W.; GALLOWAY, D. E.. Packaging film permeability in conjunction with sodium nitrite, potassium sorbate or lactic acid starter culture for control of *Clostridium sporogenes* (PA 3679) growth in sliced Bologna. **Journal of Food Science**, Chicago v.48, n.3, p.861-864, May/Jun. 1983.
- 15- CHAVES, J. B. P. Fatores que afetam a multiplicação dos microrganismos nos alimentos. In: _____ **Noções de microbiologia e conservação de alimentos**. Viçosa: Imprensa Universitária da Universidade da Universidade Federal de Viçosa, 1980. p.4-7.
- 16- CIFUENTES, A. F. J. T. **Desenvolvimento, avaliação física, química e microbiológica e testes de aceitação de salsicha com Aa reduzida por glicerol e cloreto de sódio**. Campinas, 1987. 124p. Tese (Mestre em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
- 17- DAMÁSIO, M. H. **Medida das propriedades mecânicas e da textura de géis mistos de K-carragenato-goma-garrofim-goma guar. Influência da composição e relação entre os dados instrumentais e sensoriais**. Campinas, 1990. 263 p Tese (Doutor em Ciências de alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
- 18- DAVIDSON, C. M.; CRONIN, F. Medium for the selective enumeration of lactic acid bacteria from foods. **Applied Microbiology**, Baltimore, v.6, n.3, p.439-440, Sept. 1973.
- 19- DETHMERS, A. E. Utilizing sensory evaluation to determine product shelf life. **Food Technology**, Chicago, v.33, n.9, p.40-42, Sept. 1979.
- 20- EFFENBERGER, G.; WALSRÖDE. Condimentado de embutidos con empleo de tripas sintéticas. **Fleischwirtschaft español**, Frankfurt, n.1, p.50-52, Oct. 1987.
- 21- EFFENBERGER, G. **Tripas artificiales**. Zaragoza: Editorial Acribia, s. d. 154 p.
- 22- EVANGELISTA, J. Embalagens de alimentos. In: _____ **Tecnologia de alimentos**. 2 ed. São Paulo / Rio de Janeiro / Belo Horizonte: Livraria Atheneu, 1994. Cap. 11: 469–573.

- 23- FAVERO, M. S.; McDADE, J. J.; ROBERTSEN, J. A.; HOFFMAN, R. K.; EDWARDS, R. W. Microbiological sampling of surfaces. *Journal Applied Bacteriology*, London, v.31, n.3, p.336-343, Sept. 1968.
- 24- FELÍCIO, P. E. Classificação dos produtos cárneos. In: *Curso Fundamentos de tecnologia da carne*. 1987, Campinas. Campinas: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia "André Tosello", 1987. p.22-24.
- 25- FELÍCIO, P. E. de. Qualidade o grande objetivo a ser alcançado com a máxima urgência. *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, v.16, n.184, p.3-5, jun. 1992.
- 26- FRIEDMAN, H. H.; WHITNEY, J. E.; SZCZESNIAK, A. S. The texturometers – a new instrument for objective texture measurement. *Journal of Food Technology*, 28:390, 1963.
- 27- FRIGOBRÁS - SADIA. Tripas naturais e artificiais: a vestimenta dos embutidos. *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, v.16, n.185, p.40-43, jul. 1992.
- 28- FRITSH, C. W.; GALE, J. A. Hexanal as a measure of rancidity in low fat foods. *Journal of the Oil Chemists's Society*, Champaign, v.54, n.6, p.225-228, Jun. 1977.
- 29- GIACCHETTA, D. Sadia quer mortadela como produto nobre. *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, v.14, n.155, p.11, nov. 1989.
- 30- GRAY, J. I. Measurement of lipid oxidation: a review. *Journal of the Oil Chemists's Society*, Champaign, v.55, n.6, p.539-546, Jun. 1978
- 31- HANLON, J. F. Films and foils In: _____ *Handbook of package engineering*. 2 ed. Mc Graw-Hill Book Company, 1984. Chap. 3: 1-59.
- 32- HAYES, P. R. Food spoilage. In: _____ *Food microbiology and hygiene*. London: Elsevier Applied Science Publishers, 1985. Chap.3, p.80-139.
- 33- HECHELMANN, H.; KASPROWIAK, R. Criterios microbiológicos para productos estables. *Fleischwirtschaft español*, Frankfurt, n.2, p.32-42. Oct. 1992.
- 34- HEDRICK, H. B.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; JUDGE, M. D.; MERKEL, R. A. Principle of meat processing. In: _____ *Principles of meat science* 3. Ed. Dubuque: Keldall / Hunt Publishing Company, 1994. Chap.7: p.133-171.

- 35- IGLESIAS, H. A.; CHIRIFE, J. **Handbook of food isotherms: water sorption parameters for food and food componentes**. London: Academic Press Inc, 1982. 347 p.
- 36- INDUSTRIA BRASILEIRA DE ADITIVOS E CONDIMENTOS LTDA. **Teoria e prática na industrialização de carnes**. Rio Claro: Indústria Brasileira de Aditivos e Condimentos Ltda., s.d. 89p.
- 37- INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS & COMMITTEE ON PUBLIC INFORMATIONI Shelf life of foods. **Food Technology**, Chicago, v.28, n.8, p.45-48, Aug. 1974.
- 38- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Companhia Melhoramentos de São Paulo, 1976. 371 p.
- 39- INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. Sampling plans for raw meats. In: _____ . **Microorganisms in foods. 2. Sampling for microbiological analysis: principles and specific applications**. Toronto: University of Toronto Press, 1974. Chap.13, p.137-41.
- 40- JAY, J. M. Processed meats and poltry. In: _____ Modern food microbiology. 5 ed. New York: Chapman & Hall, 1996. chap 5: 97-117.
- 41- KAREL, M. Water activity and food preservation. In: FENNEMA. O. R. (Ed.) **Principle of food science**. New York: Marcel Dekker, 1975. part II, Chap. 8, p.237-263.
- 42- KARMAS, E. **Sausage casing technology**. Park Ridge / London: Noyes Data Corporation, 1974. 367 p. (Food Technology Review, 14)
- 43- KRAFT, A. A. Meat microbiology. In: BECHTEL, P. J. (Ed.) Muscle as food. Orlando: Academic press, 1986. chap. 6: 239-278.
- 44- KRAMLICH, W. E. Sausage products. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. (Ed.) **The science of meat and meat products**. 2.ed. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1970. Chap. 11, p.484-512.
- 45- KRAMLICH, W. E.; PEARSON, A. M.; TAUBER, F. W. Sausages. In: _____ **Processed meats**. Westport: The Avi Publishing Company Inc, 1973. Chap. 7: p.122-152.

- 46- LABUZA, T. P. Kinetics of lipid oxidation in foods, *Critical Reviews in Food Technology*, v.2, n.3, p.355, 1971
- 47- LAZARIDES, H. N.; GOLDSMITH, S. M.; LABUZA, T. P. Extending shelf life of an intermediate moisture food. *Chemical Engineering Progress*, New York, v.84, n.5, p.46-51, May 1988.
- 48- LEISTNER, L. The stability of intermediate moisture foods with respect to microorganisms. In: DAVIES, R.; BIRCH, G. G.; PARKER, K. J., (Ed.) *Intermediate moisture foods*. London: Applied Science Publishers Ltd, 1976. Chap. 10, p.120-37.
- 49- LEISTNER, L. Tecnología de obstáculos para la elaboración de productos cárnicos estables. *Fleischwirtschaft español*, Frankfurt, n.2, p.44-47, Oct. 1986.
- 50- LEISTNER, L. Food preservation by combined methods. *Food Research International*, Oxford, v.25, n.2, p.151-158, 1992
- 51- LEISTNER, L. *Food design by hurdle technology and HACCP*. Kulmbach: Adalbert-Raps-Foundation, 1994. 62p.
- 52- LUNDQUIST, B. R. Protective packaging of meat and meat products. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. (Ed) *The science of meat and meat products*. 3 ed. Westport: Food & Nutrition Press, 1987. Chap. 14: 487-505.
- 53- MARZULLI, D. Mortadela Sadia vai à copa. *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, v.14, n.159, p.9, abr. 1990.
- 54- MATAVELLI, J. R. Mortadela: produtores se preparam para um aumento de consumo. *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, v.16, n.180, p.18-20, fev. 1992.
- 55- MIELENHAUSEN, U. F. Ceratti lança campanha para valorizar mortadela. *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, v.13, n.146, p.54-55, fev. 1989.
- 56- MORTADELA: produtores se preparam para aumento de consumo. *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, v.16, n.180, p.18-20, fev. 1992.
- 57- MULTON, J. L. Conclusions provisoires des travaux de la commission "aliments à humidité intermédiaire" du C. N. E. R. A. *Industries Alimentaires et Agricoles*, Milan, v.101, n.11, p.1125-1140. Nov. 1984.

- 58- NIELSEN, J. Meat and meat products. In: LEDERBERG, J. (Ed.) **Encyclopedia of microbiology: M – R**. San Diego: Academic Press, 1992. vol. 3, p. 59-64.
- 59- 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.
- 60- PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência higiene e tecnologia da carne: Tecnologia da carne e de subprodutos. Processamento tecnológico**. Goiânia: UFG, 1996. vol. 2. 1110 p.
- 61- PEARSON, A. M.; TAUBER, F. W. Sausages. In: _____ **Processed meats**. 2. ed. Westport: AVI Publishing Company, 1984. Chap. 9: p.187-210.
- 62- PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S.; WEILING, H.; AMOS, A, J. Tripas para embutidos: um enfoque didático. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.17, n.197, p.46-48, jul. 1993.
- 63- PROCTOR, B. E.; DAVIDSON, S.; MALECKI, G. J.; WELCH, M. A recording strain-gage denture tenderometer for foods. Instrument evaluation and inicial tests. **Food technology**, Champaign, v.10, n.7, p.327-331, Jul. 1955.
- 64- QUAST, D. G.; TEIXEIRA NETO, R. O. Atividade de água em alguns alimentos de teor intermediário de umidade. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.6, n.1, p.203-232, 1975.
- 65- RODRIGUES, F. A. Deterioração da carne. In: _____ **Tecnologia dos produtos cárneos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1978. cap. 4: p.21-9.
- 66- RODRIGUEZ de MASSAGUER, P.; CANHOS, V. P. **Controle microbiológico em indústrias de alimentos**. Campinas: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia "Andre Tosello", 1987. 40 p.
- 67- ROMANHOLI, E. Marba: frigorífico modelo cresce voltado para ecologia. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.16, n.184, p.85-86, jun. 1992.
- 68- RUSSO, C. l'attività dell'acqua negli alimenti: quale credibilità há ancora la sua misura? **Industrie alimentari**, Pinerolo, v.33, n.326, p.505-521, mag. 1994.

- 69- RUST, R. E. **Sausage and processed meats manufacturing**. Chicago: AMI Center for Continuing Education, 1975, 153 p.
- 70- RUST, R. E. Sausage products. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. (Ed) **The science of meat and meat products**. 3 ed. Westport: Food & Nutrition Press, 1987. Chap. 13: 457-485.
- 71- SATTAR, A.; De MAN, J. M. Photooxidation of milk and milk products: a review. **Critical Review in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v.7, n.1, p.13-37, Nov. 1975.
- 72- SILVA, S. D. Textura de alimentos: métodos objetivos de avaliação. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n.48, p.19-29, dez. 1976.
- 73- STIEBING, A. Calentamiento y conservabilidad del embutido escaldado. **Fleischwirtschaft español**, Frankfurt, n.1, p.34-43, mar. 1986.
- 74- STIEBING, A. Embutidos escaldados de mayor conservación. **Fleischwirtschaft español**, Frankfurt, n.1, p.44-50, mar. 1987.
- 75- SUTHERLAND, J. P.; VARNAM. Fresh meat processing. In: BROWN, M. H. (Ed.) **Meat microbiology**. London: Applied Science Publishers Ltda, 1982. Chap. 4, p.103-128.
- 76- SZCZESNIAK, A. S. Classification of textural characteristics. **Journal of Food Science**, v.23, p.385-389, 1974
- 77- TÄNDLER, K. Embutido escaldado: conservabilidad y envasado del producto fresco. **Fleischwirtschaft español**, Frankfurt, n.2, p.27-35, oct. 1986.
- 78- TEIXEIRA NETO, R. O.; QUAST, D. G. Isotermas de adsorção de umidade em alimentos. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.8, n.1, p.141-197, jun. 1977
- 79- TORREZAN, R.; JARDINE J.G.; VITALI, A. Preservação de alimentos com o uso dos métodos combinados: uma revisão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.31, n.2, p.214-228, jul/dez, 1997.
- 80- TOWNSEND, W. E.; BARD, J. Cured meats. In: _____ PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. (Ed.) **The science of meat and meat products**. 2 ed. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1971. Chap. 10: 452-483.

- 81- TRIFICEL S. A. INDÚSTRIA E COMÉRCIO. ***Tripas para embutidos.***, São Paulo, s.d. 6 p. (Boletim técnico informativo)
- 82- TRIPAS e embutidos - uma evolução simultânea. ***Revista Nacional da Carne***, São Paulo, v.16, n.184, p.39, jun. 1992.
- 83- TROLLER, J. A. Water Activity and Food Quality In: HARDMAN, T. M. (Ed) ***Water and food quality***. London / New York: Elsevier Science Applied Ltda, 1989. Chap. 1, p.1-31.
- 84- VANDERZANT, C. & SPLITTSTOESSER, D. F. (Ed.) ***Compendium of methods for the microbiological examination of foods***. 3. ed. Washington D. C.: Byrd PrePress Inc., 1992. 1219 p
- 85- WALLIS. G.; KENNEDY, J. ***BRAZILPACK'96: a indústria de embalagens***. 11.ed. São Paulo: DATAMARK Ltda, 1996. 263p. Parte I: O mercado de embalagens.

ANEXOS

ANEXO A

Ficha para avaliação sensorial utilizada pelos provadores.

Nome: _____

Data: ___/___/___

Avalie de forma geral cada amostra usando a escala abaixo para descrever o quanto gostou ou desgostou de cada amostra.

número da amostra

número da amostra

- GOSTEI MUITÍSSIMO
- GOSTEI MUITO
- GOSTEI MODERADAMENTE
- GOSTEI LEVEMENTE
- NEM GOSTEI NEM DESGOSTEI
- DESGOSTEI LEVEMENTE
- DESGOSTEI MODERADAMENTE
- DESGOSTEI MUITO
- DESGOSTEI MUITÍSSIMO

- GOSTEI MUITÍSSIMO
- GOSTEI MUITO
- GOSTEI MODERADAMENTE
- GOSTEI LEVEMENTE
- NEM GOSTEI NEM DESGOSTEI
- DESGOSTEI LEVEMENTE
- DESGOSTEI MODERADAMENTE
- DESGOSTEI MUITO
- DESGOSTEI MUITÍSSIMO

Observações.: _____

ANEXO B

Sais utilizados para determinação da isoterma e percentual de umidade do sistema em equilíbrio.

TIPO DE SAL	URE (%)
Cloreto de magnésio	33
Carbonato de potássio	43
Nitrato de magnésio	53
Nitrito de sódio	65
Cloreto de sódio	75
Cloreto de potássio	84
Cloreto de bário	90
Sulfato de potássio	97

ANEXO C

Perda de peso (%) das mortadelas no decorrer da estocagem

Tratamentos	Tempo de estocagem (dias)							
	7	14	23	28	38	57	65	74
ECF-5	13,33	21,48	27,93	30,65	33,9	37,29	38,81	40,18
ECF+PE/EVA/PA-5	0,16	0,02	0,73	0,86	0,42	0,51	0,69	0,75
EPA-5	0,68	1,29	2,61	3,13	4,46	4,92	5,54	6,17
ECF-15	15,08	24,15	30,79	33,32	36,27	39,59	40,76	41,83
ECF+PE/EVA/PA-15	0,07	0,13	0,60	0,88	0,45	0,53	0,69	0,75
EPA-15	1,41	2,47	4,56	5,13	6,67	8,38	10,18	11,32
ECF-25	24,86	31,05	36,86	38,9	41,32	43,94	44,92	45,78
ECF+PE/EVA/PA-25	0,13	0,13	0,44	0,68	0,34	0,48	0,56	0,77
EPA-25	2,68	4,71	8,01	9,78	12,43	17,74	19,75	21,91

ANEXO D

Umidade (%) das mortadelas no decorrer da estocagem

Tratamentos	Tempo de estocagem (dias)					
	0	14	28	42	56	70
ECF-5	55,12	41,19	32,31	29,01	27,94	26,18
ECF+PE/EVA/PA-5	55,75	55,38	53,68	54,24	53,95	53,93
EPA-5	57,30	56,12	57,83	57,49	55,07	54,96
ECF-15	55,12	41,79	29,75	27,00	27,64	20,89
ECF+PE/EVA/PA-15	55,75	56,36	56,24	55,60	56,26	55,42
EPA-15	55,30	56,60	53,86	54,26	54,83	49,07
ECF-25	55,12	37,30	28,22	26,67	22,49	18,23
ECF+PE/EVA/PA-25	55,75	56,13	54,50	58,16	57,24	54,23
EPA-25	57,30	56,18	52,90	52,97	48,26	47,56

ANEXO E

Valores de pH das mortadelas no decorrer da estocagem.

Tratamentos	Tempo de estocagem (dias)					
	0	14	28	42	56	70
ECF-5	5,89	6,06	6,12	5,91	6,35	5,89
ECF+PE/EVA/PA-5	6,23	6,07	6,24	5,91	6,34	5,97
EPA-5	6,18	6,22	6,30	5,94	6,33	6,08
ECF-15	5,89	6,21	6,00	5,82	6,25	5,90
ECF+PE/EVA/PA-15	6,23	5,80	5,70	5,62	5,74	5,74
EPA-15	6,18	6,22	6,20	5,87	6,31	5,82
ECF-25	5,89	5,98	5,90	5,75	6,16	5,70
ECF+PE/EVA/PA-25	6,23	5,42	5,14	5,21	4,94	5,18
EPA-25	6,18	6,01	6,00	5,82	6,25	5,91