



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

TESE DE DOUTORADO

PROCESSAMENTO E AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE UMA CARNE
CONDIMENTADA E DESIDRATADA TIPO *BILTONG* SUL AFRICANO

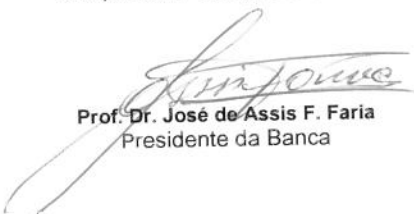
Flávia Edite Justina Manuel Dzimba
MÉDICA VETERINÁRIA

Prof. Dr. José Assis Fonseca Faria
ORIENTADOR

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por **Flávia Edite Justina Manuel Dzimba** aprovada pela Comissão Julgadora em 27 de agosto de 2001.

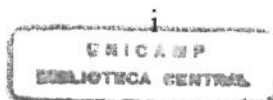
Campinas, 27 de agosto de 2001


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

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Doutor em Tecnologia de Alimentos.

Campinas - SP
2001

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE



UNIDADE	BO
N.º CHAMADA:	T/ UNICAMP
	D 989p
V.	Ex.
TOMBO BC	46974
PROC.	76.892/07
C	☐
D	☒
PREC.	R\$ 11,00
DATA	02/11/07
N.º CPD	

CM00161227-1

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

D989p Dzimba, Flávia Edite Justina Manuel
Processamento e avaliação da estabilidade de uma carne
condimentada e desidratada tipo *Biltong* sul africano / Flávia
Edite Justina Manuel Dzimba. – Campinas, SP: [s.n.], 2001.

Orientador: José de Assis Fonseca Faria
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.Carne desidratada. 2.Estabilidade. 3.Biltong. 4.*Dermestes
maculatus*. 5.Embalagem. I.Faria, José Assis Fonseca.
II.Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia
de Alimentos. III.Título.

BANCA EXAMINADORA

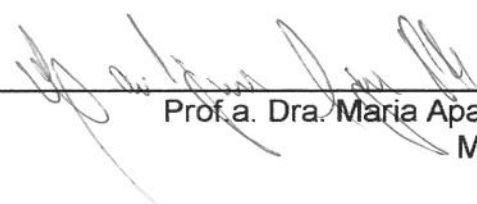


Prof. Dr. José de Assis Fonseca Faria
Orientador

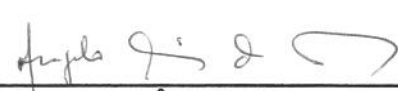
Prof. Dr. Carlos Alberto Rodrigues Anjos
Membro



Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício
Membro



Prof.ª Dra. Maria Aparecida Azevedo P. da Silva
Membro



Prof. Dr. Ângelo Pires do Prado
Membro



Prof.ª Dra. Njurka Maritza Almeyda Haj-Isa
Membro

Prof. Dr. Edir Nepomuceno da Silva
Membro

“Que os que sabem
Aprendam mais
e ensinem aos que não sabem
Que aqueles que não sabem
Aceitem aprender”.

Samora Machel

“Se Deus nos permitisse passar através de nossas vidas
sem quaisquer obstáculos, nos deixaria aleijados.
Não iríamos ser tão fortes como poderíamos ter sido.
Não iríamos descobrir a força que está dentro da gente
e que só aparece nas horas difíceis.
Nós nunca poderíamos voar”

Autor Desconhecido

*“A alegria está na luta, na tentativa, no sofrimento envolvido.
Não está na vitória propriamente dita”*

Mahatma Gandhi

Ao **Gaspar Dzimba**, meu marido,
companheiro de todas as horas

Aos meus filhos
Thindeka (boneca da mamã)
e **Zimane** (bichinho da mamã)
Razão do meu viver, minha alegria, minha Paz

Obrigado por me aceitarem e me amarem
Apesar de todos os meus defeitos
Obrigada pelo estímulo e incentivo

Para vós,
o meu amor eterno.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

Ao vovô Isaías Muangula (*in memoriam*)
Que me deu coragem

Ao meu papá, Manuel Isaías (*in memoriam*)
"Pai, teu sonho virou realidade.
Cheguei ao cume que sonhaste para mim.
É teu esse título"

À minha mamã, Justina Aniana Jeremias
Meu porto seguro
Obrigada por seres minha mãe
Obrigada por existires

Aos meus irmãos Esmeralda, Armindo, Mimita,
Elsinha (*in memoriam*) e Hélio
Minha cunhada Inês Zimba
Que me ensinaram a viver em família
Me ensinaram o valor da partilha e da cumplicidade
O sentido do amor e da aceitação incondicional

Minha eterna gratidão ao "tio" Bernardo Boene (N'Bô)
pelo amor, carinho e dedicação diária à minha família,
especialmente aos meus filhos

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi consequência do apoio e esforço de pessoas muito especiais e Instituições:

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos que me permitiu o desenvolvimento deste trabalho;

Ao Professor José Assis Fonseca Faria pela orientação, confiança, compreensão e palavras de carinho ao longo deste trabalho;

Aos Professores: Pedro Eduardo Felício pela sugestão de trabalhar com o *biltong*; Bento Carvalho pelo apoio ao longo de todo o trabalho; Ângelo Pires Prado pela ajuda fundamental no capítulo sobre "Ácaros e Insectos"; Maria Aparecida A. P. da Silva pelo apoio essencial na organização e análise dos resultados; a todos eles que sempre me transmitiram seus conhecimentos e experiência profissional e de vida, com dedicação e carinho, o meu profundo respeito e admiração;

Ao mestre Olavo Rusig, pelos ensinamentos, incentivo e otimismo durante todo o percurso de minha vida estudantil aqui no Brasil;

Ao Professor Bento e José Roberto pelo agradável convívio, bons conselhos e amizade no processamento da CCD tipo *biltong* no Laboratório de Carnes; o meu maior carinho;

A indústria Itap Ltda, SP, pela gentileza em fornecer os materiais de embalagem e informações técnicas;

À Ana lourdes pela amizade, atenção e grande ajuda nos momentos de dúvidas e indecisões; obrigada pela ajuda nas análises microbiológicas e de cor;

À Alice pelo carinho e ajuda no Laboratório de Embalagens;

À Raquel e Dirce do Laboratório de Higiene de Alimentos, pela atenção e dedicação nas análises microscópicas;

À Iara Fagnani Homero do Laboratório de Microscopia, pela contribuição com as fotos dos dermestídeos; Fátima Aparecida A Costa, do Laboratório de Engenharia de Bioprocessos pela ajuda;

Aos funcionários da FEA, em especial a Alice, Ana Maria, Ana Lourdes, Adauto, Adriana, Betty, Cláudia, Cosme, Creusa, Fátima, Geraldo, D. Jacinta, Jonas, José Roberto, Marlene, Nelson, Patrícia, Valdeci, e Toninho (*in memoriam*) pelo excepcional apoio em todos os momentos solicitados;

À Aninha e Priscila pelo carinho e ajuda no Laboratório de Frutas Hortaliças e Produtos Açucarados;

Aos colegas e amigos: Amanda, Laura, Carla, Luciane, José Ricardo, Randolpho, Rodrigo, Leonard, Niurka, Tóya, Paulo, pela amizade e bom humor, tornando a minha permanência agradável.

Aos amigos africanos, que comigo partilharam um pouco do continente em terras distantes: Leonard (primo), Ivinho (meu irmão), Matavele, Vilhete, Marcelino Liphola; Antero, Henda, Avone, Pombal, Ana Wilson, Elza, Graciete, Crisanto e tantos outros. Ao Ivinho, um abraço especial.

À Ette, minha camarada, minha amiga, um lugar especial no meu coração. O meu eterno agradecimento pela ajuda na execução do Delineamento Experimental e organização final da Tese;

À Regina, “my true love”, minha amiga de todos os momentos.

À Cris, companheira insubstituível e potencializadora do meu bom humor. És uma pessoa especial;

À Niurkikita, minha amiga cubana;

À Vitória, minha amiga espanhola;

Ao Paulo Tavares, sempre presente;

Um carinho demorado aos amigos Domingos e Paulo José pela grande ajuda nos trabalhos e principalmente pelos momentos de alegria e amizade compartilhados, que foram tão importantes para mim;

À família Paraíba: Lourival, Luísa, Carol e Leo, que receberam e adotaram a minha família, nesta terra desconhecida e sempre estiveram ao nosso lado- nossa eterna gratidão;

À família Ramalho: António Carlos, Glória, Rafael e Flávia, pela generosidade e laços de fraternidade e amizade criados;

À minha grande amiga, minha eterna “namorada” Gogóia por me ensinar que é possível se preservar a bondade e pureza genuína das crianças, ao longo das nossas vidas cheias de obstáculos. Obrigada por teres aparecido na minha vida

A todos amigos conquistados no Brasil, que mostraram que onde quer que a gente vá, existe uma mão amiga, sincera e firme.

Ao meu país, meu berço- MOÇAMBIQUE.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Produtos cárneos processados.....	4
2.2. Biltong Sul Africano	7
2.2.1. Composição Química	8
2.2.2. Estabilidade microbiológica do biltong	8
2.2.3. Importância e potencial do biltong	9
2.3. Processamento do biltong	10
2.3.1. Preparo	10
2.3.2. Cura	11
2.3.2.1. Outras opções na cura.....	12
2.3.3. Secagem	12
2.4. Otimização do processamento do biltong	13
2.4.1. Metodologia de Superfície de Resposta	13
2.5. Estabilidade do biltong	14
2.5.1. Isotermas de sorção	16
2.5.1.1. Modelos matemáticos de ajuste	18
2.5.2. Função da embalagem na estabilidade do produto	19
2.5.3. Vida-de-prateleira	20
2.5.3.1. Avaliação da cor	22
2.5.3.2. Análise sensorial	24
2.5.3.2.1. Avaliação sensorial e instrumental da textura	25
2.6. Contaminação dos alimentos por matérias estranhas	26
2.6.1. Ácaros	27
2.6.1.1. Ácaros em alimentos	28
2.6.1.2. Controle de ácaros	31

2.6.1.3. Quantificação dos ácaros.....	33
2.6.2. Insetos.....	35
2.6.2.1. Infestação por Coleópteros.....	36
2.6.2.2. Controle de insetos.....	38
3. MATERIAL E MÉTODOS	40
3.1. Material.....	40
3.1.1. Matéria-prima	40
3.1.2. Agentes de cura	40
3.1.3. Embalagens	40
3.2. Procedimento experimental.....	41
3.2.1. Processamento da carne condimentada e desidratada (CCD) tipo biltong	41
3.2.2. Delineamento experimental.....	43
3.3. Avaliações das variáveis dependentes.....	45
3.3.1. Umidade.....	45
3.3.2. Atividade de água (a_w).....	46
3.3.3. Cloretos.....	46
3.3.4. Determinação da textura (força de cisalhamento).....	46
3.3.5. Avaliação sensorial.....	47
3.3.5.1. Teste de aceitação da CCD tipo biltong- Aceitação global, sabor e textura	47
3.3.6. Avaliação da cor.....	47
3.4. Caracterização física, química e microbiológica da carne condimentada e desidratada (CCD) tipo biltong otimizada	50
3.4.1. Determinação da Composição centesimal da CCD tipo biltong	50
3.4.2. Umidade.....	50
3.4.3. Atividade de água.....	50
3.4.4. Cloretos.....	51
3.4.5. Determinação experimental da isoterma de adsorção de água da CCD tipo biltong a 25°C	51
3.4.5.1. Ajuste dos modelos.....	52

3.4.6. Avaliação da cor.....	54
3.4.7. Avaliação sensorial.....	54
3.4.7.1. Teste de aceitação da CCD tipo biltong	54
3.4.7.2. Teste de diferença do controle no tempo 12 meses.....	55
3.4.8. Avaliação da estabilidade microbiológica	55
3.5. Acondicionamento e estocagem das amostras	58
3.5.1. Avaliação dos sistemas de embalagem.....	58
3.5.2. Detecção de ácaros na CCD tipo biltong	58
3.5.3. Avaliação do crescimento de besouros na CCD tipo biltong e da barreira das diferentes embalagens	58
3.5.4. Análise estatística.....	59
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4.1. Desenvolvimento dos Modelos Experimentais	60
4.1.1.- Atividade de água.....	61
4.1.2.- Umidade.....	65
4.1.3.- Teor de sal (NaCl)	68
4.1.4.- Textura instrumental.....	71
4.1.5.- Parâmetros sensoriais- aceitação em termos de sabor, textura e aceitação global ...	74
4.1.5.1. Correlações entre as variáveis.....	84
4.1.6. Análise de cor.....	84
4.2. Otimização da produção da CCD tipo biltong	89
4.2.1.- Caracterização da carne condimentada e desidratada (CCD) tipo biltong	90
4.2.1.1. - Composição química	90
4.2.1.2. - Análise sensorial.....	90
4.2.1.3. - Determinação instrumental da cor	91
4.2.1.4. - Isoterma de adsorção da CCD tipo biltong.....	92
4.2.1.4.1.- Correlação da textura com a atividade de água	97
4.3.- Estabilidade da Carne Condimentada e Desidratada tipo biltong	100
4.3.1. Caracterização do material de embalagem.....	100

4.3.2.- Avaliação da CCD tipo biltong nos sistemas de embalagem exposto às condições ambientais.....	101
4.3.2.1. - Teste de aceitação do produto no tempo 0	105
4.3.2.2. - Teste de aceitação do produto no tempo 6 meses.....	106
4.3.2.3. - Teste de aceitação do produto no tempo 12 meses.....	108
4.3.2.4. - Teste de comparação com o padrão no tempo 12 meses.....	110
4.3.2.5. - Avaliação da cor no tempo 12 meses	112
4.3.2.6. - Crescimento de <i>Dermestes maculatus</i> na CCD tipo biltong.	114
4.3.2.6.1.Determinação da barreira das embalagens aos insetos	120
5. - CONCLUSÕES.....	122
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	124
7. ANEXOS	139

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – Etapas de processamento da CCD tipo <i>biltong</i>	42
FIGURA 2 - Ficha do teste de aceitação das 11 amostras da CCD tipo <i>biltong</i>	49
FIGURA 3 - Ficha do teste de Aceitação da CCD tipo <i>biltong</i>	56
FIGURA 4 - Ficha do teste de diferença do controlo da CCD tipo <i>biltong</i>	57
FIGURA 5 – Superfície de contorno para a atividade de água no processo de secagem.....	63
FIGURA 6 – Superfície de contorno para a umidade no processo de secagem da CCD tipo <i>biltong</i>	67
FIGURA 7 - Superfície de contorno para o teor de sal da CCD tipo <i>biltong</i>	70
FIGURA 8 - Superfície de contorno para a textura instrumental da CCD tipo <i>biltong</i>	73
FIGURA 9 - Superfície de contorno para avaliação do sabor.....	77
FIGURA 10 –Superfície de contorno para avaliação da textura.....	77
FIGURA 11 - Superfície de contorno para avaliação global.....	78
FIGURA 12 –Níveis de aceitação global das amostras 2 e 7 da CCD tipo <i>biltong</i>	79
FIGURA 13 –Níveis de aceitação do sabor das amostras 2 e 7.....	81
FIGURA 14 –Níveis de aceitação da textura das amostras 2 e 7.....	82
FIGURA 15 - Níveis de aceitação global, sabor e textura da CCD tipo <i>biltong</i>	91
FIGURA 16 –Isoterma de adsorção de umidade da CCD tipo <i>biltong</i> a 25°C.....	94
FIGURA 17 - Isoterma de adsorção de umidade da CCD tipo <i>biltong</i> a 25°C, ajustada com a equação Oswin.....	95
FIGURA 18 –Isoterma de adsorção de umidade da CCD tipo <i>biltong</i> a 25°C ajustada com a equação de GAB.....	95
FIGURA 19 - Efeito da umidade relativa sobre a Força de Cisalhamento e Isoterma da CCD tipo <i>biltong</i> a 25°C.....	98
FIGURA 20 - Níveis de aceitação da CCD tipo <i>biltong</i> no tempo zero (0).....	106
FIGURA 21 - Níveis de aceitação da CCD tipo <i>biltong</i> aos 6 meses.....	108
FIGURA 22 –Níveis de aceitação da CCD tipo <i>biltong</i> aos 12 meses.....	109

FIGURA 23 - Vista lateral do <i>Dermestes maculatus</i> adulto.....	114
FIGURA 24 - Vista ventral de <i>Dermestes maculatus</i> adulto.....	115
FIGURA 25 - Vista dorsal da larva adulta de <i>Dermestes maculatus</i>	116
FIGURA 26 - Vista latero-ventral da larva adulta de <i>Dermestes maculatus</i>	116
FIGURA 27 - Vista dorsal de pupa de <i>Dermestes maculatus</i>	117
FIGURA 28 - Vista dorso-lateral do <i>Dermestes maculatus</i> recém-emergido.	118
FIGURA 29 - CCD tipo biltong recém processada (em baixo) e após ter sido invadida por besouros (em cima).....	120

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – Alguns produtos cárneos de umidade intermediária, e que são estáveis sem refrigeração.	5
TABELA 2 – Expressão convencional do grau de infestação de ácaros	35
TABELA 3 – Tratamentos correspondentes ao delineamento experimental, mostrando valores reais e codificados das variáveis independentes estudadas	43
TABELA 4 – Soluções saturadas de sais e respectivas umidades de equilíbrio a 25°C	52
TABELA 5 – Equações para ajustar as isotermas de sorção.....	53
TABELA 6 – Médias dos valores de a_w , umidade, textura instrumental e parâmetros sensoriais da CCD tipo <i>biltong</i> a diferentes condições de temperatura (T) e tempo (t).....	60
TABELA 7 – Estimativa dos efeitos, erro puro, grau de significância estatística (p) e coeficientes das regressões preditivas (R^2) da atividade de água através das variáveis codificadas, associadas ao tempo e temperatura de secagem da CCD tipo <i>biltong</i>	61
TABELA 8 – Análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$) do modelo obtido a partir dos dados de atividade de água.....	62
TABELA 9 – Estimativa dos efeitos, erro puro, grau de significância estatística (p) e coeficientes das regressões preditivas da umidade através das variáveis codificadas, associadas ao tempo e temperatura de secagem da CCD tipo <i>biltong</i>	65
TABELA 10 – Análise de variância (ANOVA, $p \leq 0,05$) do modelo ajustado a partir dos dados de umidade.	66
TABELA 11 – Estimativa dos efeitos, erro puro, grau de significância estatística (p) e coeficientes das regressões preditivas (R^2) do teor de sal através das variáveis codificadas, associadas ao tempo e temperatura de secagem do <i>biltong</i>	68
TABELA 12 – Análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$) do modelo ajustado a partir dos dados de NaCl.	69
TABELA 13 – Estimativa dos efeitos, erro puro, grau de significância estatística (p) e coeficientes das regressões preditivas (R^2) da textura instrumental através das variáveis codificadas, associadas ao tempo e temperatura de secagem da CCD tipo <i>biltong</i>	71

TABELA 14 – Análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$) do modelo ajustado a partir dos dados de textura instrumental.....	72
TABELA 15 – Estimativa dos efeitos, erro puro, grau de significância estatística (p) e coeficientes das regressões preditivas (R^2) da aceitação global, sabor e textura da CCD tipo <i>biltong</i> , através das variáveis codificadas, associadas ao tempo e temperatura de secagem.....	75
TABELA 16 – Análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$) do modelo ajustado a partir dos dados de aceitação de sabor	76
TABELA 17 – Análise de variância (ANOVA, $p \leq 0,05$) do modelo ajustado a partir dos dados de aceitação de textura	76
TABELA 18 – Análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$) do modelo ajustado a partir dos dados de aceitação global da CCD tipo <i>biltong</i>	76
TABELA 19 – Correlações entre as variáveis dependentes.....	84
TABELA 20 – Médias e desvio padrão dos dados experimentais da cor da carne <i>in natura</i> , CCND e da CCD tipo <i>biltong</i> após secagem nos diferentes tratamentos.....	85
TABELA 21 – Médias e desvio padrão dos dados experimentais de cor da carne <i>in natura</i> , condimentada sem secagem e da CCD tipo <i>biltong</i>	92
TABELA 22 – Parâmetros das equações ajustadas e coeficientes de determinação (R^2) e desvio percentual (P) da isoterma da CCD tipo <i>biltong</i>	96
TABELA 23 – Valores médios de umidade e força de cisalhamento da CCD tipo <i>biltong</i>	99
TABELA 24 – Características dos materiais de embalagem.	101
TABELA 25 – Contagem padrão (UFC/g) da CCD tipo <i>biltong</i>	102
TABELA 26 – Contagem total de bolores e leveduras (UFC/g) da CCD tipo <i>biltong</i> (triplicatas I, II e III).	104
TABELA 27 – Atividade de água, umidade e teor de sal do produto embalado ao longo de lano	105
TABELA 28 – Resultado do teste de Tukey e as médias de aceitação das 5 amostras.....	107
TABELA 29 – Resultado do teste de Tukey e as médias das 5 amostras.....	109
TABELA 30 – Resultado do teste de Dunnett e a diferença entre as médias das 5 amostras com relação ao padrão.	111

TABELA 31 – Valores médios de L^* , a^* e b^* do produto em 5 amostras diferentes, após 1 ano..... 112

RESUMO

Neste trabalho, procurou-se pesquisar uma alternativa de diversificação de um produto cárneo tradicional sul-africano, hoje industrializado, denominado *biltong*, com potencial de utilização em outros países como o Brasil. Desenvolveu-se e estudou-se a estabilidade de uma carne condimentada e desidratada (CCD) tipo *biltong* sul africano, acondicionada em cinco tipos de embalagens (PET/Al/PEBDL; PPBO/PPBOmet.; PPBO/PE; PEBD e papel) para ser estocada à temperatura ambiente, em clima tropical.

Foi realizado um delineamento composto central, cujos dados foram analisados através da Metodologia de Superfície de Resposta, análise dos modelos e análise de variância. Foram escolhidas como condições otimizadas de processamento da CCD tipo *biltong* o tempo de 21 horas e a temperatura de 42°C. Nestas condições obteve-se um produto final com atividade de água, teor de umidade e de sal na ordem de 0,667, 23,19% e 7,7%, respectivamente. No teste de aceitação utilizando-se uma escala hedônica estruturada de 9 pontos, a CCD tipo *biltong* apresentou média de aceitação para os atributos sabor, textura e aceitação global de 6,11, 4,49 e 5,60, respectivamente, situando-se entre as categorias “gostei ligeiramente” e “desgostei ligeiramente”, com diferença estatística significativa para os atributos sabor e textura. Não foram observadas diferenças sensoriais mais evidentes ao longo dos 360 dias de armazenamento, devido ao fato de os provadores não serem familiarizados com as características do produto.

Na determinação espectrofotométrica de cor, obtiveram-se os seguintes valores dos componentes da cor: $L^*=25,11$, $a^*=6,13$ e $b^*=7,23$.

A isoterma de adsorção foi determinada na faixa de 0,11-0,97, a $T=25\pm2^\circ\text{C}$, pelo método gravimétrico estático. Foram utilizadas as equações de GAB e de Oswin para ajustar os dados de adsorção na faixa de a_w de 0,43-0,90. A equação de GAB ajustou-se satisfatoriamente aos dados, com P menor que 10 ($P=8.53$). A equação de Oswin não apresentou ajuste satisfatório ($P=18,9$).

A combinação de embalagem colorida, baixa TPO₂ e baixa TPVA nas embalagens de PET/Al/PEBD, PPBO/PPBO met. e PPBO/PE apresentou-se suficiente para proporcionar melhor preservação das características sensoriais e cor do produto ao final dos 360 dias de armazenamento em condições ambientais locais. Os produtos acondicionados nas embalagens de papel e PEBD sofreram maior descoloração e rejeição pelos consumidores.

A CCD tipo biltong apresentou-se livre de contaminação microbiológica e por ácaros e insetos ao longo do seu processamento e armazenamento. Quando realizada a contaminação forçada do produto com o besouro *Dermestes maculatus* concluiu-se que a ausência de umidade não favorece sua reprodução e desenvolvimento, reforçando a necessidade de um lugar seco e um correto acondicionamento para se obter uma longa vida de prateleira do produto. Na contaminação forçada do produto acondicionado, as embalagens de papel e PEBD mostraram-se ineficientes na proteção contra a invasão de *Dermestes maculatus* (Coleoptera).

SUMMARY

In this work, it was researched an alternative way to develop a South-African traditional meat product called *biltong*, that nowadays is industrialized and has potential to be utilized in other countries, like Brazil. A *biltong*-like spiced and dehydrated meat was developed and its stability was evaluated when packed in five kinds of packages (PET/Al/LDPE; BOPP/BOPPmet.; BOPP/PE; LDPE and paper) in order to be stored at a tropical room temperature.

It was carried out a central composite design, whose data were analyzed by using Response Surface Methodology and analysis of the models, including analysis of variance. The following conditions were selected as the optimized ones for producing a *biltong*-like product: 21 hours of dehydration at 42°C. Under such conditions, it was obtained an end product with the following values of water activity, moisture and salt content, respectively: 0.667, 23.19% and 7.7%. In the acceptance test, carried out by using a 9-point structured hedonic scale, the product presented the following values of average acceptance in terms of flavor, texture and overall acceptance, respectively: 6.11, 4.49 and 5.60, situated within the range between the categories "liked slightly" and "disliked slightly", with significant differences for the attributes flavor and texture. It were not observed noticeable sensory differences with storage time, within 360 days, what is probably due to the lack of familiarity of the panelists with the characteristics of the product.

The values of the color components obtained by a spectrophotometric determination were the following: $L^*=25.11$, $a^*=6.13$ and $b^*=7.23$.

The adsorption isotherm was determined in the water activity range of 0.11-0.97, at $25\pm 2^\circ\text{C}$, by using the static gravimetric method. GAB and Oswin equations were used in order to fit them to the data in the water activity range of 0.43-0.90. GAB equation fitted adequately to the data, presenting $P < 10$ ($P=8.53$). Oswin equation did not presented an adequate fit ($P=18.9$).

The combination of pigmented packages, low permeability to O₂ and to water vapor was sufficient to promote a good preservation of the sensory characteristics and color of the product after 360 days of storage under local environmental conditions. The product packed in paper and LDPE suffered the highest discoloration and rejection by the consumers.

The product was free of contamination caused by microorganisms and acari during its processing and storage. When it was forcedly contaminated by the beetle *Dermestes maculatus*, it was observed that the lack of moisture did not favor reproduction and developing of the beetle, corroborating the need of a dry place for storage and a proper packaging in order to allow the product to have an extended shelf life. In the forced contamination of the packaged product, paper and LDPE were inefficient in protecting it against attack by *Dermestes maculatus* (Coleoptera).

1. INTRODUÇÃO

Alimento não é só ciência e tecnologia, mas também emoção e criação. A perspectiva do consumidor é profundamente poderosa e emocional. Todavia, o sucesso ou fracasso de novos produtos depende de muitos fatores, mas um aspecto interessante é o elemento social. O mais importante fator quando se pretende prever o comportamento humano ao comer e selecionar um alimento não é só o biológico mas também o cultural. Mudanças no estilo de vida têm feito mais e mais produtos disponíveis do que oferecer alternativas aos alimentos tradicionais.

Para RISVIK (1994), uma larga proporção da dieta humana consiste em carne e produtos cárneos. Preferência por estes produtos é apenas uma parte da razão para sua escolha. Isso implica que ambos os comportamentos, tanto de preferência como de escolha, sejam afetados por fatores endógenos (hereditariedade, sexo, idade) e exógenos (cultura, sociedade, economia) de importância para o consumo alimentar. Preferência é muitas vezes considerada como uma medida de gostar, e não como um bom prognóstico (prenúncio) para repetição do consumo, já que é afetado por valores individuais e atitudes, assim como fatores culturais e outras estruturas cognitivas (SIEGEL & RISVIK, 1987).

O Século XXI oferece muitos desafios na forma de necessidades humanas, em que o alimento é o centro do debate. A população mundial está crescendo rapidamente. Pessoas estão vivendo mais. Estilos de vida estão mudando. A tecnologia tem um papel importante no desenvolvimento de alimentos com valor agregado. Criatividade e inovação na indústria alimentar jogarão um papel fundamental no futuro; por isso a ampliação da variedade de alimentos já existentes constitui uma linha de pesquisa importante.

O conhecimento da preservação dos alimentos baseada em métodos combinados pode ser aplicado para melhorar os produtos tradicionais, assim como para desenvolver novos produtos. Segundo CHIRIFE & FAVETO (1992), esse

método se resume na aplicação de parâmetros combinados (ou obstáculos) que podem agir sinergicamente para inibir ou retardar o crescimento microbiano, resultando em produtos estáveis à temperatura ambiente. LEISTNER *et al* (1981) consideram que métodos combinados são uma extensão do conceito de alimentos de umidade intermediária (AUI), porque além da redução da atividade de água também outros fatores, como aquecimento, aditivos, pH, potencial redox e flora competitiva, contribuem para a estabilidade e segurança dos alimentos. Eles acreditam que, para os países em desenvolvimento, essa combinação (alimentos de umidade intermediária/métodos combinados) seria uma alternativa apropriada a outros métodos de conservação de alimentos como a refrigeração e congelamento, que são muito caros (AGUILERA *et al*, 1989). Métodos tradicionais de preservação de alimentos são primariamente baseados na utilização de um simples obstáculo. O uso de qualquer obstáculo sozinho apresenta vários problemas e limitações na preservação do alimento.

Alimentos de umidade intermediária deveriam ser suficientemente versáteis para serem comidos sem necessidade de hidratação ou cozimento, e deveriam ser armazenáveis sem refrigeração. Têm surgidos alguns novos produtos cárneos de umidade intermediária, mas que não ganham muita importância no mercado, devido ao sabor e aparência não familiares aos consumidores (LEISTNER, 1990a). No entanto, esses produtos tradicionais são consumidos em diferentes partes do mundo e especialmente em países em desenvolvimento, já que eles são estáveis e seguros, mesmo sem refrigeração.

Devido ao fato de que os princípios de estabilidade de muitos desses produtos não estão ainda bem entendidos e mensuráveis, a qualidade e higiene de carnes tradicionais de umidade intermediária dos países em desenvolvimento deve ser melhorada, e se necessário, em cooperação com laboratórios bem equipados. Para os países desenvolvidos, esses produtos de umidade intermediária poderiam ser uma fonte altamente valiosa de inovações, e assim se estabeleceria uma cooperação real e verdadeira, nessa área, com mútuas vantagens (LEISTNER, 1987).

Além disso, o conhecimento sobre carnes tradicionais de umidade intermediária em um país seria estendido para outros, porque, com algumas adaptações, o mesmo alimento pode ter sucesso em diferentes partes do mundo.

Neste trabalho, procurou-se pesquisar uma alternativa de diversificação de um produto cárneo industrializado de umidade muito variável bastante consumido na África do Sul denominado *biltong*, com potencial de utilização em outros países como o Brasil.

O objetivo geral desta pesquisa foi desenvolver e estudar a estabilidade de uma carne condimentada e desidratada (CCD) tipo *biltong* sul africano, embalada em quatro tipos de embalagens de diferentes barreiras, para comercializar à temperatura ambiente, em clima tropical.

Outros objetivos específicos incluem-se:

- * Otimizar os parâmetros tempo e temperatura do processo de desidratação da carne condimentada e desidratada tipo *biltong* dentro das faixas de 25 a 45°C e de 12 a 72 horas.

- * Determinar as características físicas e químicas do produto e sua curva de equilíbrio higroscópico (adsorção), a 25°C.

- * Estudar a estabilidade do produto embalado em papel e em laminados plásticos durante armazenamento (360 dias) e submetido às condições ambientais locais (Campinas- SP), através dos parâmetros microbiológicos e sensoriais.

- *.Estudar alguns aspetos biológicos do *Dermestes maculatus* DeGeer (Coleoptera, Dermestidae) na Carne Condimentada e Desidratada (CCD) tipo *biltong* sul africano e penetração dos besouros nas diferentes embalagens (papel e plásticos).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Produtos cárneos processados

Alimentos de umidade intermediária são aqueles que estão na faixa de atividade de água (a_w) de 0,60-0,90, e são muitas vezes estabilizados por barreiras (obstáculos) adicionais, como o calor, aditivos, pH e flora competitiva (LEISTNER & RODEL, 1976; LEISTNER *et al.*, 1981).

A discussão sobre a possibilidade de elaboração de produtos de umidade intermediária (UI) que não exigem refrigeração é quase sempre associada a países pobres e sem condições de refrigeração. De fato, métodos tradicionais de preservação como a salga e secagem continuam desempenhando um papel importante nesses mercados. Mas mesmo nos centros urbanos, onde as populações têm condições de congelamento e refrigeração, esses produtos fazem parte da culinária tradicional. Eles surgem como mais uma alternativa aos alimentos disponíveis, transformando-se muitas vezes em iguarias caras, vendidas 3 vezes ou mais o preço da carne fresca, devido às perdas de peso pela desidratação e valor agregado (DZIMBA *et al.*, 1997).

Técnicas tradicionais de conservação de alimentos usadas na África, América Latina e Ásia muitas vezes combinam secagem (geralmente ao sol) com processos de salga, defumação, fritura, ou fermentação. Como resultado, tem-se uma grande variedade de produtos (Tabela 1).

Na Europa, não é muito comum produtos cárneos na faixa de a_w de 0,90-0,60, pois no geral possuem um alto teor de umidade. Mas, segundo LEISTNER *et al.* (1981), esses produtos podem facilmente, por uma secagem adicional, adquirir uma a_w menor que 0,90 e assim se tornarem produtos de umidade intermediária. Existem algumas salsichas fermentadas que, após intensa secagem, ficam na faixa dos produtos de UI, algumas chegando mesmo a alcançar a_w inferior a 0,65 (ex: salame seco).

TABELA 1 – Alguns produtos cárneos de unidade intermediária, e que são estáveis sem refrigeração.

ALIMENTO	País de Origem	ALIMENTO	País de Origem
Presunto cru	(Europa)	Charque	América do Sul
Salsicha fermentada	(Europa)	<i>Tassajo</i>	Uruguai
Brühdauerwurst	Alemanha	<i>Pemmican</i>	América do Norte
Speckwurst		<i>Beef jerky</i>	
Bündnerfleisch	Suíça		
<i>Prosciutto di Parma</i>	<i>Itália</i>	Charque	<i>Brasil</i>
<i>Prosciutto di San Daniele</i>		<i>Carne de Sol</i>	
Jabon de Bayonne	França	<i>Biltong</i>	África do Sul
Jamón Serrano	Espanha		
Kraski prsut	Iugoslávia		
Pastirma	Turquia		
<i>Lup Cheong, Njorsou Gan</i>	<i>China</i>	<i>Pastirma</i>	Egito
<i>Tsusou Gan, Sou Song</i>		<i>K'lich</i>	Norte da África
<i>Rou Gan, La Rou,</i>		<i>Sharmot</i>	
<i>Ban Ya, Nan An</i>			
Dendeng Giling	Indonésia	<i>Quanta, Odka</i>	Leste da África
		<i>Kundi, Kilishi</i>	Oeste da África

Fonte: Compilado de LEISTNER (1987, 1990).

Na Ásia, encontram-se muitos produtos cárneos de UI, que não têm nenhum similar com alto teor de umidade. A maioria dos produtos cárneos estáveis do Oriente, derivam de tecnologias desenvolvidas na China, ao longo dos séculos. Segundo YANG (1988), no passado a preparação de produtos cárneos chineses era principalmente familiar, mas hoje em dia, há naquele país cerca de 1200 plantas de processamento de carnes e ovos em operação. A estabilidade da maioria de tais produtos se deve a redução da a_w .

Na África, há poucos produtos cárneos fermentados, mas muitos produtos secos são comuns em vários países. Eles são preparados com diferente grau de sofisticação. Muitos deles estão na faixa de UI, ou após intensa secagem se tornam carnes de baixa umidade. HEINZ & WINKELMANN (1990) estimaram que a atividade de água de carnes seca, na África, compreende a faixa de 0,50-0,75. Os nomes desses produtos dependem da tecnologia usada, mas também variam com a área geográfica em que são produzidos. A maioria dos processos é tradicional, e empiricamente usados, provavelmente, ao longo dos séculos. Desde o início da década de 80, alguns pesquisadores africanos se têm interessado por estudos sobre produtos cárneos tradicionais, usando métodos mais científicos (FAPARUSI, 1981; IGENE, 1983; ADESIYUN, 1984; IGENE & ABULU, 1984; ALONGE, 1987; GAILANI & FUNG, 1989; IGENE *et al.*, 1990).

A importância da atividade de água (a_w) na preservação dos alimentos, inclusive carnes, tem sido enfatizada na América do Norte (LABUZA, 1974; TROLLER, 1980) assim como na América do Sul (CHIRIFE, 1978; CHIRIFE & FONTÁN, 1982). Alimentos de umidade intermediária são mais importantes na América do Sul, enquanto que na América do Norte somente poucos produtos cárneos de umidade intermediária são conhecidos. Os mais referenciados são o *Pemmican* e *Beef Jerky*.

No Brasil, dois produtos cárneos tradicionais, a *carne de sol* e o *charque*, são hoje de grande aceitação popular e não mais restritos à região nordeste. Mais recentemente, desenvolveu-se o *jerked beef* cujo processamento é similar ao

charque, mas contendo nitrito e sempre acondicionado a vácuo (SHIMOKOMAKI *et al.*, 1987). Segundo SAAD BARBAR (1994), a classe média tem consumido cada vez mais *charque* e *jerked beef*. Contribuem para isso a tradicional feijoada, o arroz de carreteiro e mesmo a introdução de receitas através dos pacotes de *jerked beef*. De acordo com FAYRDIN (1991), no início da década de 90, atingiu-se 300 mil toneladas, o que equivale a um consumo *per capita* de 2,0 a 2,5 kg por ano.

2.2. Biltong Sul Africano

O *biltong* é um produto cárneo salgado e seco, elaborado a partir da carne bovina ou de animais de caça, bastante consumido na África do Sul (LEWIS & MASTERTON, 1957). Pode ser consumido sem necessidade de qualquer preparo posterior e é convenientemente transportado no bolso.

Segundo VAN DER MERWE (1986), a palavra *biltong* apareceu pela primeira vez na literatura em 1815, apesar de sua existência ser mais antiga. O primeiro *biltong* foi produzido por fazendeiros e agricultores, provavelmente a partir da carne de animais de caça. A origem da palavra é incerta, mas provavelmente deriva do Africânder (língua moderna falada na República da África do Sul, evoluída da língua holandesa no século XVII), *bil* referindo-se ao traseiro do animal e *tong* ao *fillet*. Como método de preservação e armazenamento, foi particularmente valioso para os comandos *Böer* durante a guerra de invasão à África do Sul, o que junto com frutas desidratadas lhes garantia suplemento exclusivo por várias semanas (LEWIS & MASTERTON, 1957).

Há uma grande demanda de *biltong* na Indústria de carne Sul africana, por isso o seu desenvolvimento tem valor econômico. Embora sendo um produto tradicional, é hoje produzido em larga escala comercial e apreciado por todas as classes sociais (VAN DER RIET, 1982). Em 1986, VAN DER MERWE estimou a produção anual de *biltong* em aproximadamente mil toneladas por ano.

2.2.1. Composição Química

LEWIS & MASTERTON (1957) investigaram a possibilidade de usar o *biltong* como suplemento dietético para expedições e chegaram aos seguintes valores: proteína - 65%; gordura - 1,9%; carboidratos - 6.8%; cinzas - 12.5% e umidade - 11.5%.

O *biltong* tem um alto valor calórico (416 cal/100g), é extremamente protéico e pobre em gordura (1,9%) uma vez que seja selecionada carne magra para seu preparo. O teor de água e gordura é extremamente variável neste produto. O teor de vitaminas e outros nutrientes não foi determinado, mas é, provavelmente, comparável ao da carne fresca, já que não são envolvidas altas temperaturas no seu processamento (VAN DER RIET, 1982).

2.2.2. Estabilidade microbiológica do *biltong*

Segundo VAN DER MERWE (1986), *biltong* não está definido na legislação Sul Africana, não existindo padrões de qualidade específicas para o produto. Por outro lado, sendo uma carne processada, exige um bom nível de higiene, a saber:

- Deve ser livre de *Echerichia coli*, *Salmonella*, *Shigella* e *Staphilococcus aureus*.
- Deve-se assegurar que todo o equipamento esteja limpo, antes e depois do uso; sanitizantes industriais podem ser usados;
- Ter todo o equipamento disponível e trabalhar o mais rápido possível, antes que a carne se deteriore a altas temperaturas.

Para melhorar a estabilidade microbiológica, recomenda-se acondicionar a carne usando-se um material de embalagem adequado, e com boa barreira à umidade, podendo ser usados materiais plásticos ou recipientes de vidro (POTGIETER, 1997).

2.2.3. Importância e potencial do *biltong*

Apesar de usar os princípios de preservação de salga e secagem, o *biltong* é um produto desconhecido em vários países vizinhos como: Moçambique, Tanzânia, Zâmbia, Zimbábue, Malawe, Swazilândia e outros mais distantes. Pelo seu processamento e paladar, apresenta uma grande potencialidade de se regionalizar e de abranger outros mercados, como o brasileiro (DZIMBA, 1998).

Nos EUA e Canadá, é comercializado um produto tradicional, de umidade intermediária, *Beef Jerky*, que consiste em fatias de carne seca, condimentada ligeiramente salgada (ACTON & DICK, 1976). O processamento, aparência e sabor do *Beef Jerky* é similar ao *biltong*, e tem o mesmo apelo nostálgico. Historicamente, *Beef Jerky* foi muito importante como alimento de conveniência no Norte da América, ao substituir a carne fresca em regiões onde não havia refrigeração. Hoje em dia, assim como o *biltong* sul africano, é um aperitivo muito popular entre excursionistas e viajantes, que priorizam a estabilidade do alimento, teor de proteína e peso leve, como critério para escolha da dieta. Salsichas também são muito populares entre estes grupos, mas com a desvantagem de terem um maior teor de gordura (HOLLEY, 1985).

Entre outras vantagens, o *biltong* é bastante conveniente para esportistas e expedicionários, por ser consumido sem necessidade de qualquer preparo prévio e ser fácil de transportar. Caso se deseje, é uma carne fácil de reidratar para posterior fritura ou cozimento, podendo-se assim variar o cardápio com uma redução para um terço (1/3) de peso da bagagem. Este produto, de baixo custo e rápido processamento, permite auxiliar os governos no desenvolvimento de programas nacionais e mesmo internacionais emergenciais de luta contra a fome e desnutrição, socorro em catástrofes como seca, inundações, guerras, etc. Explorando-se as várias formas de apresentação a que esse produto se presta: em pó, em forma de tiras, em fatias, embutido (usando carne moída), pode-se beneficiar vários mercados potenciais associados a:

- Merenda escolar;
- Grandes aglomerações em áreas desprovidas de energia;
- Excursões de esportistas;
- Concentrações de grupos em movimentos político-sociais;
- Exército em diferentes missões;
- Como aperitivo.

2.3. Processamento do *biltong*

2.3.1. Preparo

O melhor *biltong* provém da carne de boa qualidade de animal herbívoro recém abatido da família dos antílopes ou bovinos. Não existe processamento padrão para o *biltong* (POTGIETER, 1997). Pode ser usada qualquer parte da carcaça, mas os músculos mais largos são mais adequados. Na elaboração do *biltong*, usam-se cortes da coxa de bovino ou animal de caça, e segundo VAN DER RIET (1982) o *biltong* típico possui tiras 20-30 x 4 x 2,5 cm, cortadas no sentido das fibras. Mas o tamanho das tiras é muito variado.

Segundo THOMAS (1975), a escolha mais econômica para o *biltong* é a carne magra obtida da coxa, donde é possível obter-se: 70% de carne, 12% de sobras e 18% de osso de cada coxa. Durante a secagem cerca de 60% da massa da carne é perdida pela evaporação da água. Somente cerca de 30% da massa original da coxa usada será disponível como *biltong*. Seu processamento consiste em várias etapas:

1. Esfrega-se o sal e mistura de condimentos completamente na carne.

2. Estendem-se as tiras de carne num recipiente adequado que não seja de metal (recipientes de plástico ou de cerâmica podem ser usados).

3. Arrumam-se as tiras mais grossas em baixo, terminando-se com as mais finas.

4. Deixa-se descansar durante 6-12 horas sob refrigeração (5°C). Se deixada por tempo mais longo a carne fica muito salgada. O teor final de sal (com 40-45% de umidade) deveria ser de 10-13%. Mas segundo VAN DER MERWE (1986), no passado o sal era adicionado como preservativo. Hoje em dia o *biltong* pode ser produzido com menor teor de sal e adequadamente acondicionado de modo preservar as suas características de qualidade.

2.3.2. Cura

Os principais ingredientes de cura são o sal e o nitrito 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).

O padrão de cura depende da difusão dos ingredientes através dos tecidos. O tempo (6-12 horas) requerido para os ingredientes de cura penetrarem até o centro das tiras de carne depende do modo como são aplicados, do tamanho dos cortes, da quantidade de gordura e da temperatura. Salga seca é comumente aplicada na cura do *biltong* e uma cura de 6 horas produz um *biltong* mais macio e de sabor mais agradável. O *biltong* é curado com sal grosso ou fino (POTGIETER, 1997).

Não existem dados publicados sobre o teor ótimo de sal. Segundo POTGIETER (1997), amostras comerciais do produto normalmente têm 8,8 a 9,7% de sal (calculado na base seca). VAN DER HEEVER (1970) analisou 60 amostras de *biltong* comercial e achou uma média de 6,6% de cloreto de sódio enquanto que VAN DER RIET (1976b) reportou uma média de 5,6% para 20 amostras comerciais. VAN DER RIET (1976b), num experimento, processou o *biltong* com cloreto de sódio

esterilizado, adicionando as quantias de 1,0, 2,5 e 4,0% para três respectivos lotes e usou as mesmas condições de secagem que TAYLOR (1976). Ele concluiu que a carne tratada com 2,5% de cloreto de sódio, que resulta num *biltong* contendo 6% de cloreto de sódio, tinha o melhor sabor. VAN DER MERWE (1986) considera esse valor muito alto. Para ele, o ideal seria 4-5% de sal ou menos.

2.3.2.1. Outras opções na cura

A carne pode ser defumada, após parcial secagem, ou pode ser esfregada nela essência de defumado antes da cura.

Nitrito de sódio a uma concentração de 0,1%, pode ser adicionado como um conservante. Algumas vezes são acrescentados: ácido bórico, ácido sórbico, pimaricina (um antibiótico e fungicida) e sorbato de potássio (0,1%).

Uma mistura de condimentos, nomeadamente, cravo-da-Índia (0,04%), pimenta (0,01%), coentro (0,1%) e MSG (0,005%), pode ser usada para melhorar o sabor e aroma do *biltong* (POTGIETER, 1997).

2.3.3. Secagem

Durante a secagem, as tiras de carne não devem tocar umas às outras para assegurar uma boa circulação do ar e reduzir o tempo de secagem. O teor de umidade no produto final dependerá do tamanho das tiras e do tipo de *biltong* que se pretende obter. Mas segundo VAN DER RIET (1982) ele se torna um produto estável a uma umidade próxima de 24% ou inferior.

Se usados métodos artificiais de secagem, pode ser produzido o ano inteiro. Caso contrário, só poderá ser elaborado quando a umidade relativa do ar for baixa, portanto quando o ar for seco.

TAYLOR (1976) usou as seguintes condições de secagem: temperatura de 35°C; 30% de umidade relativa e velocidade do ar de 3,0 m/s. Já, VAN DER RIET (1981) usou 30°C, 40% e 2,5 m/s de temperatura, umidade relativa e velocidade do ar, respectivamente. BASSON & VISSER (1972) concluíram no seu estudo sobre secagem de carne de avestruz que as condições ótimas de secagem seriam: temperatura de 44°C, umidade relativa de 60% e velocidade do ar de 3,0 m/s.

O período de secagem é marcadamente maior para carne de avestruz, em comparação com o requerido para o *biltong* feito de carne bovina, o que, segundo BASSON (1970), parece ser devido às características específicas de secagem da primeira. Existem diferenças na secagem das carnes bovina, de avestruz e de impala, fenômeno esse que exige futuras investigações.

2.4. Otimização do processamento do *biltong*

Uma das grandes desvantagens da secagem do produto sem parâmetros bem estabelecidos são as perdas que ocorrem pela duração do processo de secagem e perdas de suas características básicas ou de estabilidade microbiológica durante a armazenagem.

Os parâmetros tempo e temperatura de desidratação, identificados e otimizados, melhoram o rendimento, estabilidade microbiológica e características sensoriais essenciais do produto final.

2.4.1. Metodologia de Superfície de Resposta

A Metodologia de Superfície de Resposta (MSR) é uma técnica de otimização baseada no emprego de planejamentos fatoriais, utilizada na análise de processos onde certos fatores (variáveis independentes) influenciam o resultado final (resposta-

variável dependente). Estes parâmetros (fatores e respostas) determinam e/ou refletem o comportamento do processo.

Segundo GIANNI (1983), a MSR permite definir níveis ótimos de ingredientes de formulações sem que seja necessário testar todas as combinações possíveis, ou seja, com um número mínimo de tratamentos experimentais .

Para THOMPSON (1982), a MSR consiste nos resultados de experimentos que têm como finalidade identificar uma relação matemática/estatística entre níveis de variáveis exploratórias e a resposta.

Nesta metodologia as variáveis não são modificadas individualmente, mas simultaneamente. Com a superfície de resposta é possível descrever como as variáveis afetam a resposta, determinando inter-relações entre elas e descrevendo o efeito combinado de todas as variáveis na resposta (GIONANNI, 1983).

Modelos gerados pela MSR podem ser úteis na estimativa da resposta sensorial, sobretudo na otimização da resposta do consumidor, permitindo que se encontre a combinação de fatores dentro da faixa estudada que gere a maior aceitação possível pelo consumidor (MOSKOWITZ, 1994).

A MRS tem sido bastante utilizada pela indústria de alimentos em estudos de otimização de produtos, nos últimos 15 anos (MOSKOWITZ, 1997).

2.5. Estabilidade do *biltong*

Considerações econômicas fazem com que produtos cárneos secos e salgados como o *biltong* devam ter o máximo possível de teor de umidade e, ao mesmo tempo, possuir boas qualidades de conservação. O teor de umidade do produto é variado, alterando-se assim a textura e a vida-de-prateleira do mesmo. Para produtos secos, variações na umidade podem ser tão importantes quanto

flutuações da temperatura, já que os efeitos de ganho e/ou perda de umidade são cumulativos no seu efeito sobre a qualidade do alimento.

O *biltong* é estável a uma $a_w < 0,70$, umidade $\leq 24\%$ e 5-10% de NaCl (VAN DER RIET, 1982). VAN DER RIET (1976b) determinou como teor de umidade crítica para o *biltong* 24% e a_w de 0,68. Quando se deseja um *biltong* com um teor de umidade maior que o seu valor crítico, especialmente se for para ser armazenado por um longo período, torna-se necessária a aplicação de aditivos como: nitrito de sódio, ácido sórbico, etc.

A deterioração do *biltong* se deve ao crescimento de fungos (a causa mais comum), leveduras ou bactérias (principalmente *micrococcî*) que resultam em perdas consideráveis na indústria. Os fungos mais comumente isolados pertencem ao grupo *Aspergillus glaucus* (VAN DEN HEEVER, 1970), são osmofílicos e desenvolvem-se rapidamente no *biltong*,.

Aspergillus flavus foi freqüentemente isolado (ainda que seu crescimento não fosse visível), e a possibilidade de produção de aflatoxinas foi investigada. Os fungos cresceram bem e produziram altas concentrações de aflatoxinas B₁ em atividades de água iguais ou superiores a 0,95; produziram menores concentrações em $a_w=0,90$; em $a_w=0,85$ produziram muito pouco e o seu crescimento foi muito lento; com $a_w=0,80$ não se detectou o seu crescimento, mesmo após 67 dias. A conclusão foi que a aflatoxina não tem importância para o *biltong*, porque a a_w de 0,80, ou menor, é rapidamente alcançada durante a secagem (TAYLOR, 1976), e o *Aspergillus flavus*, um fungo não osmofílico, não teria oportunidade de se desenvolver e produzir aflatoxinas sob condições normais de secagem e estocagem. Um fator adicional é que pessoas não comeriam o produto com fungo, caso estivesse visível.

VAN DER RIET (1972) investigou o uso de ácido sórbico como aditivo para o *biltong* e concluiu que a concentração de 2000 μ g de ácido sórbico por grama de produto foi efetiva no controle da deterioração por fungos. Isso foi mais tarde adotado como concentração máxima legalmente permitida deste aditivo, na África do Sul.

VAN DER HEEVER (1972) encontrou que pela adição de 0,1% de sorbato de potássio à carne, durante a salga seca, uma concentração de aditivo de aproximadamente 2000µg por grama foi obtida no produto final. Concluiu também que esta quantidade foi efetiva para retardar o desenvolvimento de *Aspergillus glaucus*, no produto, com uma faixa de umidade de 25-35%.

Embora o ácido sórbico e sorbato de potássio tenham ganho reconhecimento como fungicidas, pesquisas mais recentes têm estabelecido que sorbato tem ampla atividade antimicrobiana que se estende para espécies bacterianas envolvidas na deterioração de frango fresco, peixe e carnes. É particularmente efetivo ao retardar a toxigenese do *Clostridium botulinum* no bacon e peixe fresco refrigerado embalado em atmosfera modificada (FENEMMA, 1985).

LEISTNER (1990) afirmou que nitrato e nitrito, assim como outros conservantes, são algumas vezes adicionados como obstáculos. A ação bacteriostática do nitrito em combinação com o sal e outros fatores, em carnes curadas, já foi bem documentada (KEMP *et al.*, 1974; EAKES & BLUMER, 1975).

As avaliações permitiram concluir que não existe um perigo potencial de contaminação, caso se use uma carne de boa qualidade na sua preparação e se mantenha um bom padrão de higiene em todas as fases de sua produção.

2.5.1. Isotermas de sorção

A determinação da a_w nos produtos desidratados permite prever se a conservação do produto será correta. As isotermas de sorção representam a relação funcional entre a atividade de água e o conteúdo de água em equilíbrio de um alimento, a temperatura e pressão constantes (LAZARIDES *et al.*, 1988). Uma isoterma de sorção é a curva que indica a quantidade de água retida por um alimento em função de sua atividade de água, ou seja, em função da umidade relativa em equilíbrio com o ambiente que o rodeia.

As isotermas podem ser de adsorção, se o alimento ganha água, ou de dessorção, se o alimento perde água, ambas também conhecidas como curvas de sorção. O conhecimento específico da isoterma de um determinado produto é geralmente usado com o propósito de se obter informações sobre as alterações físico-químicas em estudos de estabilidade, bem como para outros fins científicos. Isso inclui: cálculos para o tempo de secagem, previsão de mistura de ingredientes, projeto adequado de embalagens bem como conhecimento das mudanças que ocorrem durante a armazenagem, que resultam em alteração na estabilidade do produto. Uma das aplicações mais importantes dos dados da isoterma de umidade é ser capaz de prever a extensão requerida de desidratação do produto para se alcançar um certo valor de atividade de água, o que irá influenciar diretamente na sua textura.

As isotermas de adsorção de umidade são de grande importância no estudo da conservação de alimentos desidratados, e o entendimento deste fenômeno será muito útil para melhorar o processamento e estabilidade específica do produto.

Pelo fato de o *biltong* ser um produto desidratado, pressupõe-se que se poderia conservar indefinidamente se adequadamente preparado e armazenado. Entretanto, existe pouca informação disponível sobre o teor de umidade crítica de armazenamento deste alimento. VAN DER RIET (1976) pesquisou o valor de atividade de água crítica do *biltong*, limitando-se ao crescimento de fungos osmofílicos do grupo *Aspergillus glaucus*, e determinou a isoterma de sorção do mesmo contendo três diferentes níveis de cloreto de sódio. Considerando que a atividade de água do *biltong* comercial varia de 0,296 a 0,924 (VAN DER HEEVER, 1972), a faixa investigada foi limitada (0,58-0,97), e todas as amostras foram tratadas com uma mistura de três antibióticos (Aureomicina, Sulfato de Polimixina B e Natamicina) para evitar o crescimento microbiano durante o longo período de equilíbrio.

2.5.1.1. Modelos matemáticos de ajuste

LABUZA (1968) demonstrou a necessidade de ajustar os dados da isoterma de sorção a um modelo matemático com o fim de se usar as isotermas junto com programas de computador para resolver problemas de processamento e/ou armazenamento. Segundo o autor, a escolha do modelo depende do objetivo do seu uso: no caso da estimativa do tempo de secagem ou vida-de-prateleira de alimentos secos embalados, o modelo deve ajustar-se tão rigorosamente quanto possível aos dados experimentais; outro fator importante na seleção de um modelo é o número de parâmetros, o qual pode aumentar o seu uso nos cálculos de engenharia.

Existem diversos modelos matemáticos que se ajustam aos resultados de sorção obtidos experimentalmente e permitem expressar, com maior ou menor grau de aproximação, a relação entre o teor de umidade e a atividade de água de cada alimento. A maioria dos modelos propostos podem reproduzir os valores de umidade em equilíbrio, mas nenhum deles permite obter resultados precisos em todo o intervalo de atividade de água e para os diferentes alimentos. Entre as diferentes expressões matemáticas, destacam-se as mais utilizadas: o modelo de Brunauer, Emmet e Tellet (BET) e o de Guggenheim, Anderson e De Boer (GAB), ambos baseados na sorção da umidade no alimento na forma de multicamadas.

Segundo TOLEDO (1991), o modelo GAB proporciona um ajuste mais preciso que o BET para um amplo espectro de produtos com diferentes teores de umidade.

LOMAURO *et al.* (1985 a, b) pesquisando isotermas de alimentos da literatura publicada, avaliaram a equação GAB na maioria das categorias de alimentos e concluíram que este modelo proporciona um melhor ajuste para a maioria das isotermas exibindo uma forma sigmoidal.

MOTARJEMI (1988) concluiu que os modelos GAB e de Oswin proporcionam resultados confiáveis para a carne e produtos cárneos em temperaturas entre 10-70°C.

Cada um dos modelos propostos, empíricos, semi-empíricos ou teóricos, têm tido algum sucesso na reprodução dos dados de teor de umidade de equilíbrio de um certo tipo de alimento e numa certa faixa de atividade de água. No entanto, tem que ser mencionado que a concordância entre os dados experimentais de sorção com a equação calculada da isoterma para um modelo particular de sorção não é prova da exatidão da teoria, já que tem sido freqüentemente observado que a curva pode ser descrita por várias equações diferentes (CHIRIFE & IGLESIAS, 1978).

O conhecimento das isotermas de adsorção de umidade é essencial para um projeto adequado de embalagens permeáveis e para estabelecer o teor de umidade que resulta em vida-de-prateleira mais longa (QUAST & TEIXEIRA NETO, 1975).

2.5.2. Função da embalagem na estabilidade do produto

A deterioração dos alimentos durante a estocagem pode ser minimizada ou até mesmo evitada pelo uso de embalagens adequadas e que atendam aos requisitos específicos para cada alimento. O tipo de embalagem utilizado para armazenar o alimento interfere diretamente sobre a vida-de-prateleira do mesmo, já que, dependendo de suas propriedades de barreira, previnem algumas alterações: ganho ou perda de umidade, oxidação e perda de aroma. Se a embalagem for hermética, a reação oxidativa será limitada pela presença de oxigênio residual no produto e no espaço livre. Caso contrário, a velocidade dependerá do suprimento de oxigênio pela difusão através da embalagem.

As propriedades de barreira de materiais plásticos dependem do tipo de resina, da espessura e também da temperatura e umidade relativa de estocagem. Entre as resinas plásticas utilizadas na fabricação de embalagens flexíveis, as que apresentam maior barreira ao vapor de água são as poliolefinas. Essas resinas são utilizadas na fabricação de filmes simples, estruturas laminadas ou co-extrudadas.

Quando a barreira ao vapor destes materiais não é suficiente, podem-se utilizar filmes com metalização ou laminados com alumínio.

Poliâmidas e poliéster conferem características de barreira aos gases nas estruturas de multicamadas. A utilização de laminação com folha de alumínio ou substratos metalizados, mais frequentemente polietileno tereftalato (PET) e polipropileno biorientado (PPBO), também é comum (GARCIA *et al.*, 1989). Segundo os autores, para alimentos susceptíveis a oxidação, além da barreira ao oxigênio é importante a barreira à luz, que pode ser obtida através de aditivos absorvedores de radiação ultravioleta, adição de pigmentos coloridos e laminação com folha de alumínio. A metalização também reduz sensivelmente a transmissão de luz.

Materiais com melhores características de barreira apresentam maior custo, onerando-se assim a produção do alimento. Por isso, a decisão sobre a vida útil adequada para um determinado produto, e a escolha da embalagem ideal que apresente apenas propriedades de barreira suficiente para aumentar a vida útil, deve ser bem ponderada.

O produto final, se não for acondicionado para estocagem, torna-se absolutamente seco em ambientes com baixa umidade relativa. Embora a gordura possa tornar o *biltong* rançoso, ele mantém as suas qualidades iniciais por bastante tempo, se armazenado em lugar seco. Segundo PRIOR & BADENHORST (1974) esta iguaria pode ser armazenada durante meses sem refrigeração e em embalagens com barreira ao O₂ por mais de um ano. Em embalagem a vácuo e congelado, pode-se guardar quase que indefinidamente (THOMAS, 1975).

2.5.3. Vida-de-prateleira

A qualidade do *biltong* pode-se alterar com o tempo de estocagem devido a ocorrência de uma série de reações como: atividade microbiana, oxidação de lipídeos, atividade enzimática; mas as alterações físicas devido ao ganho ou perda

de umidade são as que prejudicam as características básicas do produto. A maioria dessas alterações apresenta uma cinética de reação dependente do teor de atividade de água do alimento

Dependendo do tipo de produto em estudo, podem ser utilizados diferentes critérios para se determinar o fim da vida útil, cujo teste termina quando se percebe o crescimento de fungos no alimento, alta contagem bacteriana ou a presença de microrganismos potencialmente tóxicos. A densidade microbiana pode ser usada para se estimar a vida-de-prateleira, assumindo-se como regra geral que uma população de 10^7 bactérias, 10^6 leveduras/g ou mL ou bolores visíveis indicam o fim da estabilidade microbiológica do alimento (CURIALE, 1991). Algumas alterações físicas como: descoloração, separação de fases, desidratação superficial, etc., também podem ser usadas como critério para finalizar o teste de estabilidade. Avaliações sensoriais também são muito usadas para este fim.

Segundo a ASTM (1993), testes de aceitação (escala hedônica) podem ser realizados para determinação da vida útil. Nestes casos, a aceitação inicial serve como base, e os testes devem ser repetidos ao longo do tempo até que se atinja um ponto predeterminado, que pode ser um certo valor na escala hedônica ou apenas a queda significativa da aceitação. LABUZA & SCHMIDIL (1988), ao discutirem o uso de dados sensoriais em testes de vida-de-prateleira de alimentos, sugerem que, ao se utilizar o teste de escala hedônica para estudar a vida-de-prateleira, faça-se um gráfico com as médias do teste de escala hedônica em função do tempo de armazenamento e se calcule uma regressão linear simples entre essas duas variáveis, a fim de se determinar o fim da vida de prateleira do produto avaliado. Segundo esses autores, uma queda de 1,5 pontos na escala hedônica é considerada por muitos fabricantes como final da vida útil. Eles afirmaram ainda que a escala hedônica, apesar de ser largamente utilizada, não fornece dados sobre quais características do alimento são responsáveis pela queda de sua aceitação.

O tipo de embalagem escolhido para se armazenar o alimento é de primordial importância, uma vez que influencia diretamente a vida-de-prateleira. O período de

vida útil de um produto em uma determinada embalagem depende do nível de proteção oferecido por esta e pode ser estimado através de modelos matemáticos (LABUZA *et al.*, 1972). Por exemplo, adsorção de umidade de produtos desidratados é consequência da permeabilidade da embalagem, e pode ser estimada com base em medidas específicas de umidade e de permeabilidade da embalagem.

2.5.3.1. Avaliação da cor

A unidade de cor foi normalizada em 1931, em Paris, pela *Comission Internationale d'Eclairage* (CIE). Nela foi estabelecida uma nomenclatura e um espaço de cor, método para expressar a cor de um objeto ou uma fonte de luz, usando algumas formas de notação, tal como números, conhecido como sistema CIE (Y_{xy}), baseado nos valores triestímulos XYZ.

Medidas objetivas de cor previnem erros devido a diferenças na percepção visual da cor. Um colorímetro triestímulos oferece várias escalas de cor e todas são transformadas matematicamente dos valores triestímulos X, Y e Z, que são as medidas da contribuição proporcional dos componentes vermelho, verde e azul do espectro visível que equivale à cor da amostra (OLIVER *et al.*, 1992).

Em alimentos, a cor resulta da presença de compostos coloridos pré-existent no produto natural (pigmentos naturais) ou da adição de corantes sintéticos. Também, durante o processamento ou armazenagem dos mesmos, pode ocorrer formação de substâncias coloridas (caramelos e melanoidinas). Quando a cor de um alimento começa a se alterar significativamente com o tempo, pode ser um indício que alterações físicas, químicas ou microbiológicas estão ocorrendo (FRANCIS, 1991).

A cor é um fator de qualidade determinante para a seleção dos alimentos em geral e dos produtos cárneos em particular. Na indústria cárnea a sua medição objetiva está sendo utilizada em diferentes processos, mas, sem dúvida, sua

aplicação pode ser muito mais ampla. Um dos campos de maior utilidade seria na caracterização das principais matérias-primas utilizadas na elaboração de produtos cárneos (PEREZ-ALVAREZ *et al.*, 1998).

Mioglobina e hemoglobina são cromoproteínas, constituídas pela globina (porção protéica) e pelo grupo heme, que determina a cor do músculo, uma vez que a cor depende parcialmente do estado de oxidação no interior do anel heme (JUDGE *et al.*, 1989). O desenvolvimento da cor depende do método usado no processamento e também da nitrosação dos pigmentos cárneos (SANTAMARIA *et al.*, 1992).

CATTANEO (1995) observou dois casos de alteração de cor em produtos cárneos maturados (*raw ripened meat products*), devido as falhas durante a cura. Na *bresaola* (carne curada desidratada típica da Itália), uma grande quantidade de nitrito causou uma oxidação irreversível dos pigmentos do músculo. Segundo CROSS *et al.* (1986), de entre os fatores que causam a descoloração dos pigmentos musculares estão aqueles relacionados à modificação no estado do átomo de ferro (Fe^{+2} ou Fe^{+3}) do grupo heme da mioglobina. A variação na cor depende da reversibilidade dos estados químicos da mioglobina, relacionados com a disponibilidade e ligação do oxigênio.

BREWER & WU (1993) verificaram que durante o armazenamento à temperatura de -18°C , por 52 semanas, de carne moída (15% de gordura) embalada a vácuo em policloreto de vinila (PVC) e exposta à luz, à medida que aumentava a permeabilidade do material ao oxigênio, decaía a aceitabilidade. Os parâmetros de cor (L, a e b) sofreram alteração, ocorrendo perda de brilho e escurecimento da amostra. A localização da amostra armazenada teve influência ($p < 0.05$) nas cores vermelha e marrom e também na aceitabilidade.

O corte, trituração e exposição do músculo ao ar, causa modificações na cor pela reação do oxigênio com os pigmentos. A porção que contém o ferro do pigmento torna-se oxidada, passando do estado ferroso para o estado férrico, determinando o aparecimento de cor marrom. Este estado oxidado é chamado de

metamioglobina. A formação desta coloração reduz a aceitabilidade de carnes e produtos cárneos por parte dos consumidores, que geralmente a associam como sendo decorrente de um longo período de estocagem (CROOS *et al.*, 1986; JUDGE *et al.*, 1989).

CHASCO *et al.* (1996), estudando as alterações de cor ocorridas em embutidos fermentados curados desidratados, verificaram que as principais mudanças ocorrem durante a fermentação, quando os nitritos reagem com a mioglobina para formar nitrosomioglobina e metamioglobina; esta metamioglobina é subsequente reduzida a nitrosomioglobina durante o processo de secagem.

MANU-TAWIAH *et al.* (1991), trabalhando com carne bovina e cubos de carne suína, estudaram o efeito do tratamento de manutenção da qualidade microbiológica na cor. Eles imergiram, por 30 segundos, as amostras em uma solução de eritrobato de sódio (1,72%), ácido cítrico (3,4%) e pirofosfato tetrassódico (10,3%) e acondicionaram em diferentes embalagens. As amostras embaladas em atmosfera modificada atingiram uma extensa vida-de-prateleira.

A cor também é um dos três principais atributos de qualidade do alimento, juntamente com o sabor e a textura, chegando mesmo a ser o fator determinante de aceitação ou rejeição de um produto (FRANCIS, 1991).

2.5.3.2. Análise sensorial

Testes afetivos têm sido muito utilizados por fabricantes ou prestadores de serviços, e constituem-se em uma ferramenta fundamental e valiosa no desenvolvimento, otimização e garantia de qualidade de produtos (STONE & SIDEL, 1993; MEILGAARD *et al.*, 1988). Eles têm por objetivo, conhecer a opinião pessoal de um determinado grupo de consumidores, em relação a um ou mais produtos, opinião essa que pode ser dada com relação ao produto de uma forma global, ou com relação a apenas algumas características específicas do produto.

Segundo MEILGAARD *et al.* (1988), os testes afetivos podem ser classificados em dois tipos: os testes de aceitação, que avaliam o quanto os consumidores gostam ou desgostam de um ou mais produtos; e os testes de preferência, que medem a preferência dos consumidores de um produto sobre os demais.

O teste de aceitação tem por objetivo avaliar o quanto o consumidor gosta ou desgosta de um ou mais produtos, sem avaliar diretamente a intenção de compra do produto, nem dimensionar a fatia do mercado que, de fato, adquirirá o produto. O teste de aceitação tem sido muito útil como um teste a ser aplicado antes dos testes de pesquisa de mercado, de forma a predizer o sucesso de venda do mesmo (STONE & SIDEL, 1993).

2.5.3.2.1. Avaliação sensorial e instrumental da textura

A análise sensorial é um instrumento de grande importância para avaliar a textura de novos produtos, principalmente nas primeiras etapas de seu desenvolvimento (COSTELL & DURAN, 1975).

As maiores dificuldades para a avaliação sensorial de textura são acarretadas pela diversidade dos modos de percepção pelos sentidos humanos, dificultando a avaliação, principalmente, quanto à terminologia empregada (COSTELL & DURAN, 1975; DAMASIO *et al.*, 1990b).

Assim, cada vez mais vêm sendo desenvolvidas metodologias aplicáveis às medidas de textura, considerando-se o poder fisiológico pelo qual o homem a percebe, desenvolvimento de terminologias e procedimentos aplicáveis a cada caso.

SZCZESNIAK (1963) definiu textura como a manifestação sensorial e funcional das propriedades estruturais e mecânicas dos alimentos, detectadas através dos sentidos de visão, audição e do tato (cinestético e bucal), relacionando tais propriedades com as propriedades mecânicas do material.

A mesma autora dividiu as características mecânicas em primárias e secundárias. As primárias são relacionadas à dureza, coesividade, viscosidade e adesividade. As secundárias, à fraturabilidade, mastigabilidade e gomosidade.

Outra definição para textura foi dada por KRAMER (1973), como uma das propriedades sensoriais primárias dos alimentos que está relacionada integralmente com o sentido do tato, podendo ser medida objetivamente por métodos mecânicos, expressos em unidades de massa ou de força.

Os testes objetivos diretos que medem as propriedades mecânicas dos materiais utilizam técnicas de medidas em que o alimento é deformado por força de compressão, cisalhamento ou combinação dessas. A extensão da deformação e/ou da resistência oferecida pela amostra é registrada e usada como índice de textura.

2.6. Contaminação dos alimentos por matérias estranhas

Várias são as fases em que o alimento está sujeito à contaminação por matérias estranhas, mesmo com a moderna tecnologia de hoje. A FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (1982); HEALTH PROTECTION BRANCH (1984) e PEACE & GARDINER (1990), consideram impossível a produção de alimentos totalmente livres de contaminação de diversas origens, embora as boas práticas de higiene possam reduzir grandemente a contaminação.

Segundo BOESE & BANDLER (1990), as matérias estranhas podem ser conceituadas como qualquer material indesejável presente no produto, que seja associado a condições ou práticas inadequadas de produção, estocagem ou distribuição, como as sujidades, matérias decompostas, miscelâneas ou outras substâncias, excluindo-se os microrganismos.

As sujidades podem ser classificadas em leves e pesadas, segundo o seu peso específico. As sujidades leves possuem características lipófilas e podem ser

separadas do alimento pela flutuação em mistura líquida de óleo-água. Insetos inteiros, fragmentados, pêlos de roedores, pêlos humanos e detritos diversos são os exemplos deste tipo de sujidade. As pesadas caracterizam-se por serem mais densas que o alimento e, portanto, separadas por sedimentação. Como exemplo, têm-se os excrementos de roedores e de insetos, seus fragmentos, partículas metálicas, areia, terra, vidro, etc.

A presença de um grande número destes contaminantes no alimento pode causar problemas gastroentéricos nos animais e humanos que o ingerem.

Como agente direto de doenças, ácaros podem contaminar tanto externa como internamente. Certos ácaros têm sido encontrados nos sistemas respiratório, urogenital e trato gastrointestinal. Reações alérgicas a ácaros podem ocorrer como resultado de contato direto com a pele, inalação e possível ingestão. O tamanho da população de ácaros e a duração da exposição ou infestação são fatores a considerar, mas também a frequência do contato e a sensibilidade dos indivíduos. Além disso, ácaros mortos, assim como os vivos, podem causar alergias (GORHAM, 1985).

Entretanto, a ingestão inadvertida de insetos e ácaros, ou seus fragmentos, presentes como contaminantes no alimento, é comum e geralmente nenhum efeito adverso ocorre. O corpo humano responde muitas vezes, no mínimo, subcl clinicamente a estas ocorrências, como foi demonstrado por BERNTON & BROWN (1967).

2.6.1. Ácaros

Os ácaros são um grande e diverso grupo de artrópodes pertencendo a ordem *Acari* da classe *Arachnida*, que inclui escorpiões, aranhas, pseudo-escorpiões, e vários outros grupos. A maioria dos adultos tem até 1 mm de comprimento (BOESE, 1985). Distinguem-se facilmente dos insetos por apresentarem, de uma maneira

geral, quatro pares de patas nos estágios de ninfa e adulto. Salvo raras exceções as larvas têm três pares de pernas. É notória nos ácaros a redução da segmentação, tão característica dos demais artrópodes. Enquanto no corpo de um inseto se reconhecem três regiões distintas - uma cabeça, levando as peças peribucais; um tórax trissegmentado, levando os apêndices locomotores e um abdome - já no ácaro esses limites não podem ser estabelecidos.

Os ácaros diferem tanto entre si que é praticamente impossível apresentar uma breve descrição geral que se aplique a todos os tipos. Para melhor definir a diversidade de atividades das várias espécies de ácaros encontrados em produtos armazenados, FLECHTMANN (1985) as separou em três grupos de acordo com suas preferências alimentares: ácaros primários, secundários e terciários. Os ácaros primários que se alimentam diretamente do produto, estão restritos à Ordem *Astigmata*, a maioria compreendida na família *Acaridae*. Servem como importante fonte de alimento para os ácaros predadores (secundários).

Os ácaros primários de produtos armazenados são os mais importantes economicamente, já que constituem o grupo dominante e consomem alimento (HUGHES, 1986). É o grupo mais importante de ácaros envolvidos na destruição de produtos de origem biológica armazenados pelo homem, tais como grãos, sementes, fenos, farelos, rações, frutas secas, carnes secas, produtos de laticínios, etc. (FLETCHMANN, 1985).

2.6.1.1. Ácaros em alimentos

A maior parte dos produtos alimentícios é consumida logo após sua fabricação e/ou embalagem, não permitindo o desenvolvimento de ácaros. Apenas quando o seu armazenamento é um pouco mais prolongado, podem os ácaros se desenvolver e comprometer a qualidade do produto.

Vivendo no interior ou na superfície dos produtos, os ácaros contaminam com suas exúvias, cadáveres e excrementos, resultando alteração no sabor e odor dos alimentos (FLETCHMANN, 1985).

Ácaros também se envolvem na disseminação e propagação de fungos, inclusive do *Aspergillus flavus* produtor de toxinas (GORHAM, 1985).

SOLOMON (1959) observou consideráveis perdas de peso em embalagens de misturas prontas para bolo e devidas a forte infestação por ácaros. Verificou que tais embalagens haviam ficado por longo tempo nas prateleiras (2 a 3 anos) e seu conteúdo estava totalmente deteriorado.

Ao avaliarem a presença de ácaros em cereais armazenados na grande São Paulo, BAGGIO *et al.* (1987) detectaram a presença de ácaros primários e secundários de produtos estocados após a incubação das amostras por 42 dias sob temperatura e umidade controlada. Os primários foram os *Tyrophagus putrescentiae*, *Aleuroglyphus ovatus*, *Glycyphagus domesticus*, *Chortoglyphus arcuatus*, *Suidasia pontífica*, *Blomia tropicalis*, *Histiostoma sp.* e *Dermatophagoides pteronyssinus*, e os secundários: *Tarsonemus sp.*, *Cheyletus malaccensis* e *Blattissocius dentriticus*. Os resultados positivos, após 42 dias de incubação, quando os exames na recepção das amostras eram negativos, evidenciaram que um simples exame de uma amostra quanto à presença de ácaros não é suficiente para detectar sua ausência.

Entre os ácaros que infestam alimentos armazenados, há várias espécies pertencentes ao Gênero *Tyrophagus*. Estes ácaros vivem normalmente na superfície externa de presuntos condimentados, salsichas e queijos, mas algumas vezes penetram nos produtos, depreciando seu valor comercial (DEL MONTE, 1990).

Segundo PERRUCCI (1995), ácaros dos gêneros *Acarus*, *Glycyphagus* e *Tyrophagus* são as pragas de ampla variedade em produtos armazenados no mundo inteiro. Mas o *Lardoglyphus* é quem mais prejuízo tem causado em peixes e camarões desidratados (VIJAYAMBIKA *et al.*, 1983).

OLSEN (1982) determinou a incidência e identidade de ácaros e outros contaminantes em 55 amostras de camarões secos importados do Oriente para os Estados Unidos e encontrou que 42% estavam contaminadas. Ácaros foram os contaminantes prevalecentes, incluindo *Lardoglyphus konoi* e ácaros de sujeira doméstica (*Pyroglyphidae*). Anteriormente, HUGHES (1976) havia revisto a morfologia e biologia da maioria das espécies de ácaros encontrados no camarão seco e concluiu que *Lardoglyphus konoi* é o ácaro que mais comumente os contamina e a outros alimentos desidratados do mar. Também para OKAMOTO *et al.* (1991), peixes desidratados e seus produtos salgados, assim como camarões, se deterioram como resultado de infestação pelo ácaro *Lardoglyphus konoi*, perdendo assim seu valor de mercado. A carne que sobra desenvolve um odor pungente e muda de cor à medida que vai sendo coberta com o excremento do ácaro.

Os ácaros de sujeira doméstica (*Pyroglyphidae*), no camarão seco, são importantes pois são uma fonte conhecida de alergen humanos e podem ser considerados prejudiciais ou nocivos à saúde do consumidor. Eles ocorrem em *habitat* onde material estático pode se acumular e ao redor das construções, e podem indicar condições sanitárias inadequadas de manufatura e manuseio (HUGHES, 1976). No presunto seco curado a presença de ácaros é um dos mais importantes problemas que causam sua deterioração, e podem causar alergias no homem (GUERRERO & ARNAU, 1995).

A maioria dos ácaros encontrados nas salas de secagem foram identificados como *Tyrophagus putrescentiae*. Outras espécies encontradas foram: *Tyrolichus casei* (SCHMIDT & CREMMLING, 1975), *Tyrophagus longior*, *Tyrophagus palmarum*, *Cleyletus eruditus*, *Androlaelaps casalis casalis*, *Cheletomorpha lepidopterorum* (DI LORETO *et al.*, 1985), *Blattisocius dentriticus* e *Carpoglyphus lactis* (ARNAU *et al.*, 1990).

ACHA-GUTIÉRREZ *et al.* (1994) identificaram *Tyrophagus longior*, *Tyrophagus casey* e *Tyrophagus putrescentiae* como os ácaros que afetam os produtos cárneos curados e mais concretamente os presuntos. Segundo DEL

MONTE (citado por PERRUCI, 1995) estes ácaros vivem normalmente na superfície externa de presuntos condimentados, embutidos e queijos, mas algumas vezes penetram nos produtos depreciando seu valor comercial.

LINHARES *et al.* (1991) relataram o aparecimento de *Acarus siro* Linnaeus (*Tyroglyphus farinae*) em *charque* embalado a vácuo.

Estudos realizados na Argentina, em alimentos de animais de laboratório, por MAURI & MOSQUERA (1986), comprovaram que o ataque começa com ácaros da família *Acaridae*, seguindo-se outros predadores; e mais adiante aparecem coleópteros do gênero *Lasioderma*, no outono. Por último o alimento é invadido por *Psocoptera* (Classe Insecta).

2.6.1.2. Controle de ácaros

Temperatura e umidade relativa determinam o comportamento dos ácaros. Controle de ambos os parâmetros previne sua presença em grãos armazenados (WILKIN, 1990).

Diversas espécies de ácaros infestam grãos armazenados, sendo a mais prejudicial o *A.siro* que não só contamina grãos quando presente em grande número mas também ataca e destrói o germe. Outras espécies, principalmente *G.destructor*, *T.putrescentiae* e *T.longior*, podem ocorrer em grande quantidade e dar origem a contaminação. Teor de umidade acima de 15% e temperaturas de 15-25°C promovem um rápido desenvolvimento, mas a reprodução pode continuar a temperaturas baixas como 2-3°C (CUNNINGTON, 1965). Tais infestações podem ser prevenidas pela secagem do grão a um teor de umidade de 14% ou menos e mantendo esse nível durante a estocagem. Também pode ser usada a fumigação, mas ela é relativamente cara e não oferece proteção contra a reinfestação (WILKIN, 1975).

SZLENDAK *et al* (1992) acreditam na irradiação de machos, tornando-os estéreis, como um meio potencial de controle da população de ácaros (*A.siro*).

A administração de inseticidas em grãos tem sido largamente usada no controle e prevenção de infestações por insetos, mas este método tem raramente resultado contra ácaros. WILKIN & HOPE (1973a) provaram em laboratório a eficiência dos inseticidas lindane + malation (1:4) contra os ácaros *A.siro*, *T.putrescentiae* e *G.destructor*, mas a sua eficiência nas condições do campo não foi comprovada.

MARAZZA & PERSIANI (1959) constataram que o rápido congelamento dos produtos cárneos elimina os ácaros. A 45°C os ácaros são eliminados em 1 hora mas, cerca de 70% dos ovos resistem a este tratamento. Após 5 horas a esta temperatura todos os estágios são eliminados (FLEURAT, 1978). Outro método recomendado por SCHMIDT & CREMMLING (1975) para eliminar ácaros no presunto consiste em imergi-lo em água fervente ou embalá-lo a vácuo por 3 dias.

ARNAU & GUERRERO (1994) estudaram o controle de ácaros em presunto seco e curado por meio de métodos físicos, envolvendo: luz, temperatura, microondas, radiação ionizante e gases a várias pressões. Concluíram que os ácaros e seus estágios de desenvolvimento são destruídos pelo tratamento térmico a 45°C durante 24 horas. Congelamento a -28°C por 48 horas não matou os ovos. Tratamento pelo microondas também não deu resultados satisfatórios. Radiação ionizante e CO₂ pressurizado foram totalmente efetivos.

Os mesmos autores em 1995, usando métodos químicos, analisaram o efeito do N₂O, NH₃, N₂, CO₂, nos diferentes estágios de desenvolvimento do ácaro no presunto seco e curado. Também, 99 substâncias químicas foram estudadas para se verificar o grau de atração ou repelência sobre as formas vivas de ácaros. NH₃ e CO₂ foram os mais efetivos, e apenas 16 dos produtos químicos apresentaram um índice de repelência maior que 90%.

PERRUCI (1995) avaliou a atividade acaricida sobre *T.longior* de óleos essenciais de duas espécies de lavanda (*Lavandula angustifolia* Miller e *Lavandula stoechas* L.), hortelã-pimenta (*Mentha x piperita* L.) e um eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.), e de alguns terpenos (linalol, linalil acetato, mentona, mentol e eucaliptol) que são seus principais constituintes. Foram usados dois procedimentos distintos nestes testes: contato direto e inalação. Na dose mais alta estudada (6 μ L), o óleo essencial das duas espécies de lavanda e da hortelã-pimenta eliminaram 100% dos ácaros, tanto por contato direto como por inalação. O óleo de eucalipto foi o menos ativo. Entre os constituintes dos óleos essenciais, o mentol mostrou a mais alta atividade, tendo eliminado 100% dos ácaros pelo contato direto quando se usou a menor dose (0,25 μ l) e por inalação quando se usou 6 μ L. Contudo, linalol e mentona também mostraram boa atividade acaricida. Eucaliptol, assim como os óleos essenciais, do qual é o principal componente, teve a mais baixa atividade. A ausência de resíduos perigosos para a saúde humana e a ausência de modificação da cor, sabor, odor e textura dos alimentos armazenados poderia permitir o uso direto destes pesticidas naturais nos produtos alimentícios. Além disso, óleos essenciais e terpenos naturais, assim como terpenos sintéticos tendo boas propriedades acaricidas e flavorizantes poderiam ser adicionados à linguagem para controlar a infestação por ácaros sem alterar as características organolépticas desses produtos. Mais estudos são necessários para confirmar atividade acaricida desses compostos naturais diretamente nos produtos alimentícios.

2.6.1.3. Quantificação dos ácaros

PASQUINI & BETTINI (1973) fizeram uma pequena revisão onde relataram a dificuldade de se identificar a presença de ácaros e se determinar o grau de infestação na farinha e outros alimentos, pois geralmente o alimento não é infestado homogeneamente, mas sim em focos dispersos e a alguns centímetros de

profundidade. Por esse motivo, muitas vezes um alimento é considerado livre de contaminação mesmo estando fortemente infestado.

FLECHTMANN (1986) afirma que sempre que possível os ácaros devem ser examinados em vida, sob um microscópio estereoscópico. Obtêm-se assim informações sobre a forma do corpo (quase sempre distorcida em preparações microscópicas), cor, porte, modo de andar e tamanho relativo de diferentes indivíduos da mesma espécie e de espécies diferentes.

PASQUINI & BETTINI (1973) descreveram sumariamente as opiniões de diferentes autores sobre como identificar e quantificar alimentos contaminados:

- * O grau de infestação na farinha pode ser determinado mediante a contagem dos ácaros com o microscópio a 20-30 vezes de aumento, e numa camada de farinha de 1 mm de espessura. Com este método nem sempre se obtiveram resultados confiáveis e repetíveis.

- * Enumerar os ácaros mortos, ovos, excrementos, etc., de um campo de 10-15 mg de parte fina peneirada e tratada com glicerina fenolada ou adicionada com cloral hidratado e ácido clorídrico.

- * Tratar uma pequena quantidade do campo suspeito com clorofórmio e examinar a parte sobrenadante que pode conter ovos e ácaros; outros preferem usar uma mistura de ácido clorídrico, éter de petróleo e água onde após agitação e repouso, os ácaros, insetos, fragmentos de insetos, ovos, larvas e pêlos de roedores se localizam no ponto de separação dos dois líquidos. Recolhe-se o topo num microfiltro para ser examinado ao microscópio a luz reflexa e aumento de 20-50 vezes.

PASQUINI & BETTINI (1973) acharam melhor o método proposto pela CEE que permite a enumeração dos ácaros mortos e vivos (tanto adultos quanto jovens) no alimento, a determinação do gênero e da espécie e permite ainda confeccionar preparações permanentes, úteis no caso de haver contestação. A enumeração dos

ácaros se faz pela exploração metódica de toda a superfície do preparado com ajuda do microscópio estereoscópico num aumento de 70-80 vezes. A enumeração de um grande número de ácaros é bastante simplificada com o uso de um sistema convencional de contagem do papel de filtro quadriculado; exemplo: contagem limitada a quatro (4) filas perpendiculares 2x2. O grau de infestação do campo pode ser expresso segundo um sistema convencional como mostra a seguinte Tabela:

TABELA 2 – Expressão convencional do grau de infestação de ácaros

Número de ácaros no campo de trabalho-2g	Apreciação	Expressão convencional
0	ausência	0
de 1 a 10	presença	1
de 11 a 200	abundância	2
De 201 a 1000	poluição	3

2.6.2. Insetos

As Classes Insecta e Arachnida, incluídas no Filo Arthropoda, são as mais comuns em alimentos infestados, causando danos quantitativos e na sua qualidade (BASTOS & GAZINNELI, 1992). A infestação de alimentos pode ser um sério problema ao longo da sua armazenagem e distribuição. Na prática comercial, o tempo de armazenagem é variável e algumas vezes imprevisível, já que depende da demanda. Quanto maior o período de estocagem, maiores serão as possibilidades de ocorrerem perdas.

As ordens mais comuns de insetos como fonte de contaminação são: Coleópteros (besouros, carunchos), Lepidópteros (borboletas, traças, lagartas), Dípteros (mosquitos, moscas), Himenópteros (vespas, formigas, abelhas), Ortópteros (gafanhotos, grilos, baratas) e Psocópteros (KVENBERG, 1981).

Todos os insetos desenvolvem-se de ovos. A maioria dos ovos desenvolve-se sómente se for fecundada, ocorrendo a fecundação antes da ovipostura. O crescimento de um inseto é acompanhado por uma série de mudas ou ecdise, nas quais a cutícula é eliminada e renovada. A forma do inseto entre as mudas é chamado estágio ou estágio. O número de mudas varia na maioria dos insetos de 4 a 8, e a maioria dos insetos, com raras exceções, não muda nem cresce, depois que alcança o estágio adulto (BORROR & DeLONG, 1969).

2.6.2.1. Infestação por Coleópteros

A ordem Coleoptera é a maior ordem dos insetos e contém cerca de 40 % das espécies conhecidas da classe, com mais de 250000 espécies já descritas. Estes insetos variam em tamanho desde menos de 1mm até cerca de 15cm. Os besouros variam consideravelmente em hábitos e são encontrados em quase todo o lugar. Muitas espécies são de grande importância econômica (BORROR & DeLONG, 1969).

Dados sobre perdas devido a infestação por besouros, em situações comerciais, são limitados, mas têm sido sugeridos níveis de 25% e 35% como sendo típicos em Burkina Faso (FAO, 1981) e Mali (FAO, 1970), e sugerem que devem ser mais altos em outras regiões. Segundo OSUJI (1975), 40% de perdas de peixe seco na Nigéria se devem a danos causados por insetos. A infestação por besouros é claramente a maior causa de perdas em certas peixarias, particularmente em áreas remotas onde a distribuição e a venda levam muito tempo.

Os maiores insetos de armazém que infestam o peixe são os besouros da família Dermestidae, especialmente *Dermestes maculatus* DeGeer, *Dermestes frischii* Kugelann e *Dermestes ater* DeGeer, em que a maioria dos danos são causados pelas larvas (FAO, 1981). Os dermestídeos são, na maioria, necrófagos e alimentam-se de uma grande variedade de produtos animais e vegetais, incluindo pergaminhos, peles, couros, espécimes de museu, lãs, sedas, alimentos armazenados e carniça (BORROR & DeLONG, 1969).

A *Necrobia rufipes* DeGeer, da família Cleridae, é comumente encontrada associada com espécies de *Dermestes* em peixes secos embora seu *status* como peste seja duvidoso (OSUJI, 1975). *Necrobia rufipes* e *Necrobia ruficollis* são algumas espécies bastante conhecidas pelos estragos que causam quando atacam carnes conservadas (carne seca, presunto, etc) (BORROR & DeLONG, 1969). Clerídeos, em geral, tanto adultos como larvas são predadores.

Peixe seco, a mais importante fonte protéica em Bangladesh, é muito propenso a pestes por ataque de insetos de produtos armazenados, entre os mais comuns *Dermestes maculatus* (KHATOON & HEATHER, 1990).

Dermestes maculatus, uma peste cosmopolita, ocorre largamente em produtos armazenados, especialmente os de origem animal (OSUJI, 1975). Também conhecido como besouro do couro, é um inseto que, juntamente com o *D. lardarius*, *D. frischii* e *D. ater*, pertence a um grupo capaz de se manter e reproduzir unicamente de matéria animal ou material contendo proteína animal, com preferência para substâncias duras e secas, como couros, carne seca, ossos, pêlos, chifres, produtos cárneos curados, etc., resultando num reservatório (depósito) populacional e, conseqüentemente, num alto potencial de infestação em várias situações (KURTZ & HARRAIS, 1962). Além disso, as larvas formam túneis procurando construir lugares para a fase de pupa e danificam a madeira, cortiça e outros materiais, inclusive embalagens. Os adultos possuem 4 asas, em que as anteriores (élitros) servem apenas como estojo de proteção e as posteriores são usadas para o vôo (BORROR & DeLONG, 1969).

Na África Ocidental, o peixe é seco não só para sua preservação, mas por causa do sabor especial que adquire durante o processo de secagem. Tem um importante papel na dieta tradicional, sendo que peças de peixe seco podem ser comidas como aperitivos, sem dessalga ou cozimento, à semelhança do *biltong*, bastante consumido na África do Sul.

No Brasil, SANTOS *et al.* (1991), ao estudarem a vida-de-prateleira de *charque*, registraram a ocorrência natural e simultânea de *Dermestes maculatus* (Dermestidae) e de *Tribolium castaneum* (Tenebrionidae) nas formas de larva e adulta.

2.6.2.2. Controle de insetos

Inúmeras medidas de controle à infestação de besouros têm sido sugeridas, como: elevação da temperatura, cobrir o produto seco com óleo comestível, o uso de sal e o uso de inseticidas. Estas medidas são no mínimo parcialmente efetivas (WALKER & WOOD, 1985).

Tentativas para proteger o alimento seco com inseticidas convencionais podem colocar o homem em um inaceitável risco tóxico, particularmente se o inseticida em uso não estiver de acordo com a recomendação do Codex Alimentarius Committee WHO/FAO (WALKER, 1987).

Técnicas químicas de controle, como inseticidas, além de exigirem uma demanda tecnológica, têm mobilizado consumidores e ambientalistas por causa dos problemas com os resíduos químicos.

Tratamentos físicos como microondas, radiação infravermelha e ionizante, têm encontrado um certo grau de sucesso, mas são caros. A convencional secagem ao sol, usada pelo homem desde a antiguidade, é efetiva para a preservação dos alimentos, mas não elimina os insetos. Espécies de *Dermestes* são particularmente

danosos e consolidaram a tradicional crença que “peixe seco deve conter besouros” (NAKAYAMA *et al.*, 1982). Estes autores resolveram estudar a viabilidade do uso de secador solar para desinfestar produtos alimentícios secos e concluíram que a radiação solar é efetiva. Um mérito adicional na desinfestação por energia solar seria a aplicação deste processo em países onde equipamentos sofisticados e eletricidade não estão facilmente disponíveis e onde o problema com insetos é mais notório.

A irradiação tem muitas vantagens como tratamento para a desinfestação de alimentos frescos, secos e processados contra insetos. Mais importante é a ausência de resíduos químicos associados a inseticidas e fumigantes.

POINTEL & PHAM VAN SAM (1969) irradiaram larvas, pupas e adultos em doses de 100 a 300 Gy para determinar um possível controle de *D.maculatus* em peixe seco e defumado. Eles verificaram que o período de vida foi reduzido e a descendência eliminada.

O uso de embalagens que ofereçam uma barreira mecânica à penetração de insetos é um método alternativo de proteção aos alimentos armazenados, o qual pode ser utilizado juntamente com tratamentos de desinfestação, tais como expurgo, radiações ionizantes ou outros métodos de controle, de modo a minimizar, complementar ou excluir a utilização de produtos químicos durante a permanência em armazéns ou durante o transporte. Uma embalagem adequada tem uma contribuição decisiva na redução de perdas, e tem ainda mais importância em países de clima tropical, como o Brasil, onde as condições ambientais são mais severas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Matéria-prima

Foi usado o corte comercial coxão mole (*M.semimembranosus*) do traseiro bovino, pois o uso de músculos espessos permite a uniformização do tamanho das amostras. Adquiriram-se 100 kg da carne bovina embalada e refrigerada de um açougue local (Shopping Carnes Ltda.).

3.1.2. Agentes de cura

Foram efetuados alguns testes preliminares variando-se os ingredientes de cura até se chegar a padrões mais familiares ao paladar brasileiro: cloreto de sódio (3%), nitrito de sódio (150 mg/kg), açúcar mascavo (0,72%), coentro (0,50%), alho e cebola em pó (0,2%), pimenta preta, pimenta vermelha, pimenta do reino, pimenta da Jamaica e semente de anis (0,024%). Todos os condimentos foram adquiridos do mercado regional de Campinas.

3.1.3. Embalagens

Foram utilizados quatro tipos de embalagens flexíveis pré-fabricadas, sendo uma de papel e três de diferentes filmes laminados. As embalagens de papel foram obtidas no mercado local de Campinas(SP), e as de filme laminado, fornecidas pela indústria ITAP, razão social BEMIS, Ltda, São Paulo (SP). A seguir a composição de cada embalagem é descrita:

1- Papel – Papel kraft de dimensão: 81x83mm.

2-PPBO/PE- Polipropileno biorientado/polietileno de dimensão: 125x177mm.

3 - PPBO/PPBOmet - Polipropileno biorientado/ Polipropileno biorientado metalizado, de dimensão:158x160mm.

4 - PET/Al/PEBDL- Polietileno Tereftalato/ Alumínio/ Polietileno de Baixa Densidade Linear:104x168mm.

3.2. Procedimento experimental

3.2.1. Processamento da carne condimentada e desidratada (CCD) tipo *biltong*

As etapas do processamento da carne condimentada e desidratada (CCD) tipo *biltong* são apresentadas na Figura 1.

O produto foi elaborado na Planta Piloto do Laboratório de Carne do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), São Paulo, Brasil, seguindo-se metodologia usada por DZIMBA *et al.* (1997), que consistiu em cortar o coxão mole, em tiras de aproximadamente 15-20x2x1.5cm, no sentido das fibras. As tiras foram condimentadas, deixadas em repouso em bandeja plástica, à temperatura de 10°C durante 12 horas e depois desidratadas em cabine de secagem.

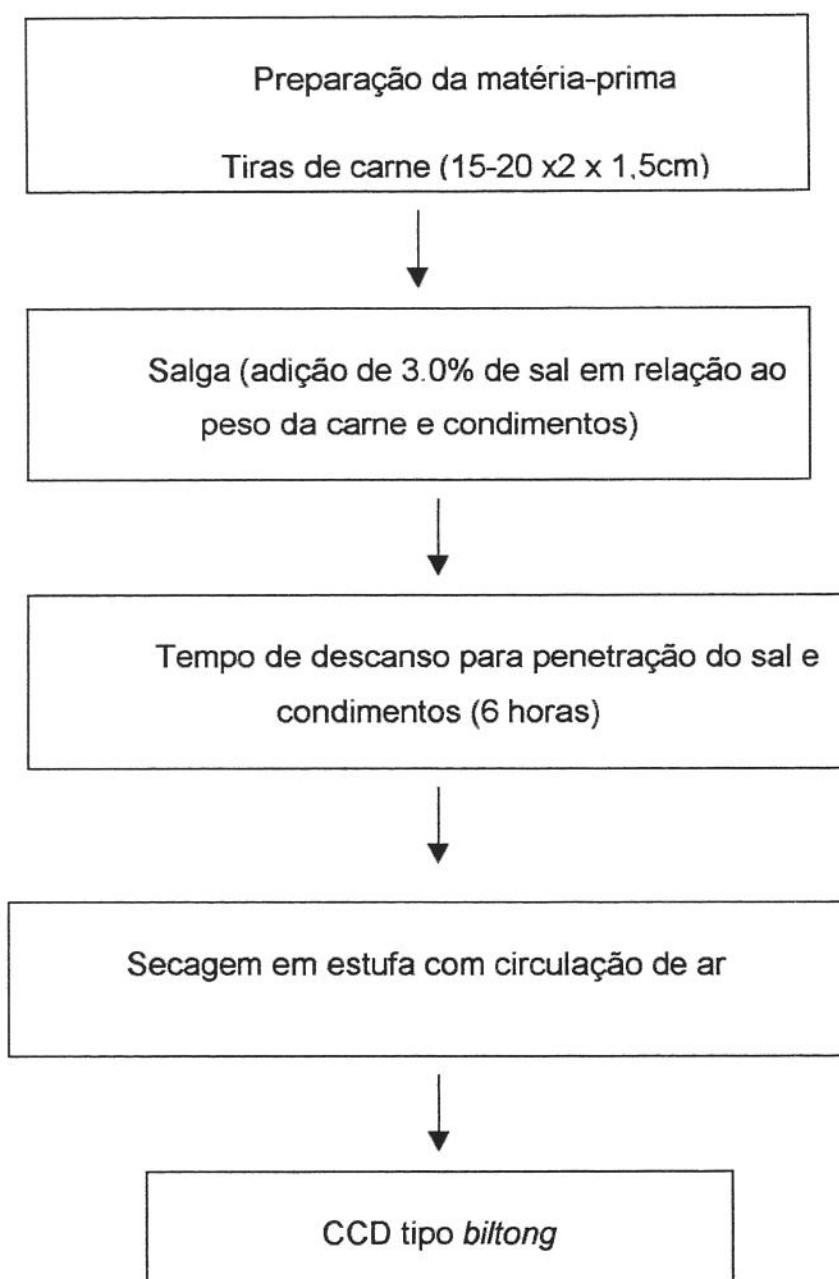


FIGURA 1 – Etapas de processamento da carne condimentada e desidratada (CCD) tipo *biltong*

3.2.2. Delineamento experimental

As amostras foram processadas segundo planejamento fatorial 2^2 (BARROS NETO *et al.*, 1996) com cinco níveis ($-\alpha$, -1, 0, +1, $+\alpha$), resultando em 11 tratamentos, tendo como variáveis independentes, temperatura e tempo de secagem. Estabeleceram-se as seguintes faixas de interesse experimental (níveis) para cada um dos fatores com base em dados da literatura e em testes preliminares, conforme ilustrado na Tabela 3: a temperatura variou entre 25 a 45°C, e o tempo, entre 12 a 72 horas.

TABELA 3 – Tratamentos correspondentes ao delineamento experimental, mostrando valores reais e codificados das variáveis independentes estudadas.

Tratamentos	Variáveis Independentes			
	Codificadas		Decodificadas	
	X1	X2	T (°C)	t (h)
1	-1,00	-1,00	28	21
2	1,00	-1,00	42	21
3	-1,00	1,00	28	63
4	1,00	1,00	42	63
5	-1,41	0,00	25	42
6	1,41	0,00	45	42
7	0,00	-1,41	35	12
8	0,00	1,41	35	72
9	0,00	0,00	35	42
10	0,00	0,00	35	42
11	0,00	0,00	35	42

T= temperatura; t= tempo

Foram estudados os efeitos das variáveis independentes sobre as variáveis dependentes: atividade de água, umidade, teor de sal, textura instrumental e parâmetros sensoriais (aceitação global, sabor e textura) da CCD tipo *biltong*. Os valores dos efeitos estimados mostram o quanto cada fator (tempo e temperatura linear e quadrática e interação tempo-temperatura) influem nos vários parâmetros.

O número de tratamentos foi determinado pela Equação 1:

$$N=F+2K+n_0 \quad (1)$$

Onde:

N= número total de tratamentos do experimento (N=11)

F=número de tratamentos na porção fatorial que, segundo KHURI & CORNELL (1987), deve ser fixado pela fórmula $F=2^k$ (F=4)

K= número de variáveis independentes (K=2)

n_0 = quantidade de replicatas no ponto central ($n_0=3$).

O valor codificado de α (1,41) foi definido em função do número de tratamentos na porção fatorial, segundo a Equação 2:

$$\alpha = (F)^{1/4} = (2^k)^{1/4} \quad (2)$$

A análise dos resultados foi feita através da Metodologia de Superfície de Resposta. Foram gerados modelos preditivos para cada resposta ou variável dependente, bem como as respectivas superfícies. A validade dos modelos foi avaliada em função dos respectivos coeficientes de determinação da regressão, assim como através da análise da falta de ajuste realizada pela análise de variância (ANOVA).

Em seguida foi realizada a análise de variância (teste F) para se testar a adequação dos modelos gerados para cada resposta ou variável dependente. O modelo ideal deve ter: boa significância ($p \leq 0,05$), alta confiabilidade (resíduo irrelevante) e baixa variabilidade ($R^2 \geq 0,70$). Segundo KHURI & CORNELL (1996), o coeficiente de determinação (R^2) mede a proporção da variação total da resposta que é explicada pelo modelo. Assim, quanto maior o R^2 (ou seja, quanto mais próximo de 1), melhor é considerado o modelo. Os modelos com R^2 muito baixo ($< 60\%$), foram usados como indicadores de tendência, nunca para fins preditivos.

Verificou-se na análise de variância (ANOVA) através do teste F, a significância da regressão e da falta de ajuste em relação a 95% de confiança, para se avaliar a adequação dos modelos. Um valor de F da regressão superior ao valor tabelado significa que a variação considerada pelo modelo é significativamente maior que a variação não explicada (KHURI & CORNELL, 1996). Entretanto, segundo BOX & WETZ (1973), para uma regressão ser considerada significativa e também útil para fins preditivos, o valor de F deve ser pelo menos três vezes maior que o valor tabelado.

Os gráficos tridimensionais foram elaborados para cada uma das respostas utilizando-se o pacote STATISTICA FOR WINDOWS 5.0 (1995).

3.3. Avaliações das variáveis dependentes

3.3.1. Umidade

Foi empregada a norma 24.002 da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1984), a qual consiste em secagem da amostra à temperatura de 105°C até atingir peso constante.

3.3.2. Atividade de água (a_w)

Medida diretamente nas amostras trituradas, em instrumento Aqualab, modelo CX-2 Decagon. As amostras foram acondicionadas nos recipientes próprios do equipamento e permaneceram em banho térmico até atingirem 20°C para ser feita a leitura.

3.3.3. Cloretos

Determinado pelo método de MOHOR (LANARA, 1981) o qual consiste na quantificação de íons Cl^- , seguindo-se o método de titulação direta com AgNO_3 , utilizando K_2CrO_4 como indicador.

3.3.4. Determinação da textura (força de cisalhamento)

Determinou-se a força de cisalhamento, utilizando-se uma lâmina Warner-Bratzler em forma de V, instalada em equipamento *INSTRON UNIVERSAL TESTING MACHINE*, operando em velocidade de 20cm/s. A força de cisalhamento (Kgf/cm^2) foi determinada em quintuplicatas pela média das alturas dos picos registrados no gráfico e dividida pela média da área transversal das tiras de *biltong*.

3.3.5. Avaliação sensorial

3.3.5.1. Teste de aceitação da CCD tipo *biltong*- Aceitação global, sabor e textura

Os produtos obtidos pela secagem nas condições de tempo e temperatura estabelecidas na Tabela 2, foram submetidos ao teste de aceitação global, sabor e textura, utilizando-se uma escala hedônica estruturada de 9 pontos (STONE & SIDEL, 1985) onde o provador expressa o quanto “gostou” ou “desgostou” do sabor, textura e globalmente do produto (Figura 2).

Os testes sensoriais foram realizados por 35 provadores (potenciais consumidores da CCD tipo *biltong*): alunos e funcionários da Unicamp, em cabines individuais, iluminadas com luz incandescente branca, no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos. As 11 amostras foram servidas a temperatura ambiente, embaladas com filme plástico, codificadas com números de três dígitos definidos de forma aleatória. A ordem com que os consumidores avaliaram as amostras seguiu o delineamento para 11 amostras descrito por WAKELING & MACFIE (1995) o qual balanceia os efeitos intitulados “*first-order and carry-over effect*”, para testes de consumidores. Todos os provadores avaliaram todas as amostras em três diferentes sessões de avaliação. Por isso seguimos a metodologia usada por BERGARA (1999) que para preservar o balanceamento do efeito *carry-over* adaptou o delineamento original. Assim, a última amostra avaliada numa sessão era depois apresentada na primeira posição na sessão seguinte, considerada como uma “dummy” amostra (seu resultado foi desconsiderado na análise dos dados). O Anexo I exemplifica o delineamento utilizado.

3.3.6. Avaliação da cor

Para determinação da cor utilizou-se um espectrofotômetro marca Hunter Lab, modelo ColorQuest II, com calibração em Reflectância Especular Incluída

3.3.6. Avaliação da cor

Para determinação da cor utilizou-se um espectrofotômetro marca Hunter Lab, modelo ColorQuest II, com calibração em Reflectância Especular Incluída (RSIN), usando como sistema de cor CIELAB (L^* , a^* , b^*), iluminante D_{65} e um ângulo do observador de 10° .

Na calibração foram utilizados padrões de cor marca Hunter Lab em calibração RSIN/ $D_{65}/10^\circ$ sendo branco número C6299 de 03/1996 valores de $X=77,46$; $Y=82,08$; $Z=88,38$ e padrão cinza número C6299G de 03/1996 com valores de $X=47,71$; $Y=50,83$; $Z=5,94$.

Foram utilizadas três repetições para cada amostra e foi adotado como padrão a carne *in natura* e a carne condimentada não desidratada (CCND), ou seja sem a etapa da secagem. Cada amostra foi composta de 5 tiras de CCD tipo *biltong* agrupadas; obtendo-se valores médios de L^* , a^* e b^* . As amostras foram analisadas conforme acima descrito para os 11 tratamentos realizados no delineamento experimental.

A cor do produto foi dada pela combinação dos parâmetros L^* , a^* e b^* . A partir destes parâmetros calculou-se a diferença total de cor (ΔE^*) e a diferença de croma (ΔC^*) dada pelas Equações 1.1 e 1.2, respectivamente:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1.1)$$

$$\Delta C^* = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1.2)$$

Onde:

$$\Delta L^* = L^* - L_0^*; \Delta a^* = a^* - a_0^*; \Delta b^* = b^* - b_0^*,$$

O sub-índice zero ($_0$) é o valor padrão determinado na amostra de carne *in natura* ou na CCND.

Nome _____ Data _____

Você está perante um produto cárneo condimentado e seco intitulado *biltong* elaborado a partir de carne bovina que é bastante consumido na África do Sul. A carne usada na sua preparação é de qualidade microbiológica assegurada e foi processada na Planta Piloto do Laboratório de Carne do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP. Prove as amostras do produto e indique usando a escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou em termos globais da amostra.

9- gostei extremamente

8- gostei muito

7- gostei moderadamente

6- gostei ligeiramente

5- nem gostei nem desgostei

4- desgostei ligeiramente

3- desgostei moderadamente

2- desgostei muito

1- desgostei extremamente

Amostra	Valor	O que mais gostei	O que menos gostei
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

FIGURA 2 – Ficha do teste de aceitação das 11 amostras da CCD tipo *biltong*.

3.4. Caracterização física, química e microbiológica da carne condimentada e desidratada (CCD) tipo *biltong* otimizada

A definição de quais condições de processamento seriam utilizadas para elaboração da CCD tipo *biltong* (42°C/21h) foi resultado das condições experimentais definidas no item 3.2.2.

Para caracterizar as amostras foram realizadas as análises descritas a seguir.

3.4.1. Determinação da Composição centesimal da CCD tipo *biltong*

A caracterização do *biltong*, quanto ao conteúdo de umidade, proteínas e cinzas foi efetuada de acordo com AOAC (1984), e de lipídios de acordo com BLIGH & DYER (1959). Carboidratos totais foram calculados por diferença: 100- (umidade + cinzas + proteína + gordura).

3.4.2. Umidade

A umidade foi determinada no início e em diferentes intervalos de tempo de estocagem da amostra embalada, conforme descrito no item 3.3.2.

3.4.3. Atividade de água

A atividade de água foi determinada no início e em diferentes intervalos de tempo de estocagem da amostra embalada, conforme descrito no item 3.3.2.

3.4.4. Cloretos

A determinação de cloretos foi realizada no início e em diferentes intervalos de tempo de estocagem da amostra embalada, segundo método de MOHOR descrito no item 3.3.3.

3.4.5. Determinação experimental da isoterma de adsorção de água da CCD tipo *biltong* a 25°C

A isoterma de adsorção foi determinada através do método gravimétrico estático, o qual consistiu no uso de 10 dessecadores contendo soluções saturadas de diferentes sais de atividades de água conhecidas na faixa de 0,11 a 0,97 (Tabela 3). Dois cadinhos, cada um com cerca de 1 grama de amostra, seca em estufa a alto vácuo a 60°C, foram colocados em cada dessecador que após evacuados foram transferidos para uma câmara de temperatura controlada ($25\pm 2^\circ\text{C}$). Após 5 dias, o vácuo dos dessecadores foi quebrado lentamente, as amostras nos cadinhos pesadas com precisão de $\pm 0,1$ mg até o equilíbrio higroscópico ser atingido ao se obter o peso constante das mesmas. A média do teor de umidade de equilíbrio foi expressa em g água/g matéria seca. Quando as amostras atingiram o equilíbrio, também foi feito um exame visual das principais transformações ocorridas em função da umidade relativa de equilíbrio. Por um período superior a 60 dias, observou-se a CCD tipo *biltong* nos dessecadores, quanto ao crescimento de fungos.

TABELA 4 – Soluções saturadas de sais e respectivas umidades de equilíbrio a 25°C

Solução Saturada	Umidade Relativa (%)
cloreto de lítio	11
acetato de potássio	22
cloreto de magnésio	33
carbonato de potássio	43
brometo de sódio	58
nitrito de sódio	65
cloreto de sódio	75
cloreto de potássio	85
cloreto de bário	90
sulfato de potássio	97

Fonte: ROCKLAND & NISHI (1980)

3.4.5.1. Ajuste dos modelos

A isoterma de adsorção da CCD tipo *biltong* foi ajustada, na faixa de atividade de água de 0,43-0,90, por meio de dois modelos matemáticos: Oswin e GAB (Tabela 5), resolvidas pelo processador matemático STATISTICA 5.0, através de regressão não-linear estimados pelo método Quasi-Newton e critério de convergência de 0,0001.

TABELA 5 – Equações para ajustar as isotermas de sorção

MODELO	FONTE	EQUAÇÃO
G.A.B.	SCHAR & RUEGG (1985)	$X = \frac{X_m \cdot C \cdot K \cdot a_w}{(1 - K \cdot a_w)(1 - K \cdot a_w + C \cdot K \cdot a_w)}$
OSWIN	OSWIN (1946)	$X = \frac{a_w}{1 - a_w}$

Onde:

a_w = atividade de água

X_m = umidade na monocamada do material adsorvente em base seca

C, K = constantes relacionadas ao efeito da temperatura

C_1 = constante relacionada a efeitos térmicos

X = umidade de equilíbrio do material na base seca

Para avaliar o ajuste das equações aos dados experimentais, dois valores foram computados:

- O coeficiente de determinação, R^2
- O desvio percentual médio (P), em módulo conforme Equação 3.

$$P = \frac{100}{n} \sum \frac{|X_e - X_t|}{X_e} \quad (3)$$

Onde:

n = número de observações

X_e = umidade do material experimental

X_t = umidade do material teórica

3.4.6. Avaliação da cor

A determinação da cor foi realizada no início e no fim do experimento, nas amostras embaladas, seguindo-se a metodologia descrita no item 3.3.6.

3.4.7. Avaliação sensorial

Os testes sensoriais foram realizados por 35 provadores (potenciais consumidores da CCD tipo *biltong*: alunos e funcionários da Unicamp), em cabines individuais, iluminadas com luz incandescente branca, no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos. As amostras foram servidas á temperatura ambiente embaladas com plástico (PEBD), codificadas com números de três dígitos definidos de forma aleatória. Para remover o sabor residual entre as amostras, serviu-se água a temperatura ambiente e biscoito tipo “crackers” sem sal. Os resultados foram avaliados pelo programa SAS.

3.4.7.1. Teste de aceitação da CCD tipo *biltong*

O produto obtido pela secagem nas condições de tempo e temperatura estabelecidas (42°C/21h) foi submetido ao teste de aceitação após 0, 6 e 12 meses de estocagem utilizando-se uma escala hedônica estruturada de 9 pontos (STONE & SIDEL, 1985), que varia de “gostei extremamente” (9) a “desgostei extremamente” (1) (Figura 3).

3.4.7.2. Teste de diferença do controle no tempo 12 meses

Aos 12 meses de estocagem, adicional ao teste de aceitação, foi realizado um teste de diferença do controle (Figura 4) empregando-se uma escala estruturada de dez pontos que tinha nas extremidades os termos “nenhuma diferença” (0) e “extremamente diferente” (9). Foram avaliados os atributos: aspectos globais, sabor e textura.

3.4.8. Avaliação da estabilidade microbiológica

Foram feitos controles microbiológicos para a carga de microorganismos mesófilos aeróbios e anaeróbios facultativos pela contagem padrão em placas, e contagem de bolores e leveduras, no produto processado e acondicionado.

Foi utilizado o preparo da amostra por diluição seriada em água peptonada 0,1% a partir de 25g de amostra semeada em profundidade usando ágar padrão para contagem (PCA), marca Merck. Para bolores e leveduras foi utilizada a semeadura em superfície usando o meio ágar batata dextrose (PDA), marca Merck, suplementado com cloranfenicol segundo a técnica recomendada por VANDERZANT & SPLITTSTOERSSER (1990).

Nome:

Data:

Você está perante um produto cárneo condimentado e seco intitulado *biltong* elaborado a partir de carne bovina (coxão mole) que é bastante consumido na África do Sul. A carne usada na sua preparação é de qualidade microbiológica assegurada e foi processada na Planta Piloto do Laboratório de Carne do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas.

Prove a amostra do produto e indique na escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou da amostra.

- ☐ gostei extremamente
- ☐ gostei muito
- ☐ gostei moderadamente
- ☐ gostei ligeiramente
- ☐ nem gostei nem desgostei
- ☐ desgostei ligeiramente
- ☐ desgostei moderadamente
- ☐ desgostei muito
- ☐ desgostei extremamente

FIGURA 3 – Ficha do teste de Aceitação da CCD tipo *biltong*.

Nome _____ Data _____

Você está recebendo uma amostra (P) e 6 amostras codificadas de um produto cárneo condimentado e seco intitulado biltong. Prove a amostra padrão e em seguida, prove cada uma das amostras codificadas e avalie, usando a escala abaixo, o quanto cada amostra codificada difere em termos globais da amostra padrão.

0=nenhuma diferença

1

2

3

4

5

6

7

8

9=extremamente diferente

Amostra	Grau de diferença	Descreva a diferença

Comentários: _____

_____FIGURA 4 – Ficha do teste de diferença do controlo da CCD tipo *biltong*.

3.5. Acondicionamento e estocagem das amostras

As amostras foram acondicionadas (20g/embalagem) nas embalagens de filme laminado, seladas com auxílio de uma termosseladora de pedal e em sacos de papel dobrados manualmente e grampeados. As restantes foram acondicionadas em sacos de polietileno de baixa densidade. Foram então armazenadas em bandejas plásticas no Laboratório de Embalagens e deixadas sob condição ambiente, sem controle de temperatura, umidade relativa e luz, por um período de 360 dias.

Foi feito o seu acompanhamento, através dos parâmetros umidade, a_w , teor de sal, microbiológicos sensoriais e controle da presença de ácaros e insetos. No final do tempo de armazenamento, analisou-se a cor.

3.5.1. Avaliação dos sistemas de embalagem

A fim de caracterizar as embalagens flexíveis utilizadas, foram realizadas as seguintes determinações: espessura, gramatura (FARIA, 1998), permeabilidade ao vapor de água (ASTM D 895-94, 1997) e permeabilidade ao oxigênio (ASTM D3985-81).

3.5.2. Detecção de ácaros na CCD tipo *biltong*

A pesquisa da presença de ácaros ao longo do tempo de armazenamento foi feita em microscópio estereoscópico, marca Micronal com ampliação de 40X.

3.5.3. Avaliação do crescimento de besouros na CCD tipo *biltong* e da barreira das diferentes embalagens

A espécie usada neste estudo foi o coleóptero *Dermestes maculatus* Degeer), uma peste cosmopolita que infesta alimentos que contêm proteína animal. A origem

da cultura foram insetos coletados num pedaço de carne de sol, no Mercado Central de Campinas, 6 meses antes do início do experimento. Os coleópteros em vários estágios da vida, isto é, larvas, pupas e adultos foram retirados da carne de sol e alimentados com tiras de CCD tipo *biltong*.

A seguir, foram retirados 5 casais de besouros e postos em frascos com 20 g de CCD tipo *biltong*, devidamente protegidos por uma tela para impedir a fuga dos insetos. Os frascos foram deixados em estufa a 25°C e um fotoperíodo de 12:12horas, para posteriores observações realizadas duas vezes por semana. As larvas recém eclodidas foram retiradas, medidas e transferidas para novos frascos também deixados em estufa. Mediu-se o tamanho aproximado de cada indivíduo até se tornar adulto, média de larvas nascidas por cada 5 casais e longevidade dos besouros.

A CCD tipo *biltong* acondicionada nas diferentes embalagens foi exposta à presença dos besouros, em estufa a 25°C e um fotoperíodo de 12:12horas, para avaliar-se a invasão do produto.

3.5.4. Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas em microcomputador, utilizando-se o programa STATISTICA, versão 5.0 e programas do pacote estatístico SAS-*Statistical Analysis System* (SAS Institute Inc., 1985).

Os dados obtidos no teste sensorial de aceitação foram submetidos a ANOVA seguida do teste de Tukey, que verificou se houve diferença significativa entre as médias obtidas com o auxílio do pacote estatístico do programa SAS.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Desenvolvimento dos Modelos Experimentais

Os resultados das determinações realizadas nos produtos resultantes dos tratamentos de secagem da CCD tipo *biltong* encontram-se na Tabela 6.

TABELA 6 – Médias dos valores de a_w , umidade, textura instrumental e parâmetros sensoriais da CCD tipo *biltong* a diferentes condições de temperatura (T) e tempo (t).

Ensaio	Variáveis Independentes		Respostas						
	T	t	A_w	Umid.	NaCl	Aceit.	Aceit.	Aceit.	Text.
						Sabor	Text	Global	Instrum.
1	28	21	0,827	36,71	6,45	5,57 ^a	5,14 ^{ab}	5,77 ^a	13,52
2	42	21	0,667	23,19	7,77	6,11 ^a	4,49 ^b	5,60 ^a	35,47
3	28	63	0,614	17,69	8,95	6,14 ^a	4,09 ^b	5,66 ^a	41,07
4	42	63	0,480	10,82	10,09	6,60 ^a	5,11 ^{ab}	6,11 ^a	58,51
5	25	42	0,626	18,73	7,86	6,51 ^a	4,43 ^b	6,00 ^a	38,97
6	45	42	0,594	15,39	9,06	6,31 ^a	5,14 ^{ab}	6,11 ^a	45,88
7	35	12	0,836	37,27	6,39	6,11 ^a	5,97 ^a	6,09 ^a	15,19
8	35	72	0,507	11,46	9,33	5,89 ^a	5,17 ^{ab}	5,97 ^a	45,95
9 (C)	35	42	0,593	16,08	8,49	6,17 ^a	4,80 ^{ab}	5,74 ^a	52,16
10 (C)	35	42	0,594	19,04	8,70	6,40 ^a	4,14 ^b	5,80 ^a	42,89
11 (C)	35	42	0,586	18,98	8,53	6,51 ^a	4,49 ^b	5,97 ^a	46,08

T=temperatura de secagem; t=tempo de secagem

Médias de aceitação das amostras com letras em comum não diferiram significativamente, ao nível de 5%, quando realizado o teste de Tukey.

4.1.1. - Atividade de água

Atividade de água é um parâmetro importante na desidratação de alimentos, já que este parâmetro controla as alterações de origem físico-química que possam ocorrer durante o processo de secagem e armazenagem do produto alimentício.

Os efeitos dos fatores lineares, quadráticos e da interação na atividade de água encontram-se na Tabela 7. Os valores na coluna dos efeitos estimados indicam quanto cada fator influi no parâmetro estudado.

TABELA 7 – Estimativa dos efeitos, erro puro, grau de significância estatística (p) e coeficientes das regressões preditivas (R^2) da atividade de água através das variáveis codificadas, associadas ao tempo e temperatura de secagem da CCD tipo *biltong*.

Fator	Efeito	Erro Puro	p	R^2
Média geral	0,591111	0,002584	0,000019	0,591111
Temperatura (L)	-0,084529	0,003165	0,001399	-0,042265
Temperatura (Q)	0,021806	0,003767	0,028576	0,010903
tempo (L)	-0,216486	0,003165	0,000214	-0,108243
tempo (Q)	0,083472	0,003767	0,002031	0,041736
T × t (L)	0,012667	0,004476	0,105490	0,006333

Obs.: Valores em negrito apresentam-se significativos a $p \leq 0,05$

(L)- efeito linear

(Q)- efeito quadrático

Observa-se que os parâmetros linear e quadrático das variáveis temperatura e tempo influíram significativamente ($p \leq 0,05$) sobre a atividade de água do CCD tipo *biltong*. Os parâmetros lineares das variáveis independentes tempo e temperatura apresentaram efeitos negativos, indicando que seu aumento causa uma diminuição

nos valores do atributo. O parâmetro tempo (L) exerce o maior efeito, praticamente 2,56 vezes superior ao efeito da temperatura (L).

Os parâmetros quadráticos de temperatura e tempo tiveram efeito positivo sobre a atividade de água, ou seja, um aumento em qualquer um destes fatores causou um aumento da atividade de água do produto. Entretanto o efeito da interação temperatura $\times$ tempo não é significativo a $p \leq 0,05$.

Realizou-se a análise de variância (ANOVA) e os valores calculados, corrigidos e tabelados de F encontram-se na Tabela 8.

TABELA 8 – Análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$) do modelo obtido a partir dos dados de atividade de água.

Fonte de variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F	F _{corrigido}	F _{5%}
Regressão	0,1187	5	0,0237	14,23	8,46	5,05
Resíduo	0,0083	5	0,0017			
Falta de ajuste	0,0083	3	0,0028	138,33		19,16
Erro puro	0,0000	2	0,0000			
TOTAL	0,1270	10	0,0127			

$$F = \frac{MQ_{\text{regressão}}}{MQ_{\text{resíduo}}}$$

$$F_{\text{corrigido}} = \frac{MQ_{\text{regressão}}}{MQ_{\text{falta de ajuste}}}$$

No modelo gerado para atividade de água, a regressão foi significativa ($F = 14,23 > F_{5\%} = 5,05$), porém a falta de ajuste também foi significativa ($F = 138,33 > F_{5\%} = 19,16$). Neste caso, HENIKA (1978) sugere que se o quadrado médio para o erro experimental tomar valores extremamente baixos, os testes de significância para a falta de ajuste devem ser considerados irrelevantes (WASZCZYNSKYJ *et al.*, 1981).

Segundo os autores, nestes casos, devem-se repetir os cálculos da análise de variância usando o quadrado médio da falta de ajuste, em vez do total do resíduo para calcular os valores de F. Este caso mostrou um valor de F da regressão corrigido (8,46) superior ao valor tabelado (5,05), ou seja, o modelo foi estatisticamente significativo, embora não tenha apresentado alto valor preditivo (BOX & WETZ, 1973).

O coeficiente de determinação (R^2) para o modelo foi bastante satisfatório (0,93) indicando que ele explicou 93% da variação dos dados observados. Quando eliminados os fatores não significativos ($T \times t$), o coeficiente de determinação para o modelo ajustado (R^2) continuou sendo 0,93 (Anexo II), podendo ser considerado, segundo KHURI & CORNELL (1996), um bom modelo. Construiu-se uma superfície de contorno (Figura 5) com base no modelo gerado para atividade de água.

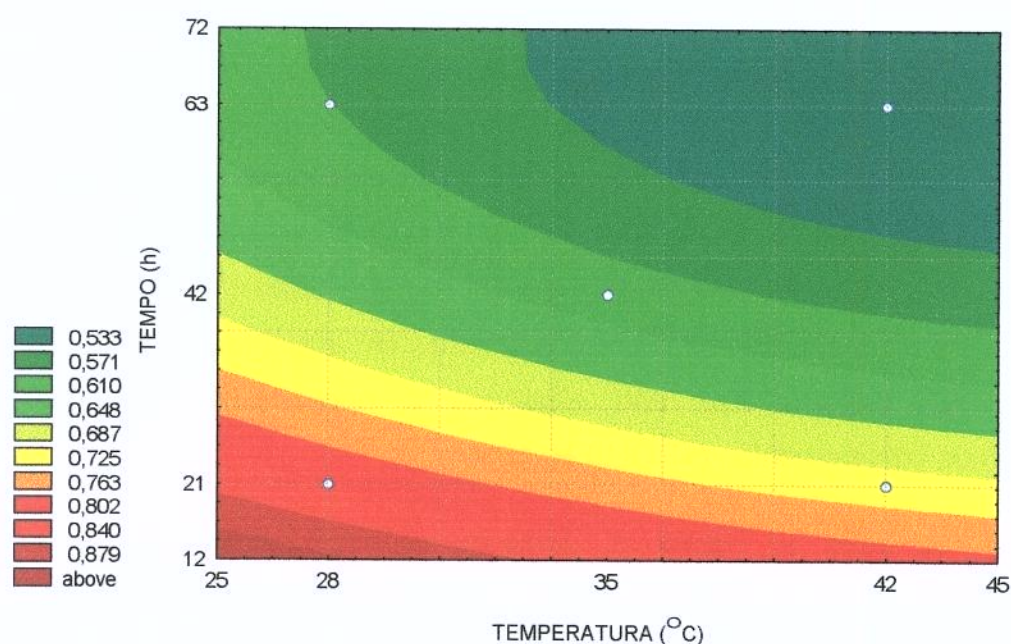


FIGURA 5 – Superfície de contorno para a atividade de água no processo de secagem

Pela Figura 5, pode-se observar o efeito da temperatura e do tempo de secagem sobre a atividade de água da CCD tipo *biltong*, através dos gráficos construídos com o modelo completo. Obteve-se na faixa experimental estudada, valores de atividade de água variando de 0,50, encontrados na região de maior temperatura (40-45°C) e de maior tempo de secagem (58-72 horas) a valores de atividade de água $\geq 0,90$, encontrados na região de 25-38°C/12 a 21h de secagem.

Alimentos de alta a_w (maior que 0,85) permitem o crescimento de uma ampla variedade de microrganismos e alguns altamente deterioradores. Nos alimentos com a_w entre 0,85 e 0,60 a deterioração bacteriana é restrita às bactéria halófilas, no caso de produtos salgados com a_w até níveis de 0,75. Nesta faixa estão sujeitos à deterioração geralmente lenta, por bolores xerofílicos ou leveduras osmofílicas (TROLLER, 1986).

Produzir uma CCD tipo *biltong* com valores de a_w muito baixos ($< 0,60$) não é desejável. Segundo LABUZA (1974), o ganho de umidade acarreta uma significativa perda de qualidade do alimento com respeito à mudança de textura, o que exige que sejam estocados em ambientes de baixa umidade relativa ou adequadamente acondicionados. A sobrevivência de células vegetativas de bactérias e de bolores e leveduras é variável, podendo-se estender de dias a meses, ao passo que os esporos bacterianos podem permanecer viáveis durante anos (TROLLER, 1986). Mas a possibilidade de deterioração microbiana cessa em alimentos apresentando a_w abaixo de 0,60, embora isso não signifique a necessária destruição dos microorganismos contaminantes (TROLLER, 1986).

De acordo com a Figura 5, pode-se observar que pela superfície correspondente aos resultados da atividade de água, foi possível estabelecer uma faixa ótima para o processo, correspondente à temperatura de secagem de 36 a 42°C e tempo de 21 a 38h, que corresponde a uma atividade de água variando de 0,571-0,725. Nesta faixa, os produtos são microbiologicamente estáveis, a não ser que sejam inadequadamente armazenados. VAN DER HEEVER (1970), ao

pesquisar no mercado 60 amostras de *biltong* com uma média de $a_w=0,74$, além de uma alta contagem padrão e de fungos e leveduras, detectou a presença de *Streptococcus fecalis* ($6,9 \times 10^4/\text{g}$) e de *Escherichia coli* ($8,0 \times 10^3/\text{g}$).

4.1.2. - Umidade

Os efeitos dos fatores lineares, quadráticos e da interação no teor de umidade podem ser observados na Tabela 9. Os valores na coluna dos efeitos estimados indicam quanto cada fator influi no parâmetro estudado (umidade).

TABELA 9 – Estimativa dos efeitos, erro puro, grau de significância estatística (p) e coeficientes das regressões preditivas da umidade através das variáveis codificadas, associadas ao tempo e temperatura de secagem da CCD tipo *biltong*.

Fatores	Efeito	Erro Puro	p	R ²
Média geral	18,0334	0,974883	0,002910	18,03342
Temperatura (L)	- 6,2779	1,193983	0,034320	- 3,13894
Temperatura (Q)	- 0,2767	1,421125	0,863619	- 0,13834
tempo (L)	- 16,9728	1,193983	0,004912	- 8,48642
tempo (Q)	7,0273	1,421125	0,038547	3,51365
T × t (L)	3,3254	1,688548	0,187731	1,66272

Obs.: Valores em negrito apresentam-se significativos a $p \leq 0,05$

(L)- efeito linear (Q)- efeito quadrático

Observa-se que todos os parâmetros, com exceção do tempo (Q) e da interação temperatura × tempo (L), têm efeito negativo no teor de umidade (ou seja, um aumento em qualquer destes fatores provoca uma diminuição na umidade). A

temperatura (Q) e a interação $T \times t$ (L) não são significativos a $p \leq 0,05$. Assim como para a atividade de água, o parâmetro tempo (L) é o de maior valor, exercendo um efeito 2,7 vezes superior ao parâmetro temperatura (L).

Na Tabela 10 encontra-se a Análise de variância do modelo ajustado com os valores calculados (F) e tabelados de F ($F_{5\%}$).

TABELA 10 – Análise de variância (ANOVA, $p \leq 0,05$) do modelo ajustado a partir dos dados de umidade.

Fonte de variação	Soma Quadrática	Grau de Liberdade	Média Quadrática	F	$F_{5\%}$
Regressão	735,8615	5	147,1723	16,91	5,05
Resíduo	43,5136	5	8,7027		
Falta de ajuste	37,8112	3	12,6037	4,42	19,16
Erro puro	5,7024	2	2,8512		
TOTAL	779,3751	10	77,9375		

O modelo apresentou regressão significativa e altamente preditiva ao nível de 95% de confiança e falta de ajuste não significativa no mesmo nível de confiança.

O coeficiente de determinação (R^2) indica que o modelo explicou 95% da variação dos dados observados. Quando eliminados os fatores não significativos, o coeficiente de determinação (R^2) foi de 93% (Anexo II). O modelo para a umidade foi considerado de alto valor preditivo, e com base nele foi construída uma superfície de contorno (Figura 6).

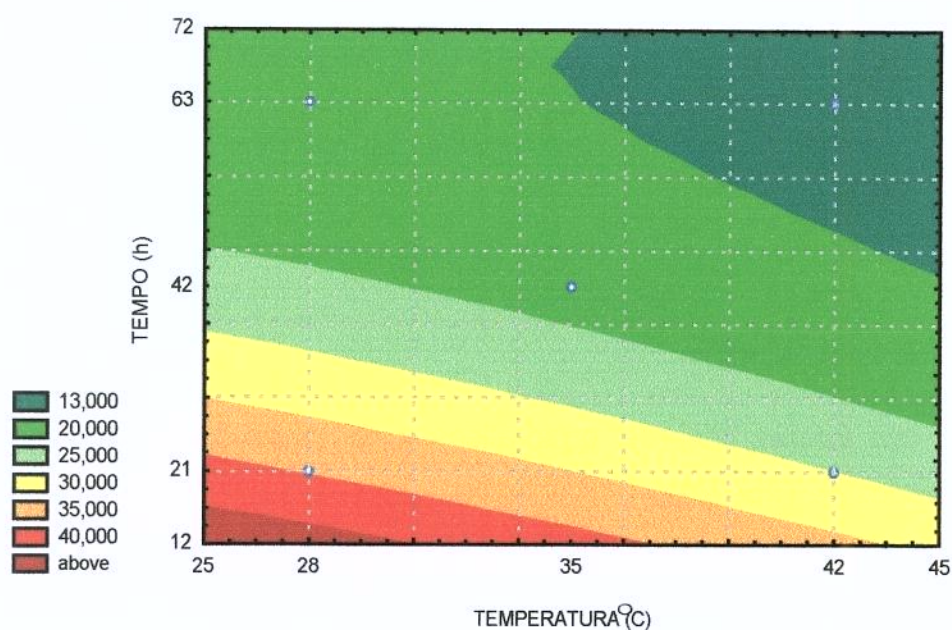


FIGURA 6 – Superfície de contorno para a umidade no processo de secagem da CCD tipo *biltong*.

Observa-se que a Figura 6 é semelhante à Figura 5, o que se explica porque as variáveis a_w e umidade estão interrelacionadas. Na Figura 6 pode-se observar o efeito da temperatura e do tempo de secagem sobre a umidade da CCD tipo *biltong*, através dos gráficos construídos com o modelo completo. Obtiveram-se, na faixa experimental de temperatura e tempo estudados, valores de umidade variando de 13 a 40%. As menores percentagens de umidade foram encontradas na região de maior temperatura (35-45°C) e de maior tempo de secagem (42-72 horas). Umidade acima de 40% foi encontrada na faixa de temperatura de 25-31°C e de tempo de 12 a 16h de secagem. De uma maneira geral, o conteúdo de umidade da maioria dos alimentos de umidade intermediária está entre 15 e 40%, resultando em uma atividade de água até 0,85, que são alimentos tais como: pão, queijos, peixe e carne salgados, vegetais em salmoura (TROLLER, 1986).

De acordo com a Figura 6, pode-se observar que, pela superfície correspondente aos resultados da umidade, foi possível estabelecer uma faixa ótima para o processo, correspondente à temperatura de secagem de 36-42°C e tempo de 21-38h, que corresponde a um teor de umidade entre 20 e 30%, não muito baixa, que descaracterizaria o produto, nem muito alta a ponto de trazer prejuízos econômicos pela perda de peso.

4.1.3. - Teor de sal (NaCl)

Os efeitos dos fatores lineares, quadráticos e da interação no teor de sal podem ser observados na Tabela 11.

TABELA 11 – Estimativa dos efeitos, erro puro, grau de significância estatística (p) e coeficientes das regressões preditivas (R^2) do teor de sal através das variáveis codificadas, associadas ao tempo e temperatura de secagem do *biltong*.

Fator	Efeito	Erro Puro	p	R^2
Média geral	8,576318	0,063962	0,000056	8,576318
Temperatura (L)	1,043073	0,078337	0,005593	0,521536
Temperatura (Q)	-0,038399	0,093239	0,720402	-0,019200
tempo (L)	2,243322	0,078337	0,001217	1,121661
tempo (Q)	-0,641717	0,093239	0,020465	-0,320859
T x t (L)	-0,091019	0,110785	0,497670	-0,045509

Obs.: Valores em negrito apresentam-se significativos a $p \leq 0,05$

(L)- efeito linear

(Q)- efeito quadrático

Observa-se que os fatores lineares das variáveis temperatura e tempo têm efeito positivo no teor de sal, ou seja, um aumento em qualquer um destes fatores

acarreta um aumento no teor de sal, podendo tornar o produto sensorialmente desagradável, enquanto que os efeitos dos fatores temperatura (Q), tempo (Q) e interação $T \times t$ (L) têm influência negativa. Entretanto, os efeitos dos fatores temperatura (Q) e da interação temperatura $\times$ tempo não são significativos ($p < 0,05$). O parâmetro tempo (L) é o de maior valor, exercendo um efeito praticamente 2,15 vezes superior ao efeito da temperatura (L).

Realizou-se a análise de variância (ANOVA) e os valores calculados, corrigidos e tabelados de F encontram-se na Tabela 12. O modelo apresentou regressão altamente preditiva ao nível de 95% de confiança ($p \leq 0,05$) e falta de ajuste não significativa no mesmo nível de confiança.

TABELA 12 – Análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$) do modelo ajustado a partir dos dados de NaCl.

Fonte de variação	Soma Quadrática	Grau de Liberdade	Média Quadrática	F	F _{5%}
Regressão	12,8327	5	2,5665	64,3567	5,05
Resíduo	0,1994	5	0,0399		
Falta de ajuste	0,1749	3	0,0583	4,7592	19,16
Erro puro	0,0245	2	0,0123		
TOTAL	13,0321	10	1,3032		

O coeficiente de determinação (R^2) indica que o modelo explicou 98% da variação dos dados observados (Anexo II). Quando eliminados os fatores não significativos o coeficiente de determinação (R^2) continuou sendo 98%.

O modelo para teor de sal foi considerado de alto valor preditivo, e com base nele foi construída uma superfície de contorno (Figura 7).

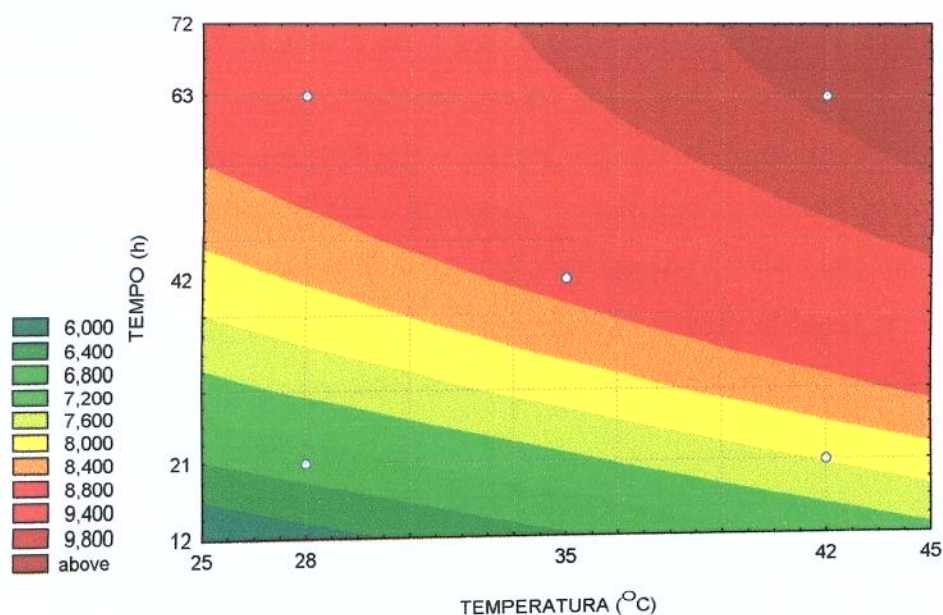


FIGURA 7 – Superfície de contorno para o teor de sal da CCD tipo *biltong*.

Na Figura 7 pode-se observar o efeito da temperatura e do tempo de secagem sobre o teor de sal da CCD tipo *biltong*, através do gráfico construído a partir do modelo completo. Obtiveram-se, na faixa experimental de temperatura e tempo estudados, teores de sal variando acima de 6%. As menores percentagens de sal foram encontradas em toda a extensão da ordenada temperatura (25-45°C) com restrição no tempo de secagem (12-38 horas). Teor de sal acima de 9,8% foi encontrada a faixa de temperatura de 39-45°C e de tempo de 54 a 72h de secagem.

A Figura 7 sugere que uma faixa ótima para o processo, correspondente a temperatura de secagem de 36-42°C e tempo de 21-38h, nos fornece um produto com um teor de sal (6-10%) dentro dos padrões comerciais aceitáveis na África do Sul (POTGIETER, 1997; VAN DER HEEVER, 1970; TAYLOR, 1976). Embutidos secos e produtos curados, como distintas espécies de salames, bacon, presunto cru e outros, caracterizam-se por um considerável teor de sal, variando de 6 a 12% (GIACCONE *et al.*, 1988)

4.1.4. - Textura instrumental

Os efeitos dos fatores lineares, quadráticos e da interação na textura podem ser observados na Tabela 13. Os valores na coluna dos efeitos estimados indicam quanto cada fator influi no fator estudado (textura instrumental). Observa-se que os fatores lineares das variáveis temperatura e tempo têm efeito positivo na textura da CCD tipo *biltong*, ou seja, um aumento em qualquer um destes fatores acarreta um aumento na força necessária para cisalhar o produto, enquanto que os efeitos dos parâmetros quadráticos de temperatura, tempo e a interação $T \times t$, têm influência negativa.

TABELA 13 – Estimativa dos efeitos, erro puro, grau de significância estatística (p) e coeficientes das regressões preditivas (R^2) da textura instrumental através das variáveis codificadas, associadas ao tempo e temperatura de secagem da CCD tipo *biltong*.

Fator	Efeito	Erro Puro	p	R^2
Média geral	47,0435	2,718275	0,003322	47,04348
Temperatura (L)	12,2885	3,329194	0,066193	6,14426
Temperatura (Q)	-4,2984	3,962533	0,391382	-2,14916
tempo (L)	23,5201	3,329194	0,019453	11,76007
tempo (Q)	-16,1497	3,962533	0,055260	-8,07483
$T \times t$ (L)	- 2,2521	4,708191	0,679595	-1,12605

Obs.: Valores em negrito apresentam-se significativos a $p \leq 0,05$
(L)- efeito linear (Q)- efeito quadrático

Um aumento ou diminuição excessiva na dureza pode tornar o produto sensorialmente desagradável. Entretanto, somente o efeito do tempo é significativo a $p \leq 0,05$.

Entre os efeitos de influência positiva, o fator tempo (L) foi o de maior valor, exercendo um efeito equivalente a 50% dos efeitos totais.

Realizou-se a análise de variância (ANOVA) e os valores calculados e tabelados de F encontram-se na Tabela 14.

TABELA 14 – Análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$) do modelo ajustado a partir dos dados de textura instrumental.

Fonte de variação	Soma Quadrática	Grau de Liberdade	Média Quadrática	F	F _{5%}
Regressão	1807,77	5	361,55	11,22	5,05
Resíduo	161,09	5	32,22		
Falta de ajuste	116,76	3	38,92	1,76	19,16
Erro puro	44,33	2	22,17		
TOTAL	1968,86	10	196,89		

O modelo apresentou regressão significativa ao nível de 95% de confiança ($p < 0,05$) e falta de ajuste não significativa no mesmo nível de confiança. O coeficiente de determinação (R^2) indicou que o modelo explicou 92% da variação dos dados observados (Anexo II). Quando eliminados os fatores não significativos, o coeficiente de determinação (R^2) caiu drasticamente para 57%.

O modelo para textura instrumental foi significativo, e com base nele foi construída uma superfície de contorno (Figura 8).

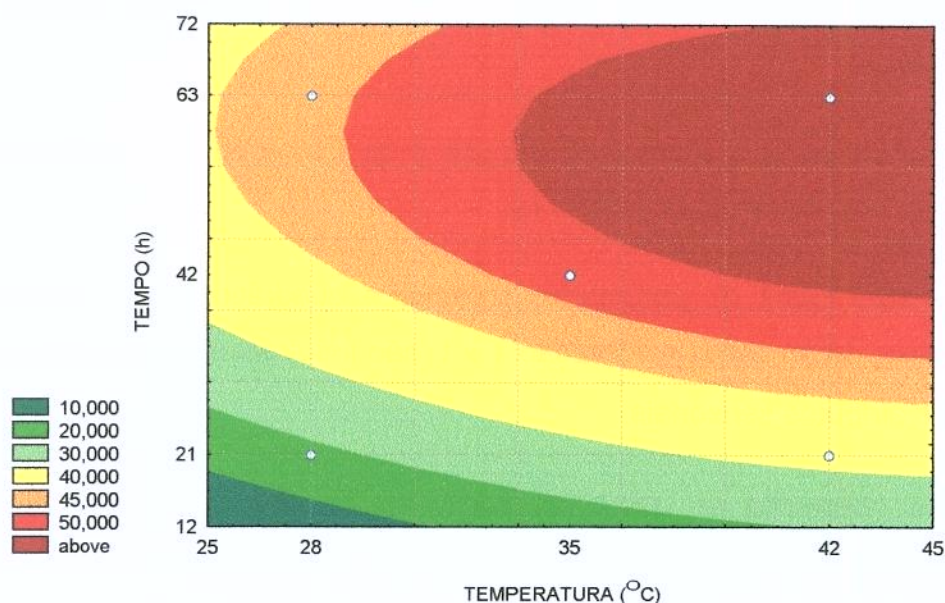


FIGURA 8 – Superfície de contorno para a textura instrumental da CCD tipo *biltong*

Na Figura 8 pode-se observar o efeito da temperatura e do tempo de secagem sobre a textura da CCD tipo *biltong*, através dos gráficos construídos com o modelo completo. Obtiveram-se, na faixa experimental de temperatura e tempo estudados, valores de força de cisalhamento variando de 10 a 50 kgf/cm². Os menores valores foram encontradas na faixa de temperatura de 25-39°C e tempo de secagem de 12-38 horas. Valores acima de 50 kgf/cm² foram encontrados na faixa de temperatura de 33-45°C e de tempo de 38 a 72h de secagem.

De acordo com a Figura 8, pode-se observar que pela superfície correspondente aos resultados da força de cisalhamento, foi possível sugerir uma faixa ótima para o processo (10 a 45 kgf/cm²), correspondente à temperatura de secagem de 25-39°C e tempo de 12-38h.

4.1.5. - Parâmetros sensoriais- aceitação em termos de sabor, textura e aceitação global

Os efeitos dos fatores lineares, quadráticos e da interação nos parâmetros sensoriais podem ser observados na Tabela 15.

Observa-se que todos os parâmetros lineares e quadráticos das variáveis temperatura e tempo, assim como a interação $T \times t$, não influíram significativamente ($p \leq 0,05$) sobre os atributos sensoriais.

Os modelos referentes às respostas sensoriais (aceitação em termos de sabor, textura e aceitação global) não se mostraram significativos ($p \leq 0,05$), já que os valores de F da regressão foram menores que os valores tabelados (Tabelas 16 a 18).

Uma possível explicação para o fato de os modelos não terem se mostrado adequados é a pouca variação de aceitação entre as amostras comparada com a alta variação normalmente existente em testes com consumidores. A variabilidade das respostas em testes de aceitação de consumidor via de regra dificultam o ajuste de modelos, reduzindo o seu poder preditivo (MUÑOZ *et al.*, 1996).

TABELA 15 – Estimativa dos efeitos, erro puro, grau de significância estatística (p) e coeficientes das regressões preditivas (R^2) da aceitação global, sabor e textura da CCD tipo *biltong*, através das variáveis codificadas, associadas ao tempo e temperatura de secagem.

	Fator	Efeito	Erro Puro	p	R^2
G	Média geral	5.836667	0.068880	0.000139	5.836667
L	Temperatura (L)	0.110049	0.084360	0.321977	0.055024
O	Temperatura (Q)	0.091369	0.100409	0.458892	0.045685
B	tempo (L)	0.057216	0.084360	0.567571	0.028608
A	tempo (Q)	0.064226	0.100409	0.587895	0.032113
L	TX t (L)	0.310714	0.119304	0.121203	0.155357
S	Média geral	6.361905	0.100791	0.000251	6.361905
A	Temperatura (L)	0.179289	0.123443	0.283535	0.089645
B	Temperatura (Q)	0.002381	0.146926	0.988542	0.001190
O	tempo (L)	0.183474	0.123443	0.275542	0.091737
R	tempo (Q)	-0.411905	0.146926	0.107167	-0.205952
	TX t (L)	-0.042857	0.174574	0.828967	-0.021429
T	Média geral	47.6667	0.190642	0.001809	4.476667
E	Temperatura (L)	0.341737	0.233488	0.280860	0.170869
X	Temperatura (Q)	0.072976	0.277906	0.817439	0.036488
T	tempo (L)	-0.390491	0.233488	0.236408	-0.195245
U	tempo (Q)	0.858690	0.277906	0.090716	0.429345
R	TX t (L)	0.838571	0.330202	0.126331	0.419286
A					

Valores em negrito são significativos a $p \leq 0,05$; (L)- efeito linear; (Q)- efeito quadrático

TABELA 16 – Análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$) do modelo ajustado a partir dos dados de aceitação de sabor

Fonte de variação	Soma Quadrática	Grau de Liberdade	Média Quadrática	F	F _{5%}
Regressão	0,3730	5	0,0746	0,35	5,05
Resíduo	1,0734	5	0,2147		
Falta de ajuste	0,4639	3	0,1546	0,51	19,16
Erro puro	0,6095	2	0,3048		
TOTAL	1,4464	10	0,1446		

TABELA 17 – Análise de variância (ANOVA, $p \leq 0,05$) do modelo ajustado a partir dos dados de aceitação de textura

Fonte de variação	Soma Quadrática	Grau de Liberdade	Média Quadrática	F	F _{5%}
Regressão	2,2902	5	0,4580	2,9563	5,05
Resíduo	0,7747	5	0,1549		
Falta de ajuste	0,5566	3	0,1855	1,7014	19,16
Erro puro	0,2181	2	0,1091		
TOTAL	3,0649	10	0,3065		

TABELA 18 – Análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$) do modelo ajustado a partir dos dados de aceitação global da CCD tipo *biltong*

Fonte de variação	Soma Quadrática	Grau de Liberdade	Média Quadrática	F	F _{5%}
Regressão	0,1449	5	0,0290	0,7107	5,05
Resíduo	0,2039	5	0,0408		
Falta de ajuste	0,1754	3	0,0585	4,1029	19,16
Erro puro	0,0285	2	0,0143		
TOTAL	0,3488	10	0,0349		

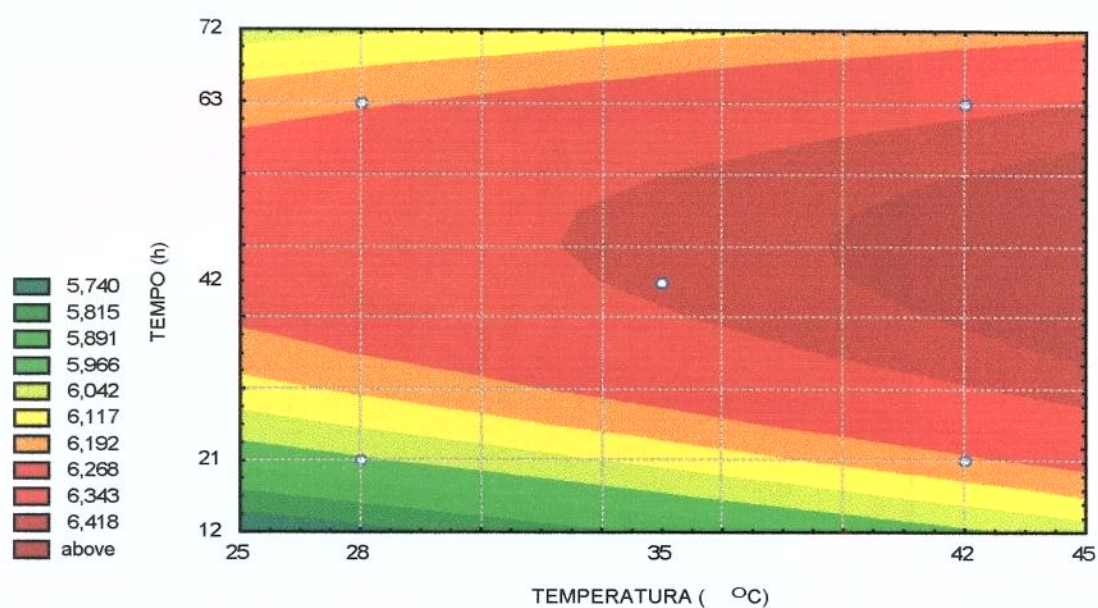


FIGURA 9 – Superfície de contorno para avaliação do sabor

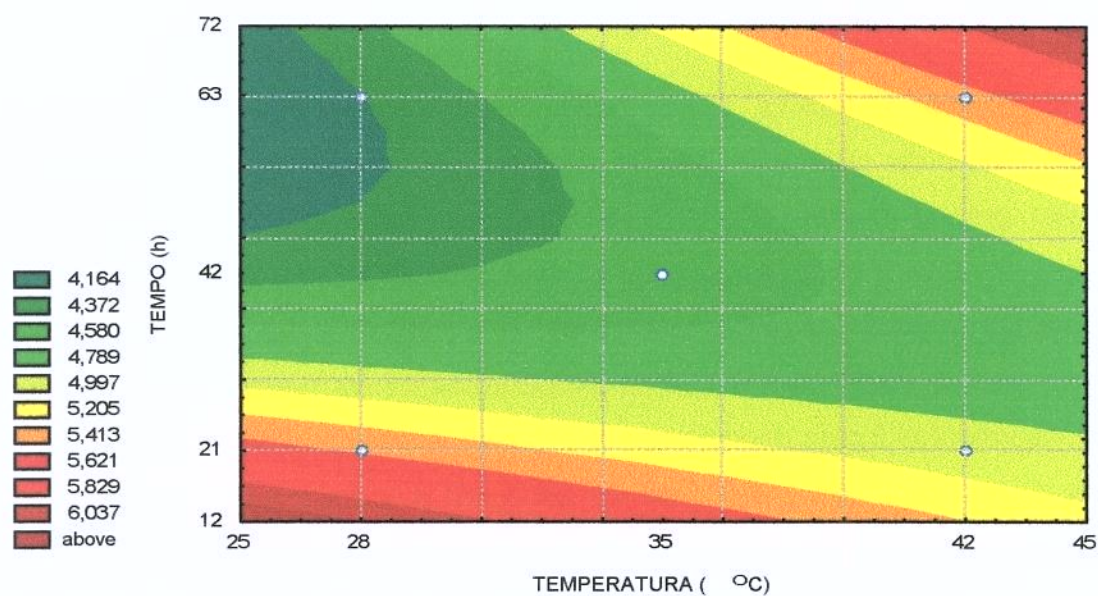


FIGURA 10 – Superfície de contorno para avaliação da textura

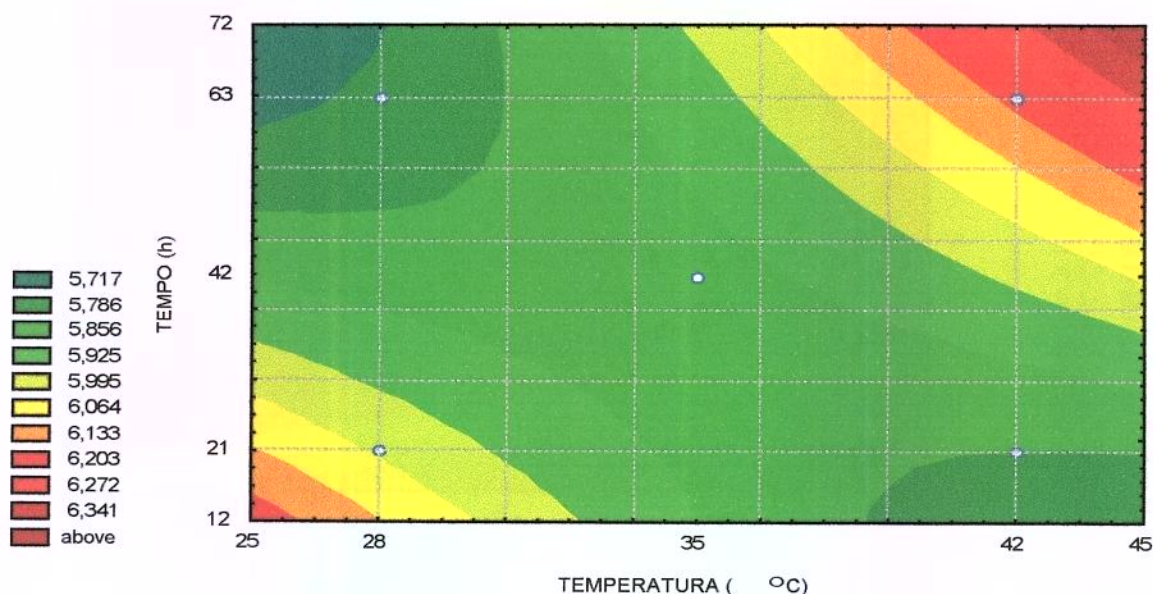


FIGURA 11 – Superfície de contorno para avaliação global.

Na Tabela 6, tem-se a aceitação média dos atributos sabor, textura e aceitação global de cada uma das 11 amostras analisadas. Como o experimento gerou um grande número de resultados sensoriais, foram escolhidas algumas amostras, de acordo com os seguintes critérios: tendo sido o tempo a variável independente de maior influência sobre todos os parâmetros estudados, as amostras que exigiram um tempo mais longo de processamento ou tiveram menor aceitação pelos consumidores foram descartadas. Restaram, assim, as amostras 1, 2, 7 e 8. A amostra 1, resultante do tratamento de secagem a temperatura de 28°C por 21 horas, apresentou respostas que não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) da 7, mas com vantagem para esta última, processada a 35°C e com redução do tempo de secagem para 12 horas. A amostra 2, resultante do tratamento de secagem a 42°C e 21 horas, apresentou respostas que não diferiram significativamente da amostra 8 processada a temperatura de 35°C, mas durante o longo tempo de 72 horas.

Decidiu-se pela escolha das amostras 2 e 7 para análise mais aprofundada. A amostra 2 foi escolhida como a que melhor respondeu ao objetivo do trabalho, que é de produzir uma carne de rápido processamento, mas que ofereça condições objetivas de resistir às condições ambientais de um clima tropical. A amostra 7 foi a mais aceita pelos provadores, apesar de não haver diferença significativa com relação as respostas da amostra 2, a não ser no atributo textura, onde a amostra 7 foi significativamente mais aceita ($p \leq 0,05$) que a amostra 2.

As opiniões dos consumidores estão expressas nos histogramas apresentados nas Figuras 12, 13 e 14. Eles permitem a visualização da segmentação dos consumidores em função dos valores hedônicos obtidos por cada amostra, revelando assim o nível de aceitação e rejeição da mesma junto aos consumidores.

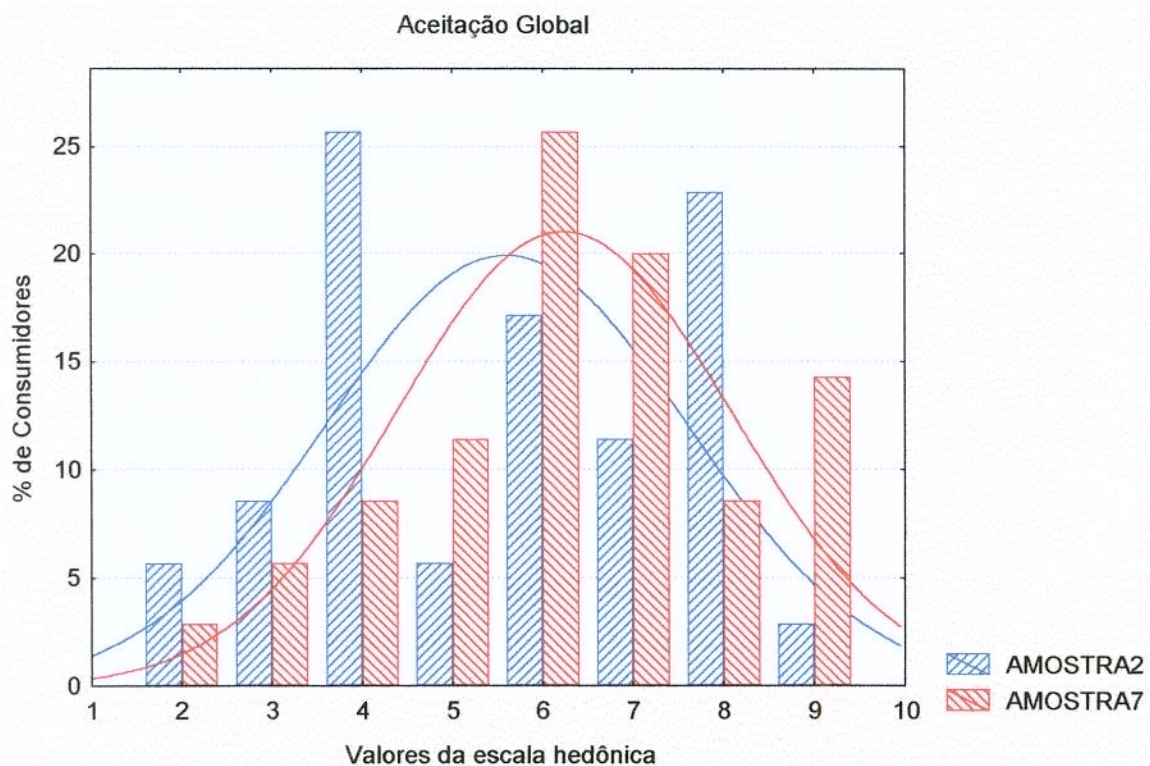


FIGURA 12 – Distribuição dos consumidores (%) em função dos valores de aceitação global das amostras 2 e 7 da CCD tipo *biltong*.

Na análise de aceitação global da CCD tipo *biltong* por ANOVA, as amostras 2 e 7, não diferiram entre si ao nível de 5% de significância e suas médias variaram de 5,60 a 6,11, o que pela escala hedônica empregada corresponde ao “gostei ligeiramente”.

Todas as amostras tiveram mais de 60% de aprovação, ou seja, 60% dos consumidores deram notas iguais ou superiores a 5, tendo a amostra 7 alcançado 80%, com 26% dos provadores “gostando ligeiramente” e 14,3% “gostando extremamente” da mesma. Uma boa textura, sabor levemente condimentado e aroma agradável foram os as justificativas mais apresentadas pelos provadores para gostarem do produto. Por outro lado a textura, sabor de carne crua e aparência desagradável foram os motivos mais apontados para a rejeição da amostra.

A aprovação da amostra 2 ao longo da escala hedônica de aceitação convergiu para o lado direito do histograma, sendo que só 6% dos provadores lhe atribuíram a nota 5, 29% dos provadores escolheram entre os valores 6-7 na escala hedônica e cerca de 23% dos provadores “gostaram muito” (valor 8). Condimentação forte, bom sabor, fácil quebra à mordida e boa aparência foram as causas mais apontadas para aceitação do produto. A mesma intensidade de condimento, cor escura, textura borrachenta, levaram à rejeição do produto por cerca de 40% dos provadores.

Embora não haja diferença significativa entre as médias de aceitação global das amostras 7 (6,09) e 2 (5,60), a primeira amostra apresentou-se mais úmida e com menor teor de sal e a outra com menor teor de umidade, portanto mais salgada. Por aí pode-se concluir que não existe um padrão unânime de preferência com relação ao CCD tipo *biltong* entre os consumidores que participaram do estudo.

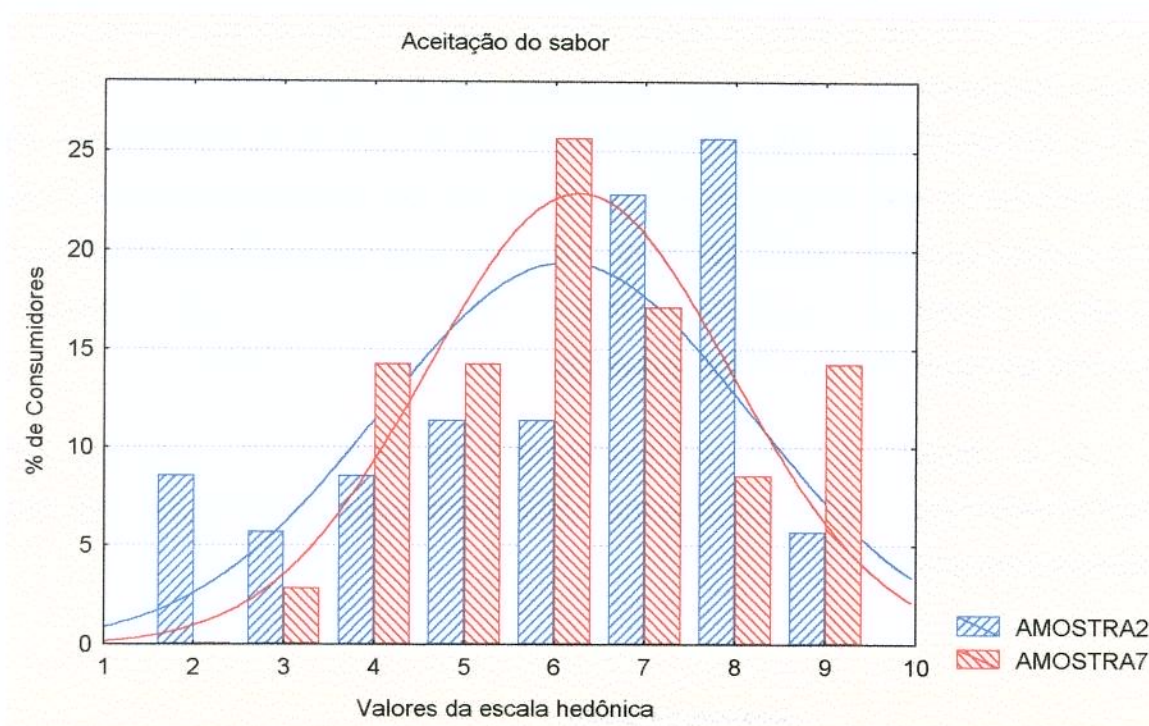


FIGURA 13 – Distribuição dos consumidores (%) em função dos valores de aceitação do sabor das amostras 2 e 7 da CCD tipo *biltong*.

Todas as 11 amostras não diferiram entre si ao nível de 5% de significância no que diz respeito ao atributo sabor, apresentando médias de aceitação que variaram de 5,57 a 6,60.

Na Figura 13 tem-se a distribuição de freqüência dos valores hedônicos das amostras 2 e 7 analisadas para o atributo sabor. A maioria das notas recebidas para o atributo sabor situam-se na região indicativa de aprovação do produto (valores ≥ 5) convergindo para o lado direito do histograma.

As médias de aceitação do sabor das amostras 2 e 7 foram iguais (6,11), o que pela escala empregada significa que os provadores “gostaram ligeiramente” de ambas amostras. A amostra 7 teve 80% e a amostra 2 teve 77,2% de aprovação

entre os consumidores. É interessante observar que dos provadores que aprovaram a amostra 2, 55% lhe atribuíram notas variando de 7 ("gostei moderadamente") a 9 ("gostei extremamente") para o sabor enquanto dos que aprovaram a amostra 7, só 40% lhe atribuíram notas na faixa supracitada (de 7 a 9), tendo os restantes 40% ficado na faixa de aceitação mínima (5-6). O alto teor de umidade da amostra 7, além de lhe conferir um ligeiro sabor de carne crua, torna a concentração dos condimentos mais tênue, o que talvez seja o motivo que leva os provadores a se dividirem quanto aos níveis de aceitação (ou gostam pouco ou gostam extremamente).

Já a amostra 2, com um menor teor de umidade e, portanto, sabor condimentado mais acentuado, registrou uma distribuição da aceitação com maior tendência para a direita.

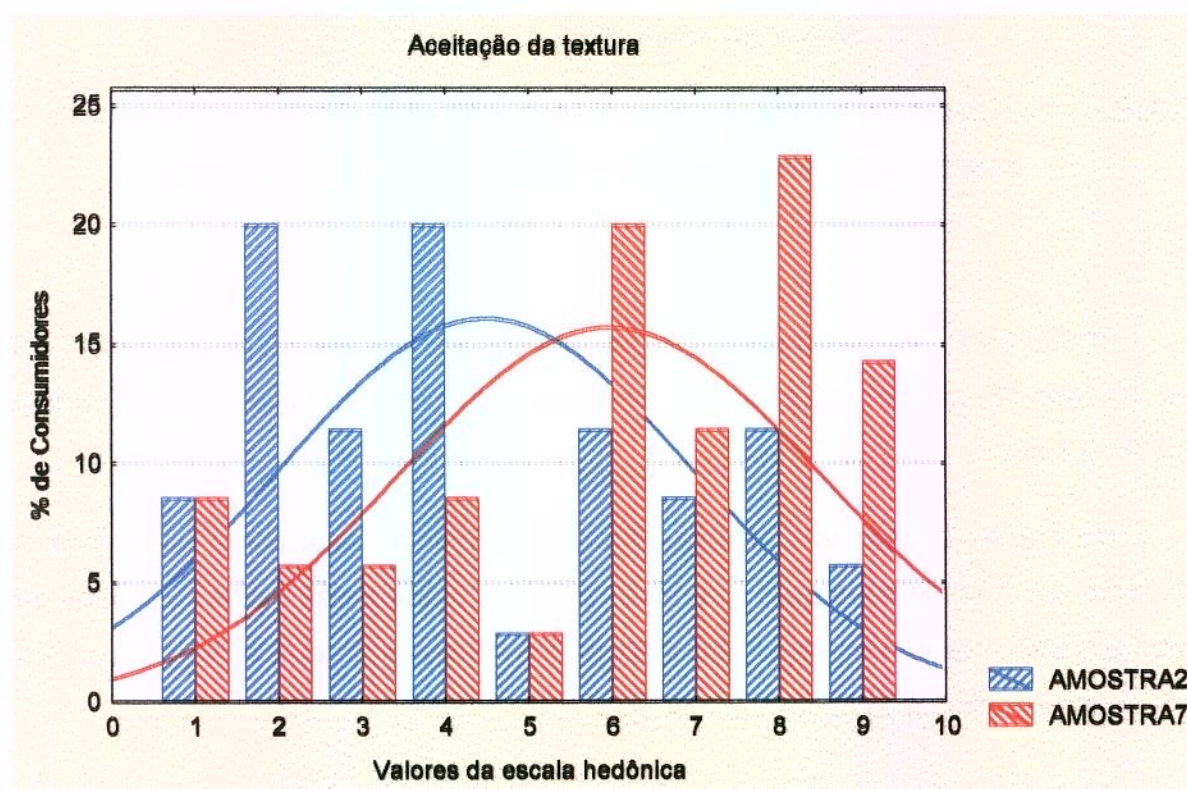


FIGURA 14 – Distribuição dos consumidores em função dos valores de aceitação da textura das amostras 2 e 7 da CCD tipo *biltong*.

O atributo textura foi o único entre os 3 atributos analisados onde as amostras apresentaram diferença significativa ao nível de 5% de significância. De um modo geral, os consumidores deram baixos valores de aceitação para a textura das 11 amostras, tendo estas variado entre 4 e 6 (“desgostei ligeiramente” e “gostei ligeiramente”). Isso pode ser explicado pelo fato de a CCD tipo *biltong* ser um produto cárneo totalmente desconhecido para os provadores. Segundo SZCZESNIAK & KAHN (1971), uma textura que é diferente da que o consumidor está acostumado lhe faz parecer que o alimento está num estado não natural e não adequado para consumo. Aparência visual, fatores psicológicos, ocasião em que se come e expectativas aprendidas social e culturalmente, associados a uma dificuldade de manipulação do alimento na boca geralmente evocam sentimentos e atitudes negativas sobre a textura (SZCZESNIAK & KAHN, 1971). Segundo RISVIK (1994), suculência e maciez da carne são os atributos mais importantes que determinam a preferência de um produto cárneo. Esses atributos não são característicos do *biltong*. O ideal para se consumir tiras de *biltong* é amolecê-las inicialmente com a saliva e só depois mastigar o produto.

As amostras 7 e 8 foram as preferidas quanto a textura, talvez por serem, a primeira de fácil corte pelo maior teor de água, e a última de fácil quebra, por ser muito seca. A amostra 7 lembra a textura de carne e a 8 é crocante. A textura dessas amostras se aproximou mais da expectativa aprendida, o que as tornou psicologicamente mais aceitáveis (SZCZESNIAK & KHAN, 1971).

A Figura 14 mostra o histograma de distribuição das notas recebidas para o atributo textura das amostras 2 e 7. A amostra 7 obteve 71,5% de aprovação por parte dos provadores e a amostra 2, 40%. A amostra 2 tem uma textura que não lembra nada aos consumidores não habituais, daí a sua alta taxa de rejeição.

Na CCD tipo *biltong* o efeito da umidade sobre a textura é de grande importância, mas torna-se difícil para nós definir até que ponto pode ser usada como parâmetro de qualidade e aceitação, já que o produto se presta a uma grande variabilidade.

4.1.5.1. Correlações entre as variáveis

Os resultados (Tabela 19) mostraram altas correlações positivas entre a_w e umidade (0,99), NaCl e textura instrumental (0,93) e a mais baixa entre a aceitação sensorial do sabor e a textura instrumental (0,64). Por outro lado existe uma alta correlação negativa entre a_w e NaCl (-0,97), a_w e textura instrumental (-0,96), umidade e NaCl (-0,95) e entre umidade e textura instrumental (-0,96).

Entre as variáveis sensoriais, a correlação é muita baixa, tendo-se verificado o valor mais alto entre aceitação global e aceitação da textura (0,59).

TABELA 19 – Correlações entre as variáveis dependentes.

	A_w	UMID	NaCl	ACSAB	ACTEXT	ACGLOB	TEXT
AW	1,00	0,99	-0,97	-0,56	0,39	-0,17	-0,96
UMID	0,99	1,00	-0,95	-0,54	0,41	-0,13	-0,96
NaCl	-0,97	-0,95	1,00	0,53	-0,34	0,19	0,93
ACSAB	-0,56	-0,54	0,53	1,00	-0,32	0,41	0,64
ACTEXT	0,39	0,41	-0,34	-0,32	1,00	0,59	-0,40
ACGLOB	-0,17	-0,13	0,19	0,41	0,59	1,00	0,13
TEXT	-0,96	-0,96	0,93	0,64	-0,40	0,13	1,00

4.1.6. Análise de cor

Determinou-se instrumentalmente a cor da carne bovina *in natura*, carne condimentada não desidratada (CCND) e das CCDs tipo *biltong*, produtos obtidos dos vários tratamentos nos diferentes tempos e temperaturas. Os resultados são apresentados na Tabela 20.

TABELA 20 – Médias e desvio padrão dos dados experimentais da cor da carne *in natura*, CCND e da CCD tipo *biltong* após secagem nos diferentes tratamentos.

Ensaio	L*	a*	b*	ΔC^* (1)	ΔE^* (1)	ΔC^* (2)	ΔE^* (2)
Carne <i>in natura</i>	41,33±2,02 ^a	19,40±2,10 ^a	15,37±1,72 ^a	Padrão			
Carne condimentada	28,69±1,62 ^b	12,31±1,36 ^b	13,44±0,77 ^a	-6,52	14,62	Padrão	
1	23,09±0,58 ^{cde}	2,21±0,22 ^f	4,98±0,88 ^c	-19,30	27,13	-12,78	14,32
2	25,11±1,38 ^{bcd}	6,13±0,31 ^c	7,23±0,73 ^c	-15,27	22,48	-8,75	9,47
3	22,35±0,51 ^{de}	3,30±0,09 ^{ef}	5,79±0,22 ^c	-18,09	26,68	-11,57	13,42
4	25,15±2,09 ^{bcd}	6,12±0,44 ^{cd}	7,56±1,21 ^{bc}	-15,03	22,35	-8,51	9,25
5	24,27±0,54 ^{cde}	4,26±0,20 ^{cdef}	5,87±0,24 ^c	-17,50	24,71	-10,97	11,90
6	20,86±2,05 ^e	5,23±0,32 ^{cde}	6,89±0,94 ^c	-16,10	26,31	-9,58	12,43
7	26,98±0,66 ^{bc}	5,41±0,40 ^{cde}	9,82±0,91 ^b	-13,57	20,80	-7,02	7,98
8	23,69±0,98 ^{cde}	4,02±0,040 ^{cdef}	6,57±0,66 ^c	-17,05	25,01	-10,53	11,88
9	22,97±0,98 ^{de}	3,45±0,27 ^{ef}	5,70±0,75 ^c	-18,09	26,18	-11,57	13,09
10	22,37±1,43 ^{de}	4,15±0,11 ^{cdef}	7,22±0,56 ^c	-16,42	25,66	-9,90	12,05
11	23,81±0,18 ^{cde}	3,88±0,14 ^{def}	5,83±0,75 ^c	-17,75	25,28	-11,23	12,37

$\Delta C^*(1)$ e $\Delta E^*(1)$ - a carne *in natura* foi usada como padrão

$\Delta C^*(2)$ e $\Delta E^*(2)$ - a carne condimentada foi usada como padrão.

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A cor do produto é dada pela combinação dos parâmetros L*, a* e b*. Estes resultados podem ser visualizados nas figuras apresentadas nos Anexos III-(1-7).

A escolha de uma faixa ótima de processamento da CCD tipo *biltong* pode ser beneficiada pelo estudo da cor em consequência das mudanças que ocorrem com a variação da temperatura e tempo de secagem.

Na Tabela 20, observa-se que a cor das amostras, através dos parâmetros CIELAB L^* , a^* e b^* , difere significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. A luminosidade (L^*), a intensidade dos componentes vermelho (a^*) e amarelo (b^*) são bem maiores na carne *in natura*, quando comparados com os 11 tratamentos (Anexos III-2 e 3). Quando comparados com os dados da CCND, a diferença em relação aos 11 tratamentos foi menor, principalmente nos valores de b^* (Anexos III-4 e 5). A CCND era mais escura que a carne *in natura* pois, segundo FOX & ACKERMAN, no início do processamento ocorre a oxidação da oximioglobina e da mioglobina em metamioglobina, pela ação do nitrito.

Quando foi usada a CCND como padrão, verificou-se que o ensaio 7 foi o que menos sofreu redução da luminosidade (5,96%), seguido dos tratamentos 2 e 4 (12,4% e 12,34%, respectivamente). Os 3 tratamentos não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. O ensaio 7, em relação à luminosidade, não diferiu do padrão, mas diferiu estatisticamente do ensaio 6, que possui o menor valor de luminosidade, que por sua vez não diferiu estatisticamente dos 9 tratamentos restantes. Os valores do componente vermelho também diminuíram com o processo de secagem, tendo as menores reduções (CCD tipo *biltong* mais vermelho) ocorrido nos tratamentos 2 (50,20%), 4 (50,28%), 7 (56,05%) e 6 (57,51%). Esses tratamentos ocorreram nas condições de temperatura/tempo de 42°C/21h, 42°C/63h, 35°C/12h e 45°C/42h, respectivamente.

O valor da coordenada de cromaticidade a^* que mais diminuiu (produto menos vermelho) ficou por conta do tratamento 1 (83,56%). Por outro lado, observa-se na Tabela 20 que no ensaio 7 ocorreu a menor redução do componente amarelo (26,93%) com diferença significativa das outras 10 amostras, que por sua vez não diferiram entre si, a nível de 5% de probabilidade. Na seqüência, outras diferenças menores com relação ao padrão ocorreram nos tratamentos 4 (43,75%), 2 (46,20%) e 10 (46,28%). O valor mais baixo para a coordenada de cromaticidade b^* (menos

amarelado) foi verificado também no ensaio 1, processado em temperatura de 28°C/21h.

Tomando-se a amostra *in natura* como padrão, aumenta a proporção da diferença total de cor (ΔE^*) e de croma (ΔC^*), quando comparado com o uso da carne condimentada sem a etapa de secagem como padrão.

Considerando-se os parâmetros do processo e a aparência do produto, pelos valores elevados dos parâmetros a^* , b^* e L^* do ensaio 2, resolveu-se tomá-lo como padrão e compará-lo com os restantes tratamentos. Os resultados podem ser visualizados nos Anexos III-6 e 7. Verifica-se que o ensaio 4 é semelhante ao padrão quanto a luminosidade e que o ensaio 7 é menos escuro que o padrão. Todas as outras amostras são mais escuras que o padrão, com o valor de maior diferença para o ensaio 6. O ensaio 4 também se assemelhou ao padrão quanto ao componente vermelho (a^*). As menores reduções do componente vermelho ocorreram nos tratamentos 6 e 7. O tratamento 1 foi o que apresentou maior diferença em relação ao componente vermelho. O comportamento do componente amarelo nos tratamentos 4 e 7 foi contrário àquele ocorrido nos outros tratamentos, isto é, houve um aumento do seu valor. Esse aumento foi discreto no ensaio 4 e acentuado no ensaio 7.

Usando-se o tratamento 2 como padrão, verificou-se que os valores de ΔC (Anexo III-6) para as amostras 4 e 7 foram positivos, diferentemente das amostras restantes.

4.2. - Otimização da produção da Carne Condimentada e Desidratada (CCD) tipo *biltong*

Para padronizar o processamento da CCD tipo *biltong*, estabeleceu-se um compromisso entre a maximização de seu peso (máximo teor de umidade) e um produto final sensorialmente aceitável, estável e com boas qualidades de armazenagem.

Verificou-se que as faixas de temperatura e tempo estudadas influenciaram significativamente ($p < 0,05$) o processo, ao contrário do que ocorreu com a interação entre as mesmas, que nunca foi significativa. A variável de maior influência neste processo de secagem foi o tempo linear; quanto maior o seu valor, maior o grau de desidratação do produto na região estudada. Foi obtido um coeficiente de determinação R^2 maior que 0,90 para todas as variáveis respostas, exceto para as sensoriais, e um modelo matemático preditivo na região estudada (Anexo II).

Segundo MUÑOZ *et al.* (1996), respostas de consumidores são de extrema importância para a otimização da qualidade dos produtos e, portanto, modelos preditivos envolvendo respostas de consumidores, apesar de mostrarem capacidade preditiva reduzida, oferecem predições de alta validade. Assim, a amostra 7 seria escolhida como ideal se o objetivo da nossa pesquisa fosse somente obter um produto do gosto do consumidor. Levando em conta que pretendíamos obter um produto que pudesse ser rapidamente produzido para responder a condições emergenciais em países tropicais, mantendo por longo tempo suas características de qualidade iniciais, e ao mesmo tempo também oferecer condições de ser aceito por provadores que o desconhecessem, as condições otimizadas escolhidas para validação dos modelos experimentais foram o tempo de 21 horas e a temperatura de 42°C. Nestas condições obteve-se um produto final estável, com atividade de água, teor de umidade e de sal na ordem de 0,667, 23,19% e 7,7%, respectivamente.

4.2.1. - Caracterização da carne condimentada e desidratada (CCD) tipo *biltong*

4.2.1.1. - Composição química

O produto final teve uma composição média de 23,19% de umidade, 64,70% de proteína, 4,59% de gordura e 4,75% de cinzas. A atividade de água e o teor de sal foram de 0,667 e 7,7%, respectivamente. Segundo TAYLOR (1976), o *biltong* comercial tem uma composição média de 11,5% de umidade, 65% de proteína, 1,9% de gordura, 7,5% de carboidratos (expressos como glicose), com cinza, glicogênio e nitrogênio total completando a composição (100%). Amostras comerciais de *biltong* normalmente têm 8,8 a 9,7% de sal, calculado na base seca (POTGIETER, 1997) e a atividade de água varia de 0,296 a 0,924 (VAN DER HEEVER, 1972).

4.2.1.2. - Análise sensorial

O produto apresentou média de aceitação para os atributos aceitação global, sabor e textura de 5,60, 6,11, 4,49, respectivamente. O atributo textura foi o menos aceito (4=desgostei ligeiramente), por ser totalmente estranho aos provadores.

A Figura 15 permite a visualização da segmentação dos valores hedônicos obtidos para cada atributo, revelando assim o nível de aceitação e rejeição da amostra junto aos consumidores. Segundo LEISTNER (1990b), a introdução de novos produtos no mercado esbarra na desconfiança por parte dos consumidores aos sabores e aparências estranhas.

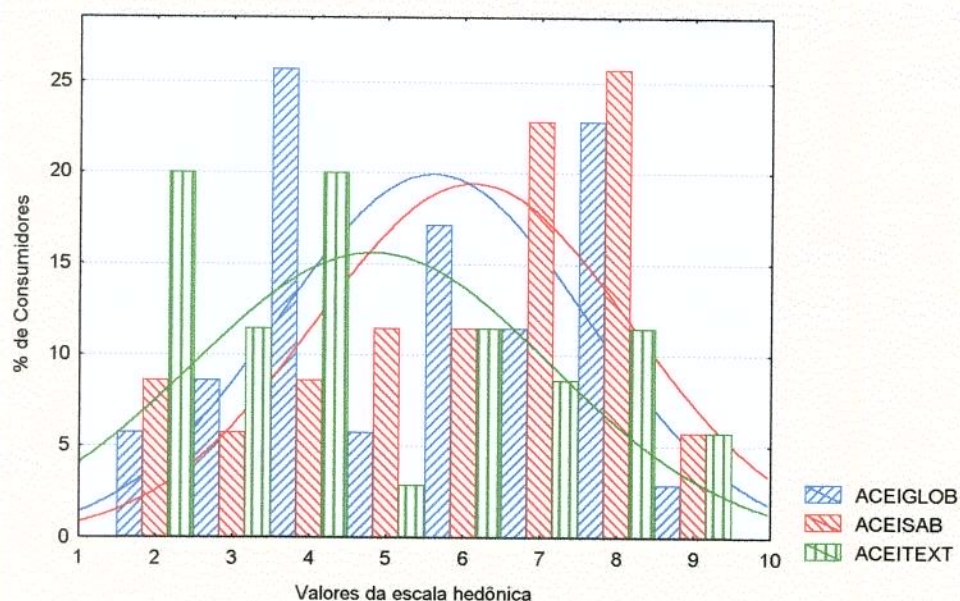


FIGURA 15 – Distribuição dos consumidores (%) em função dos valores de aceitação global (ACEIGLOB), sabor (ACEISAB) e textura (ACEITEXT) da CCD tipo *biltong*.

4.2.1.3. - Determinação instrumental da cor

Os valores dos componentes da cor foram: $L^*=25,11$ (luminosidade), $a^*=6,13$ (componente vermelho) e $b^*=7,23$ (componente amarelo).

De acordo com dados da Tabela 21, a luminosidade (L^*), a intensidade do componente vermelho (a^*) e amarelo (b^*) são bem maiores na carne *in natura* quando comparados com a carne condimentada e desidratada (CCD) tipo *biltong*.

Quando usou-se a carne condimentada não desidratada como padrão, verificou-se que o ensaio 2 sofreu uma redução da luminosidade de 12,4%, não diferindo estatisticamente entre si, a nível de 5% de probabilidade. Os valores do componente vermelho e amarelo diminuíram com o processo de secagem 50,20% e 46,20%, respectivamente, apresentando diferença significativa, a nível de 5% de probabilidade. Tomando-se a amostra *in natura* como padrão, aumenta a proporção

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

da diferença total de cor (ΔE^*) e de croma (ΔC^*), quando comparado com o uso da carne condimentada.

TABELA 21 – Médias e desvio padrão dos dados experimentais de cor da carne *in natura*, condimentada sem secagem e da CCD tipo *biltong*.

Ensaio	L*	a*	b*	ΔC^* (1)	ΔE^* (1)	ΔC^* (2)	ΔE^* (2)
Carne <i>in natura</i>	41,33±2,02 ^a	19,40±2,10 ^a	15,37±1,72 ^a	Padrão			
Carne condimentada	28,69±1,62 ^b	12,31±1,36 ^b	13,44±0,77 ^a	-6,52	14,62	Padrão	
CCD tipo <i>biltong</i>	25,11±1,38 ^b	6,13±0,31 ^c	7,23±0,73 ^b	-15,27	22,48	-8,75	9,47

$\Delta C^*(1)$ e $\Delta E^*(1)$ - a carne *in natura* foi usada como padrão

$\Delta C^*(2)$ e $\Delta E^*(2)$ - a carne condimentada foi usada como padrão.

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.2.1.4. - Isoterma de adsorção da CCD tipo *biltong*

As informações obtidas a partir da isoterma de adsorção de umidade permitem estabelecer as concentrações críticas de umidade para um dado alimento, e, conseqüentemente, estabelecer com exatidão qual a proteção que ele requer para que as suas características físicas sejam preservadas.

Neste trabalho, apesar de ser determinada a isoterma na faixa de a_w de 0,11-0,97, definiu-se como faixa de ajuste 0,43-0,90, por ser a faixa de maior interesse comercial do *biltong* (VAN DER RIET, 1982).

A especificação da faixa de atividade de água na qual a equação será testada é muito importante, porque como foi previamente notado por CHIRIFE & IGLESIAS

(1978), a diminuição da atividade de água em alimentos se deve a uma combinação de fatores em que cada um pode ser predominante numa dada faixa de atividade de água. Por essa razão, BOQUET *et al.* (1978), ao avaliarem equações de ajuste de isotermas de sorção de vários tipos de alimentos, fixaram a faixa de atividade de água entre 0,10-0,80, tendo considerado a faixa de interesse prático. Segundo os autores, em atividades de água mais elevadas (superiores a 0,80) o crescimento microbiano pode ocorrer levando a uma falta de confiança nos dados experimentais da sorção.

Apesar de ser um produto de umidade intermediária, é essencial um controle cuidadoso da desidratação para assegurar a estabilidade do produto e sua aceitação pelo consumidor. Na CCD tipo *biltong*, o efeito da umidade sobre a textura é de grande importância. Quando muito úmido, o que acontece em UR acima de 90%, torna-se elástico e pouco apreciado pelo consumidor, apresentando sabor de carne crua. Quando a UR é muito baixa (11-33%), fica demasiadamente seco podendo provocar quebra excessiva das tiras e descaracterização do produto (Figura 15).

Observa-se na Figura 15 que, a baixos valores de atividade de água, as amostras adsorvem pequenas quantidades de água e, com o aumento da atividade de água, aumenta a adsorção. A estabilidade de armazenamento do CCD tipo *biltong* tornou-se crítica em UR acima de 75%. Após 8 dias, o produto armazenado em UR de 97% já estava totalmente coberto por fungos, o que ocorreu a 90% de UR aos 10 dias, e a 85% de UR após 15 dias. Embora fungos osmofílicos e leveduras possam crescer em alimentos com atividade de água inferior a 0,70, após 60 dias, em nenhum caso se detectou visualmente sua presença na CCD tipo *biltong* nos ambientes com UR inferior a 65%, o que coincide com os resultados encontrados por VAN der RIET (1976) ao determinar a isoterma de sorção do *biltong*.

Nas Figuras 17 e 18 são apresentadas as isotermas de adsorção de água da CCD tipo *biltong* ajustadas com as equações de Oswin e de GAB. As figuras ajudam a visualizar o ajuste entre os valores teóricos (preditos) e experimentais.

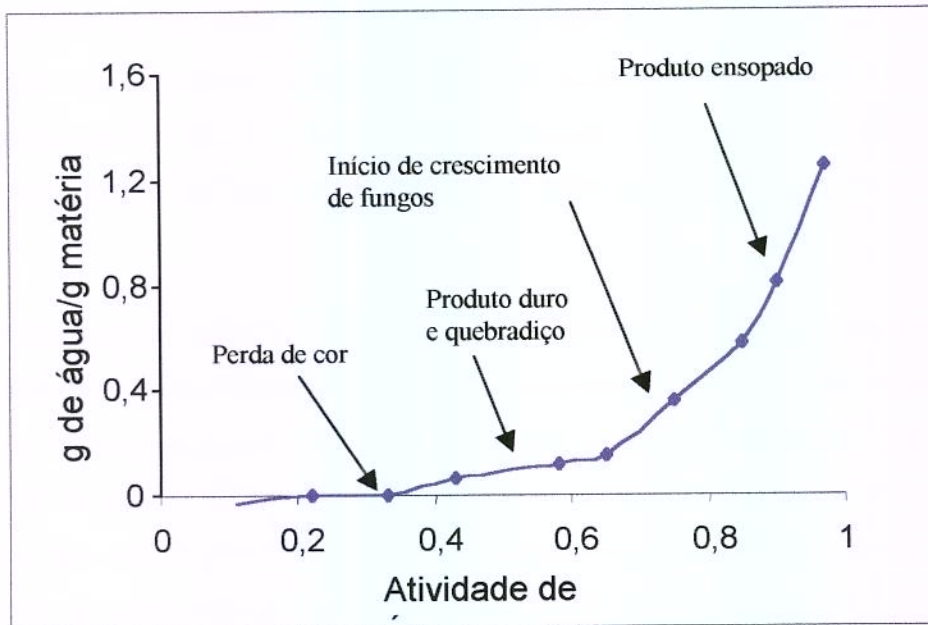


FIGURA 16 – Isoterma de adsorção de umidade da CCD tipo *biltong* a 25°C.

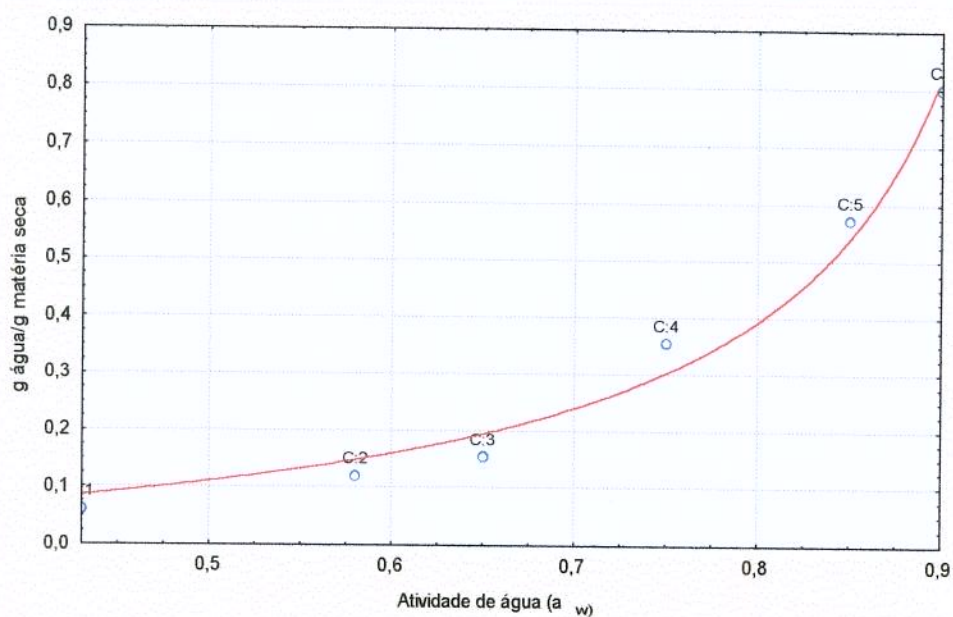


FIGURA 17 – Isotherma de adsorção de umidade da CCD tipo *biltong* a 25°C, ajustada com a equação Oswin

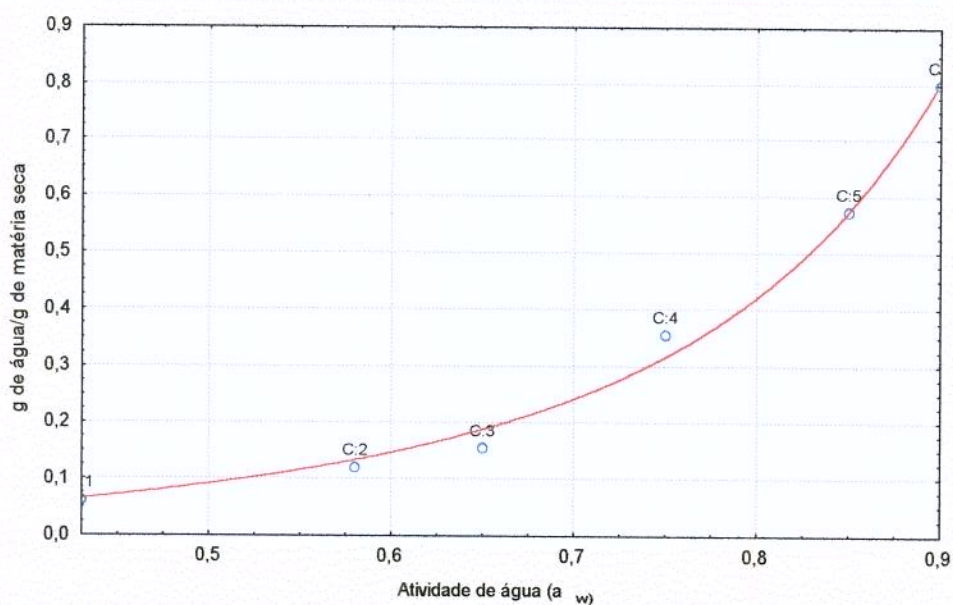


FIGURA 18 – Isotherma de adsorção de umidade da CCD tipo *biltong* a 25°C ajustada com a equação de GAB.

Na Tabela 22 são mostrados os valores dos parâmetros estimados, coeficiente de determinação (R^2) e desvio percentual médio (P) obtidos com as equações GAB e Oswin, mostradas na Tabela 5.

O valor R^2 é conveniente para comparar as adequações do ajuste de diferentes modelos quando aplicados nos mesmos dados experimentais. Contudo, ele não permite uma visualização direta do valor do ajuste sob o ponto de vista tecnológico (ou prático). Pensa-se que o valor P é um tanto melhor que o R^2 para descrever o comportamento como um todo de uma equação particular. Geralmente, um valor de P menor do que dez é considerado um ajuste razoável da equação aos dados experimentais, para propósitos práticos (AGUERRE *et al.*, 1989).

TABELA 22 – Parâmetros das equações ajustadas e coeficientes de determinação (R^2) e desvio percentual (P) da isoterma da CCD tipo *biltong*

T(°C)	Modelos	Parâmetros					R^2 -----P(%)
		X_m	C	K	A	B	
25	GAB	6,087839	0,012920	0,818250			0,9934--8,53
	Oswin				0,110940	0,912491	0,9487--18,9

Onde:

X_m = umidade na monocamada do material adsorvente em base seca

C,K= constantes relacionada ao efeito temperatura

A,B= constantes do modelo

Observa-se pelos valores de R^2 e pelos gráficos que os resultados obtidos experimentalmente ficaram próximos aos estimados pelo modelo matemático quando a isoterma da CCD tipo *biltong* foi ajustada por GAB. O alto coeficiente de determinação (0,99) indica que o modelo descreve adequadamente a relação entre o teor de umidade e a atividade de água de equilíbrio na temperatura e faixa estudadas. A equação de Oswin não ajustou os dados experimentais tão bem,

apresentando um valor de P bem acima do aceito como razoável ($P < 10$), o que pode ser explicado pela simplicidade desta equação, que possui apenas dois parâmetros.

Os resultados coincidem com os encontrados por LOMAURO *et al.* (1985a) ao avaliar a capacidade de ajuste de três equações de dois parâmetros e uma de três parâmetros (isoterma GAB) a 75 isotermas de frutas, vegetais e carnes, onde concluiu que o modelo GAB representou mais que 50% das isotermas dos alimentos, enquanto o modelo Oswin só ajustou 19%.

4.2.1.4.1. - Correlação da textura com a atividade de água

Na Figura 14 está representada a isoterma de adsorção de água da CCD tipo *biltong* a 25°C e valores da força de cisalhamento da mesma, obtidos sob diferentes atividades de água (0,11-0,97).

Na CCD tipo *biltong* o efeito da atividade de água sobre a textura é de grande importância, pois ela é usada como parâmetro de qualidade, já que uma textura adequada corresponde a uma melhor aceitabilidade do produto pelo consumidor, conforme verificado no item 4.1.5.

Observou-se um aumento na taxa de absorção de água em ambientes com umidade relativa acima de 43%. Quando muito úmido, o que ocorre em UR de 90 e 97%, torna-se elástico, ensopado e pouco apreciado pelo consumidor, apresentando aparência de carne crua. Nestes casos, a força requerida para quebrar as amostras em duas partes foi a menor (15,33 e 11,53 kgf/cm², respectivamente). Esta é a faixa de maior ganho de umidade, facilitando o crescimento de fungos logo após uma semana. A carne bovina cozida é considerada como tendo uma maciez aceitável se apresentar valores de força de cisalhamento menores que 8 kgf/cm² (SWAN *et al.*, 1998).

Na faixa de 75-90% de UR, além da facilidade de se quebrar a tira da CCD tipo *biltong*, sente-se uma certa suculência na mordida. Observou-se durante a

obtenção da isoterma que a estabilidade microbiológica do produto tornou-se crítica acima de 75%, pois, acima deste limite, ocorreu o crescimento de fungos. A faixa 65-75% de UR foi considerada ideal para a textura e estabilidade da CCD tipo *biltong*.

Verificou-se o menor ganho de umidade na faixa de UR de 43-65% o que corresponde também aos maiores valores de força de cisalhamento, representando uma faixa em que o produto é mais estável e com suas características preservadas.

Quando a UR é muito baixa (11%), fica demasiadamente seco, podendo provocar quebra excessiva das tiras e descaracterização da cor e textura do produto. Neste caso, a força necessária para quebrar as tiras (fraturabilidade ou fragilidade) também é baixa (36,99 kgf/cm²). Na faixa de 22-43% de UR obtiveram-se os maiores valores para a força de cisalhamento.

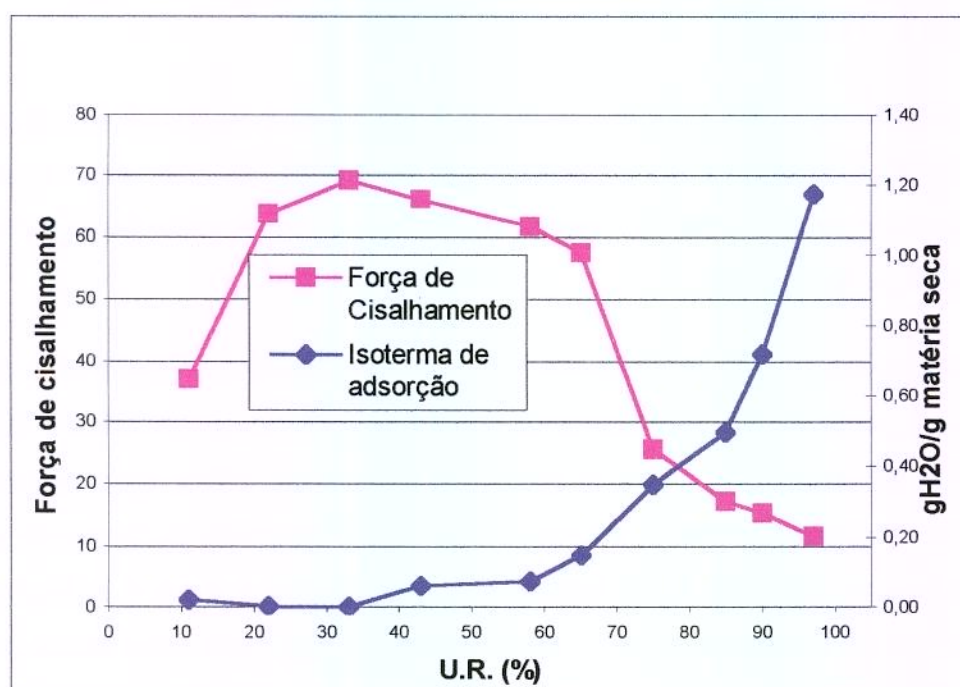


FIGURA 19 – Efeito da umidade relativa (UR) sobre a Força de Cisalhamento (kgf/cm²) medida pelo Instron e Isoterma (g de água/g de matéria seca) da CCD tipo *biltong* a 25°C.

A definição de zonas de aceitabilidade só com base na força de cisalhamento (parâmetro de textura) não é adequada pois esta medida não reflete o grau de aceitação para este produto específico.

TABELA 23 – Valores médios de umidade e força de cisalhamento da CCD tipo *biltong*

Solução Saturada	% UR	gH ₂ O/g de M.S.	X (cm)	Y (Kgf)	Área(cm)	kgf/área
Cloreto de lítio	11	0,00	7,89	18,61	0,503	36,99
Acetato de potássio	22	0,00	15,29	35,87	0,562	63,83
Cloreto de magnésio	33	0,00	13,9	32,63	0,471	69,27
Carbonato de potássio	43	0,06	18,72	43,87	0,663	66,17
Brometo de sódio	58	0,07	13,79	32,37	0,525	61,66
Nitrito de sódio	65	0,15	12,6	29,60	0,514	57,58
Cloreto de sódio	75	0,35	6,63	15,67	0,61	25,68
Cloreto de potássio	85	0,50	4,44	10,56	0,614	17,20
Cloreto de bário	90	0,72	3,81	9,09	0,593	15,33
Sulfato de potássio	97	1,18	2,86	6,87	0,596	11,53

Onde:

%UR= Umidade Relativa

gH₂O/gde M.S.= Grama de água/grama de matéria seca

X (cm)= Média das alturas dos picos registrados no gráfico

Area(cm²)= Média da área transversal das tiras da CCD tipo *biltong*

4.3. - Estabilidade da Carne Condimentada e Desidratada tipo *biltong*

A desidratação em si provoca uma perda parcial da qualidade dos alimentos. Por isso, é fundamental a utilização de embalagens no sentido de preservar, durante a estocagem, as características dos alimentos.

4.3.1. Caracterização do material de embalagem

As propriedades de barreira dos materiais plásticos dependem principalmente do tipo de resina, da espessura, processo de fabricação e aplicação de revestimentos.

Dentre as embalagens plásticas flexíveis utilizadas no acondicionamento da CCD tipo *biltong* (Tabela 24), as que apresentam maior barreira ao vapor de água e ao oxigênio são a PET/Al/PEBDL e a PPBO/PPBOmet, propriedades essas que lhe são conferidas laminação com folha de alumínio e metalização, respectivamente (FARIA, 1990). As permeabilidades ao vapor de água e oxigênio são menores que as do polietileno. A biorientação do polipropileno (PPBO) aumenta as propriedades de barreira. O polipropileno é excelente barreira à passagem de gorduras, o que justifica o seu uso em alimentos gordurosos, como os salgadinhos (CABRAL & ALVIM, 1980). A embalagem de papel confere somente uma barreira mecânica ao meio externo, deixando o produto totalmente vulnerável às variações climáticas ambientais.

TABELA 24 – Características dos materiais de embalagem.

Determinação	Papel	PPBO/PE	PPBO/PPBOmet	PET/Al/PEBDL
Gramatura(g/m ²)	31,72	68,49	42,05	109,95
Espessura (μm)	44,8	85,3	60	95
TPVA(g água/m ² /dia) 25°C/75%UR		1,2595	0,73074	0,03052
TPVA(g água/m ² /dia) 38°C/90%UR		7,0981	4,46655	0,082126
TPO ₂ (cc/m ² /dia)		83	56	1,4

4.3.2. - Avaliação da CCD tipo *biltong* nos sistemas de embalagem exposto às condições ambientais

Segundo PRIOR & BADENHORST (1974), esta iguaria pode ser estocada durante meses sem refrigeração e em embalagens com boa barreira ao O₂ por mais de um ano. Em embalagem a vácuo e congelado, pode-se estocar por longo tempo (THOMAS, 1975). Durante a estocagem, acompanhou-se a qualidade da CCD tipo *biltong* acondicionada em papel, PPBO/PE, PPBO/PPBOmet e PET/Al/PEBDL, pelas análises microbiológicas (Tabelas 25 e 26), de atividade de água, umidade e teor de sal (Tabela 27). A CCD tipo *biltong* acondicionada em PEBD foi usada apenas na avaliação sensorial e para controle da mudança final da cor.

TABELA 25 – Contagem padrão (UFC/g) da CCD tipo *biltong*

Contagem inicial= $4,3 \times 10^2$				
180 dias				
Embalagem	I	II	III	Média
PPBO/PE	$3,0 \times 10^3$	$3,4 \times 10^3$	$6,0 \times 10^3$	$4,1 \times 10^3$
PPBO/PPBOMET.	$1,6 \times 10^3$	$2,7 \times 10^3$	$3,1 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$
PET/AL/PEBDL	$0,7 \times 10^3$	$0,8 \times 10^3$	$1,3 \times 10^3$	$0,9 \times 10^3$
PAPEL	$1,2 \times 10^3$	$3,0 \times 10^3$	$4,2 \times 10^3$	$2,8 \times 10^3$
PEBD	$1,6 \times 10^3$	$3,0 \times 10^3$	$4,2 \times 10^3$	$2,8 \times 10^3$
360 dias				
Embalagem	I	II	III	Média
PPBO/PE	870	600	<10	$\leq 0,5 \times 10^3$
PPBO/PPBOMET.	1810	610	1520	$1,3 \times 10^3$
PET/AL/PEBDL	3100	2400	4200	$3,2 \times 10^3$
PAPEL	1140	<10	<10	$\leq 0,4 \times 10^3$
PEBD	1020	<10	<10	$\leq 0,35 \times 10^3$

Triplicata I, II, III

As Tabela 25 e 26 mostram a evolução da contagem de mesófilos totais e da contagem de bolores e leveduras do produto acondicionado em diferentes embalagens, em função do tempo de estocagem. A variação da temperatura e umidade relativa ao longo do ano se encontra no Anexo IV.

Observou-se que a carga microbiana permaneceu praticamente estável, com uma discreta redução da contagem total de microrganismos mesófilos ao longo do tempo de armazenamento, que se explica provavelmente pela diminuição da atividade de água do produto (LEISTNER, 1990b).

Aos 180 dias, as maiores contagens foram detectadas para a embalagem PPBO/PE, resultado este coerente, pois de todas as embalagens é a que criava melhores condições para o desenvolvimento dos microrganismos e das células

vegetativas inicialmente presentes: alta permeabilidade ao vapor de água e ao O_2 e baixa proteção contra a luz. As embalagens de papel e de PEBD, pela baixa proteção que oferecem contra o ambiente externo, rapidamente permitiram um decréscimo da atividade de água. A alta barreira ao vapor de água e ao O_2 oferecida pelas embalagens de PPBO/PPBOmet. e de PET/Al/PEBDL criou um ambiente anaeróbio que inibiu o crescimento dos microrganismos típicos deste produto.

VAN DER HEEVER (1970) pesquisou 60 amostras de *biltong* do mercado com $a_w=0,74$ e obteve uma contagem padrão de $7,0 \times 10^7$ UFC/g. VAN DER HEEVER (1970) e TAYLOR (1976) concluíram que o *biltong* típico tem $a_w=0,80$ e contagem microbiana total de 10^5 - 10^7 UFC/g, pertencentes principalmente à família *Micrococcaceae*. Esses valores estão dentro do limite de estabilidade microbiológica (10^7 UFC/g) considerado para produtos cárneos com elevada atividade de água, que requerem refrigeração durante o armazenamento (JAY, 1992).

As contagens de bolores e leveduras na CCD tipo *biltong*, variaram na faixa de 0 a 187 UFC/g. VAN DER RIET (1976) obteve uma contagem de fungos de $4,4 \times 10^5$ UFC/g em 20 amostras de *biltong* comercial, com uma média de $a_w=0,70$. VAN DER HEEVER (1970), na contagem de fungos obteve $3,1 \times 10^6$ UFC/g. Segundo VAN DER RIET (1982) bolores e leveduras freqüentemente deterioram o *biltong* durante armazenamento prolongado, por isso nesses casos se recomenda o uso de agentes inibidores.

TABELA 26 – Contagem total de bolores e leveduras (UFC/g) da CCD tipo *biltong* (triplicatas I, II e III).

Contagem inicial = <10				
180 dias				
Embalagem	I	II	III	Média
PPBO/PE	100	<10	<10	≤40
PPBO/PPBOmet.	200	<30	<10	≤80
PET/AL/PEBDL	100	<10	<10	≤40
PAPEL	10*	20	<10	≤14
PEBD	450	100	<10	≤187
360 dias				
Embalagem	I	II	III	Média
PPBO/PE	50*	<10	<10	≤24
PPBO/PPBOmet.	<10*	<10	<10	<10
PET/AL/PEBDL	10*	<10	<10	≤10
PAPEL	40*	<10	<10	≤20
PEBD	10*	<10	<10	≤10

* valores estimados

Existe sempre o risco potencial de contaminação de um produto semelhante ao *biltong*, que não passa por nenhum processo de cozimento. Por isso, é evidente que deve ser mantido um alto padrão de higiene durante todas as etapas de sua produção. Neste experimento, em que a carne *in natura* e a CCD tipo *biltong* foram cuidadosamente manipulados, a presença do nitrito, o baixo teor de a_w e a embalagem adequada contribuíram para os baixos níveis de contaminação encontrados ao longo do armazenamento.

TABELA 27 – Atividade de água, umidade e teor de sal do produto embalado ao longo de 1 ano

	Atividade de água		Umidade (%)		Teor de sal (%)	
Amostra inicial	0,660		23,05		7,69	
	6	12	6	12	6	12
Papel	0,556	0,671	14,63	23,35	8,51	7,65
PPBO/PE	0,635	0,647	21,03	22,32	7,82	7,61
PPBO/PPBOmet	0,643	0,653	22,28	22,91	7,59	7,63
PET/AL/PEBDL	0,657	0,659	22,97	23,12	7,61	7,65

Microscopicamente não foi detectada a presença de ácaros e insetos na CCD tipo *biltong* embalada.

4.3.2.1. - Teste de aceitação do produto no tempo 0

A amostra da Carne Condimentada e Desidratada (CCD) tipo *biltong* avaliada no tempo zero apresentou média de aceitação igual a 7,05, o que, pela escala empregada, corresponde a “gostei moderadamente”, com uma variância de 1,17 e desvio padrão de 1,083.

Somente 5,71% do painel rejeitaram o produto, tendo-lhe atribuído a nota 4. 17,14% gostaram ligeiramente, 40% gostaram moderadamente, 34,29% gostaram muito e 2,86% gostaram extremamente. O histograma apresentado na Figura 20 permite visualizar a distribuição da aceitação.

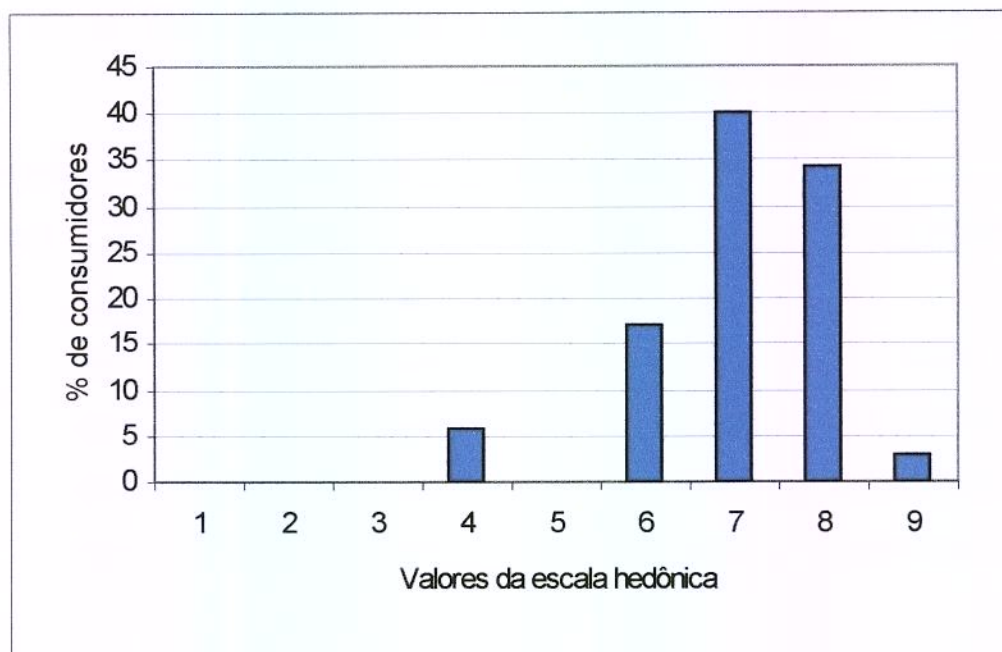


FIGURA 20 – Distribuição dos consumidores (%) em função dos valores de aceitação da CCD tipo *biltong* no tempo zero (0).

4.3.2.2. - Teste de aceitação do produto no tempo 6 meses

Após 6 meses foi feita uma avaliação sensorial do produto armazenado em 5 diferentes embalagens. As médias das amostras situaram-se entre 6,61 e 6,19, o que, pela escala empregada, significa que as amostras estão entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente” (Tabela28).

TABELA 28 – Resultado do teste de Tukey e as médias de aceitação das 5 amostras

Amostras	Médias
PPBO/PE (2)	6,6111 ^a
PET/Al/PEBDL (4)	6,5000 ^a
Papel (1)	6,3056 ^a
PPBO/PPBOmet, (3)	6,3056 ^a
PEBD (5)	6,1944 ^a

Médias com a mesma letra (^a) não diferem ao nível de significância de 5%

O teste de Tukey apresenta todos os índices iguais (a), o que confirma que não existe diferença significativa, ao nível de 5%, entre as amostras.

Todas as amostras tiveram mais de 80% de aprovação. Embora não haja diferença significativa entre as médias de aceitação global, a amostra acondicionada em PEBD (5) teve a menor média. Os maiores índices de rejeição foram registrados para as amostra acondicionadas em PPBO/PPBOmet (16,67%) e PEBD (13,89%).

Na Figura 21 tem-se a distribuição de freqüência dos valores hedônicos de cada uma das 5 amostras em que: Amostra 1=papel; Amostra 2= PPBO/PE; Amostra 3= PPBO/PPBOmet.; Amostra 4= PET/Al/PEBDL; Amostra 5= PEBD.

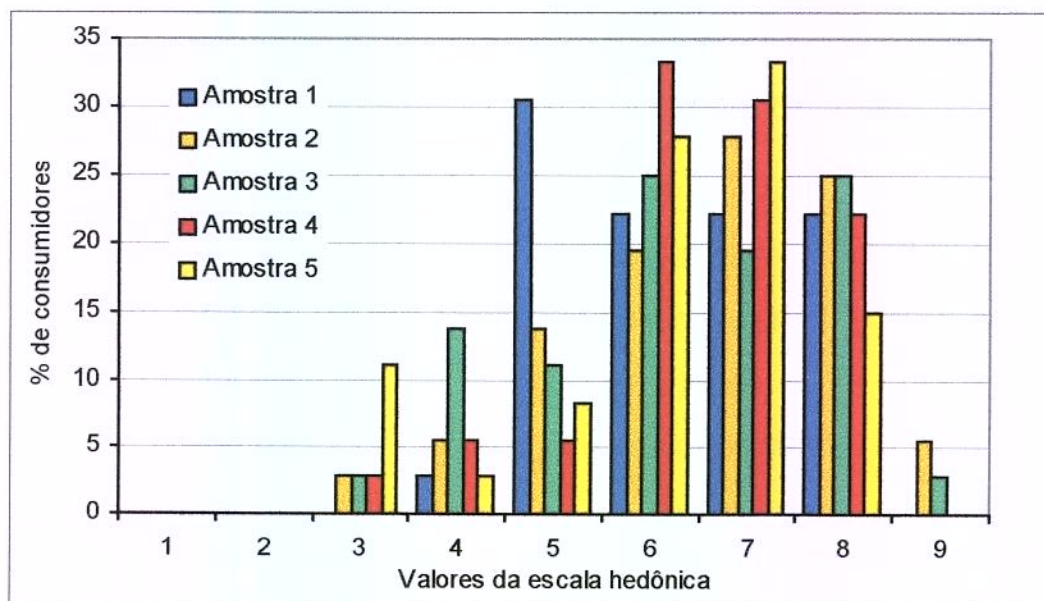


FIGURA 21 – Distribuição dos consumidores (%) em função dos valores de aceitação da CCD tipo *biltong* aos 6 meses, estocada à temperatura ambiente local.

4.3.2.3. - Teste de aceitação do produto no tempo 12 meses

Após 12 meses foi feita uma avaliação sensorial do produto armazenado em 5 diferentes embalagens estocadas à temperatura ambiente local, com 72% de UR e temperatura média de 28°C, segundo informações do CEPAGRI (Anexo IV). As médias das amostras situaram-se entre 5,4 e 6,0, que correspondem a respostas entre “nem gostei nem desgostei” e “gostei ligeiramente” (Tabela 29).

O teste de Tukey apresentou todos os índices iguais (a), o que confirma que não houve diferença significativa, ao nível de 5%, entre as amostras. Embora não tenha havido diferenças significativas, nos dois testes de aceitação, aos 6 e 12 meses, a amostra 2 (PPBO/PE) foi a mais preferida, seguida pela amostra 4 (PET/Al/PEBDL) e por último a amostra 5 (PEBD). O polietileno tem alta permeabilidade ao O₂, baixa permeabilidade ao vapor de água e pouca resistência à passagem de gorduras. Não é conveniente utilizar o polietileno para embalagem de alimentos com alto teor de matéria graxa (CABRAL & ALVIM, 1980).

TABELA 29 – Resultado do teste de Tukey e as médias das 5 amostras

Amostras	Médias
PPBO/PE (2)	6,0278 ^a
PET/Al/PEBDL (4)	5,9167 ^a
PPBO/PPBOMET (3)	5,8611 ^a
Papel (1)	5,4167 ^a
PPBD (5)	5,3611 ^a

Médias com a mesma letra (^a) não diferem ao nível de significância de 5%

Observou-se também que a média de aceitação sofreu redução nos últimos 6 meses.

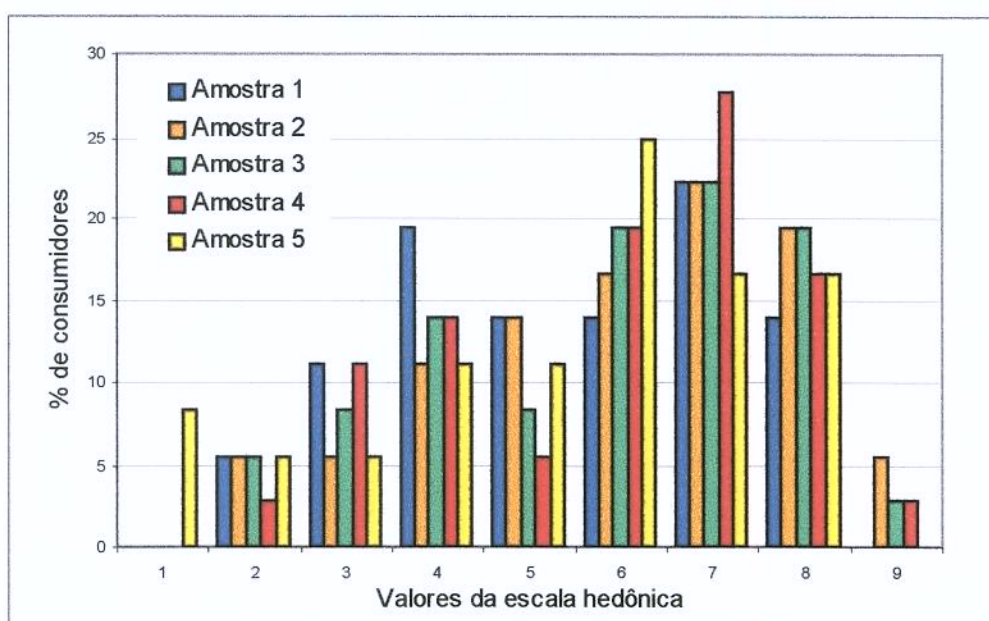


FIGURA 22 – Distribuição dos consumidores (%) em função dos valores de aceitação da CCD tipo *biltong* aos 12 meses, estocada à temperatura ambiente local.

4.3.2.4. - Teste de comparação com o padrão no tempo 12 meses

No Teste de comparação realizado, empregando escala estruturada de dez pontos, foram avaliados os atributos: Aspectos Globais (glob), Aspectos de Sabor (sab) e Aspectos de Textura (tex).

Analisando a Tabela 30, observou-se que todas as amostras, nos três atributos avaliados, apresentaram diferença significativa quando comparadas com o padrão.

As amostras acondicionadas em PET/Al/PEBDL e em PPBO/PPBOmet foram as que mais se aproximaram do padrão em todos os aspectos. Elas também se destacaram por terem preservado as características do produto, inclusive o aroma. A finalidade de se laminar dois ou mais filmes flexíveis de embalagem é a de incrementar as propriedades de barreira do laminado resultante, quando comparado com a de seu componentes individualmente (CABRAL & ALVIM, 1981).

TABELA 30 – Resultado do teste de Dunnett e a diferença entre as médias das 5 amostras com relação ao padrão.

Comparação entre as amostras	Grau de diferença da amostra controle**
Aspectos Globais	
PEBD	4,4571 *
Papel	4,4571 *
PPBO/PE	3,7429
PPBO/PPBOMET	3,5714
PET/AL/PEBDL	2,9429*
Aspectos Sabor	
PEBD	3,8000 *
Papel	3,4571 *
PPBO/PPBOMET	3,1429 *
PPBO/PE	3,0571 *
PET/AL/PEBDL	2,5714 *
Aspectos Textura	
Papel	3,3714 *
PEBD	3,3143 *
PPBO/PE	2,5143 *
PPBO/PPBOMET	2,4286 *
PET/AL/PEBDL	2,4000 *

*existe diferença significativa entre a amostra e o padrão, ao nível de 5% de significância.

**0=nenhuma diferença; 9=extremamente diferente

4.3.2.5. - Avaliação da cor no tempo 12 meses

A deterioração da cor de um produto alimentício é uma modificação indesejável, uma vez que geralmente representa o primeiro parâmetro através do qual o consumidor julga a sua qualidade. É uma característica determinante para sua aceitação, isto é, sua alteração é indício de que alterações físicas, químicas e microbiológicas podem estar ocorrendo. Estas alterações podem ocorrer mesmo no produto embalado, em maior ou menor grau, dependendo do material de embalagem. Não existe nenhuma publicação disponível na literatura sobre a estabilidade da cor do *biltong* sul africano.

Determinou-se instrumentalmente a cor das amostras da CCD tipo *biltong* armazenadas durante 12 meses e embaladas em diferentes materiais. Os resultados foram comparados com a cor do produto recém processado, segundo os parâmetros usados no tratamento II (Tabela 31, Anexos III-9 e 10). A taxa de permeabilidade do material de embalagem é um dos principais fatores que influenciam a cor de produtos cárneos curados (RIZVI, 1981).

TABELA 31 – Valores médios de L*, a* e b* do produto em 5 amostras diferentes, após 1 ano

Amostras	L*	a*	b*	ΔC	ΔE
Padrão (1)	25,11	6,13	7,23		
Papel (2)	43,07	10,85	23,89	16,76	24,95
PPBO/PE (3)	29,50	5,27	7,35	-0,44	4,48
PPBO/PPBOMET (4)	31,31	4,59	7,25	-0,90	6,39
PET/AL/PEBD (5)	29,25	4,58	6,54	-1,5	4,47
PPBD (6)	34,78	7,47	12,84	5,37	11,36

Todas as amostras apresentaram maior luminosidade que o padrão, visualmente observado pelo aspecto esbranquiçado das amostras. As amostras que apresentaram menor diferença com relação à luminosidade foram as amostras 3, 4 e 5, embaladas em PPBO/PE, PPBO/PPBOmet e PET/AL/PEBD, respectivamente (Anexo III-9). A cor das embalagens e a baixa permeabilidade aos gases as protege contra as reações de fotoxidação do pigmento cárneo (ACTON, 1986).

Quanto ao componente vermelho (a^*), as amostras 3, 4 e 5 apresentaram-se menos vermelhas, sendo mais acentuada a diferença nas amostras 4 e 5. Já em relação ao componente amarelo (b^*), praticamente não houve diferença entre o padrão e as amostras 3, 4 e 5 (Anexo III-9). Considerando a diferença de croma (ΔC^* - intensidade da diferença da parte cromática da cor entre dois objetos, onde não há participação da luminosidade - L^*) das 3 amostras, que pouco diferiram do padrão, a amostra 5 (PET/AL/PEBD) foi a que apresentou maior diferença.

As amostras 2 e 6 (produto embalado em papel e no PEBD, respectivamente), quanto à luminosidade, apresentaram-se mais claras que o padrão, com o maior valor para a mostra 2. Já em relação ao croma (a^* e b^*) o comportamento de ambas foi inverso ao das 3 amostras supracitadas. Os componentes vermelho e amarelo apresentaram diferença mais acentuada com relação ao padrão, especialmente a amostra 2. A diferença total de cor (ΔE) para as duas amostras foi extremamente alta (Anexo III-10). Nestas duas embalagens, as características de cromaticidade foram visivelmente alteradas, com destaque para o papel, pela sua baixa proteção à luz e ausência de barreira aos gases (Anexo III-9 e 10). Segundo JUDGE *et al*, (1989), o método mais eficaz para prevenir a descoloração é eliminar o oxigênio, evitando seu contato com a superfície do produto. Filmes com baixa permeabilidade ao oxigênio são nesse caso usados para impedir a exposição do produto ao oxigênio.

Comparando-se com o padrão, nota-se que as amostras que apresentam menor diferença total de cor são as embaladas em PPBO/PE ($\Delta E=4,48$) e PET/Al/PEBD (4,47) e a maior diferença ficou com o papel ($\Delta E 24,95$). Segundo

RIZVI (1981) e ACTON *et al.* (1986) a taxa de permeabilidade do material de embalagem é um dos principais fatores que influenciam na estabilidade da cor de produtos cárneos curados.

Usando-se a amostra recém processada como padrão, foi possível gerar um diagrama de cores onde estão localizadas as demais amostras de acordo com suas diferenças de L^* , a^* e b^* (Anexo III-8).

4.3.2.6. - Crescimento de *Dermestes maculatus* na CCD tipo *biltong*.

Os insetos adultos (Figura 23 e 24) possuem peças bucais do tipo mastigador, onde as mandíbulas movem-se para os lados, tornando-o capaz de arrancar e mastigar seu alimento (BORROR & DeLONG, 1969).



FIGURA 23 – Vista lateral do *Dermestes maculatus* adulto.



FIGURA 24 – Vista ventral de *Dermestes maculatus* adulto.

O tamanho dos besouros adultos variou de 6-8 mm. Após 85 dias apenas 10% dos besouros haviam sobrevivido.

Dos 5 casais de adultos, nasceram uma média de $55 \pm 5,6$ larvas de cor branca-cinza, cobertas por cerdas, que mediam 1,5 a 3,0 mm. Em 24 horas elas escureciam adquirindo cor marron. Não foi identificado o estágio de ovo. Osuji (1975), ao estudar o desenvolvimento de *Dermestes maculatus* em peixe seco, na Nigéria, identificou a larva inicial medindo 1,4-1,9 mm e a fase de desenvolvimento seguinte, que ocorreu muito rápido, medindo cerca de 2,2 mm. A grande faixa de variação do tamanho das larvas medidas no nosso experimento pode ter sido consequência da mistura larvas de diferentes estágios de desenvolvimento.

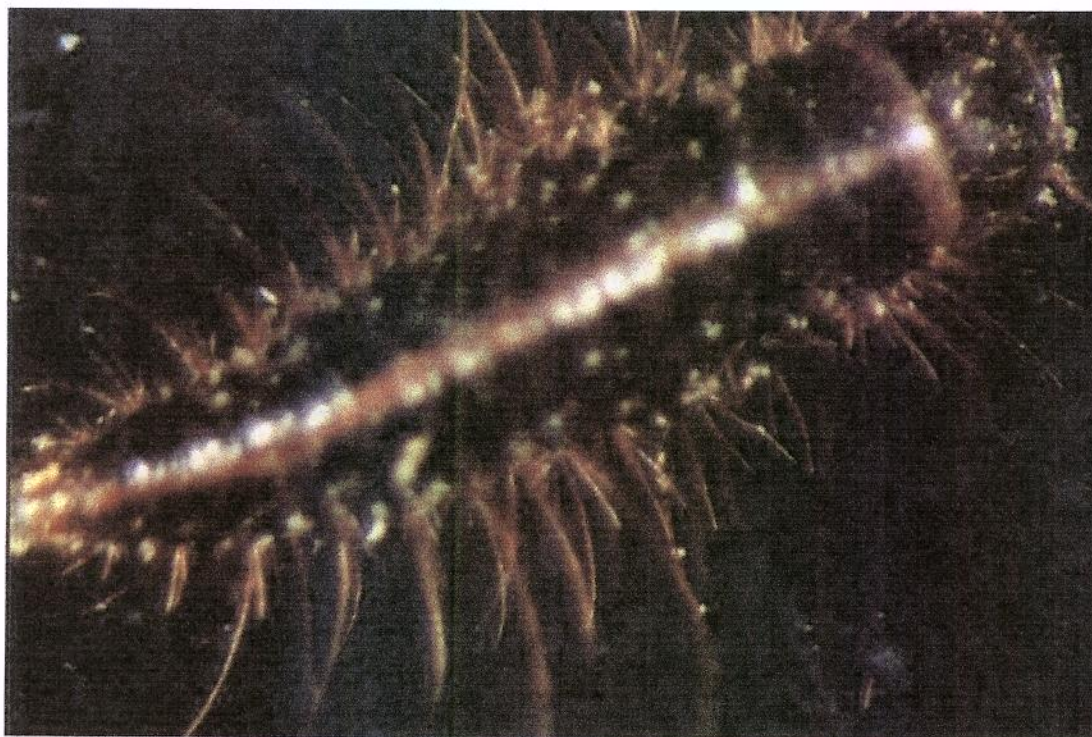


FIGURA 25 – Vista dorsal da larva adulta de *Dermestes maculatus*.

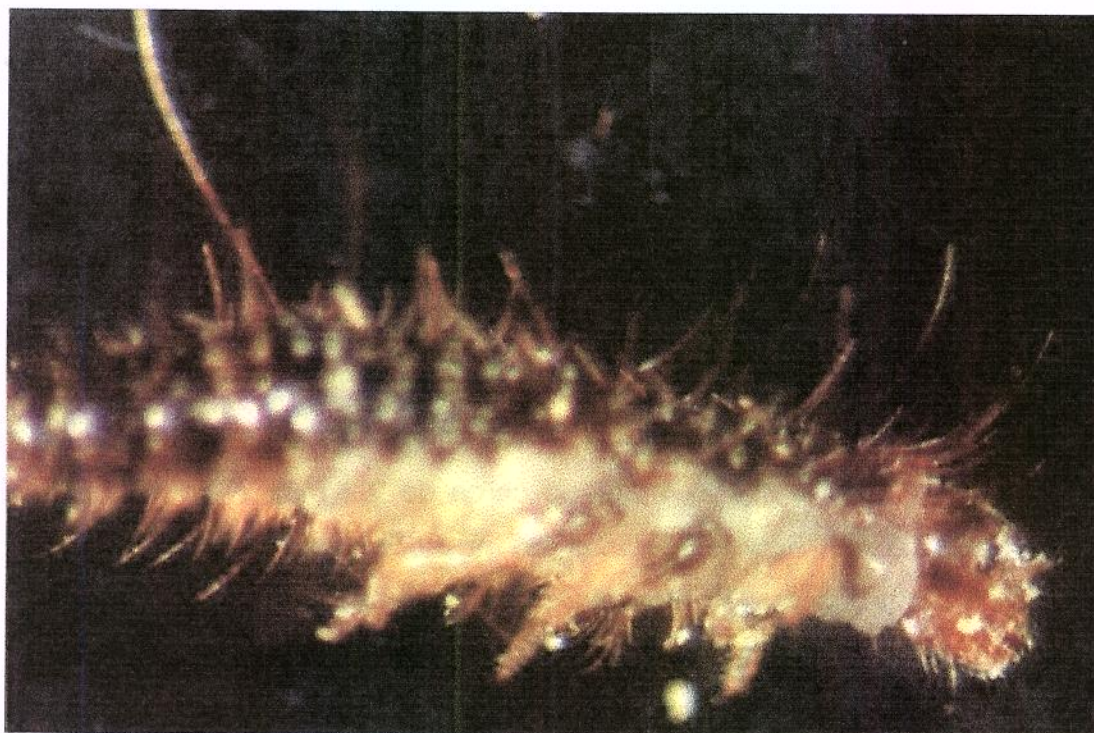


FIGURA 26 – Vista latero-ventral da larva adulta de *Dermestes maculatus*.

As larvas de dermestídeos passam por metamorfose completa (BORROR & DeLONG, 1969) e seu desenvolvimento sob as nossas condições estudadas demorou 48 ± 2 dias (Figuras 25 e 26) atingindo um comprimento de 11 a 14 mm no seu último estágio larval. No experimento realizado por Osuji (1975) o período total de desenvolvimento larval foi de 32-36 dias e as larvas atingiram o comprimento no último estágio de 13-15 mm.

A única mudança que se notou de um estágio para outro do desenvolvimento larval, foi o aumento do tamanho. OSUJI (1975), que identificou 7 mudas de desenvolvimento das larvas, afirma que não ocorrem diferenças morfológicas entre as fases.



FIGURA 27 – Vista dorsal de pupa de *Dermestes maculatus*.

Na fase de pré-pupa as larvas cavaram túneis dentro das tiras de carne, onde se encaixaram e permaneceram protegidas, adquirindo um formato encurvado de C. A muda final ocorreu no fim de estágio de pupa para adulto. A pupa tinha cor branca-amarelada, forma elíptica e permanecia imóvel (Figura 27). TAYLOR (1964) considera esta fase muito vulnerável pois as pupas podem ser devoradas por outras larvas (canibalismo), na ausência de alimento. O período de pupa variou de 9 a 14 dias. No trabalho de OSUJI (1975) o período de pupa durou 10 a 12 dias.

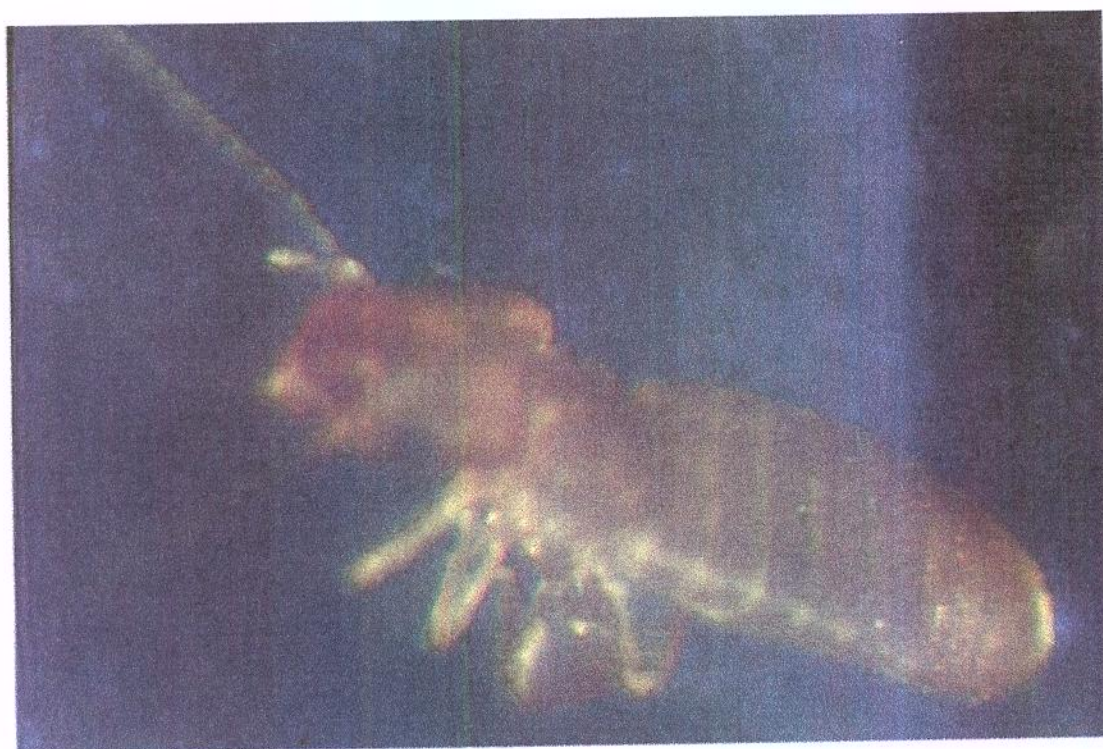


FIGURA 28 – Vista dorso-lateral do *Dermestes maculatus* recém-emergido.

O último estágio é o adulto. Adultos recém-emergidos (Figura 28), inicialmente apresentaram uma cor marrom pálida e foram escurecendo gradualmente. Eles foram capazes de voar imediatamente após emergirem. Foi observado um comportamento copulatório logo após se juntarem os pares, o que nos levou a

concluir que são, aparentemente, sexualmente maduros. Segundo Osuji (1975), a copulação geralmente ocorre imediatamente quando os adultos são emparelhados e os ovos são postos dentro de 12-40 horas.

No seu trabalho OSUJI (1975) concluiu que pondo um pedaço de algodão úmido no frasco onde estavam os besouros, favorecia a oviposição. Nessas condições, os ovos eram postos regularmente, excedendo a 100 por fêmea. Na ausência de água, a postura só ocorria 4 dias após a copulação. O fato de a oviposição de *Dermestes maculatus* ser beneficiada pela presença de água também foi observado por TOYE'S (1970) num mercado da Nigéria onde os vendedores durante a época seca espalhavam água sobre a superfície do peixe seco para diminuir as quebras que ocorriam pelo manuseio. Essa prática favorecia a infestação por dermestídeos. TAYLOR (1964) também observou que a presença de água melhorou a oviposição de *Dermestes maculatus*.

O nosso trabalho foi realizado na ausência de água, o que talvez explique o baixo índice de larvas nascidas por fêmea e o longo tempo de desenvolvimento até à fase adulta ($59,33 \pm 3,05$ dias). Estes resultados reforçam a necessidade de se armazenar a CCD tipo *biltong* em lugar seco e bem acondicionado, para prevenir invasão por estes besouros.

A CCD tipo *biltong* infestada pelos besouros apresentou um aspecto totalmente repulsivo aos olhos do consumidor (Figura 29).



FIGURA 29 – CCD tipo biltong recém processada (em baixo) e após ter sido invadida por besouros (em cima).

4.3.2.6.1. Determinação da barreira das embalagens aos insetos

De modo geral, as embalagens são especificadas não apenas em função do produto, mas também levando em conta o processamento, o tempo e as condições de estocagem (MADI, 1981). As perdas por infestação de insetos em produtos acondicionados geralmente ocorrem porque os insetos furam o material de embalagem (penetradores) ou entram na embalagem através de orifícios pré-existentes devido à má selagem ou danos mecânicos (invasores) (MULLEN, 1993).

Foi observada a ausência de contaminação por insetos nos produtos acondicionados nas embalagens de PPBO/PE, PPBO/PPBOmet. e de PET/Al/PEBD. As embalagens de papel e PPBD não ofereceram proteção adequada a invasão de coleópteros *Dermerstes*. MULLEN (1993) ao determinar a resistência de materiais flexíveis à invasão por insetos concluiu que estes penetraram em um ou mais dos dezoito filmes e laminados de várias espessuras testados, contudo nenhum penetrou poliéster/polietileno, polietileno/alumínio e polopropileno/polietileno. Filmes de PPBO foram mais resistentes do que os mesmos não orientados. O papel foi o menos

resistente. O autor concluiu também que a espessura dos filmes aumentou a resistência à penetração.

JORDÃO *et al.* (1978) ao estudar o desempenho de 4 tipos de embalagens, isto é, PPBO, PE, algodão e sacos de papel "Kraft", nas condições climáticas médias mensais prevaletentes na região de Campinas, no período de Março de 1976 a Março de 1977, concluiu que o PPBO oferece maior resistência à tração, sem variações no decorrer do tempo de armazenagem.

O conhecimento da resistência dos materiais de embalagem à invasão por insetos maximiza a proteção dos alimentos e minimiza as perdas durante o armazenamento.

5. - CONCLUSÕES

As condições otimizadas escolhidas para validação dos modelos experimentais foram o tempo de 21 horas e a temperatura de 42°C. Nestas condições, obteve-se um produto final estável com atividade de água, teor de umidade e de sal na ordem de 0,667, 23,19% e 7,7%, respectivamente. Os valores dos componentes da cor da CCD tipo *biltong* foram: $L^*=25,11$; $a^*=6,13$ e $b^*=7,23$.

Este estudo sugere uma faixa de atividade de água que melhor responde às características desejáveis para a CCD tipo *biltong* variando de 0,571- 0,725. Uma atividade de água maior que 0,725 significa uma maior susceptibilidade do produto à deterioração microbiana. Por outro lado, uma atividade de água menor que 0,5 exige maior controle das condições de armazenamento e deixa o produto mais vulnerável às perdas econômicas devido à supersecagem.

A equação de GAB pode ser usada para descrever o comportamento de adsorção de água da CCD tipo *biltong* a valores de atividade de água entre 0,43-0,90. O bom ajuste aos dados experimentais é indicado pelo valor do desvio médio percentual (P) inferior a 10%. Quando usado o modelo de Oswin para o ajuste da isoterma de adsorção, o valor de P foi superior a 10%, caracterizando um ajuste inadequado.

O produto apresentou média de aceitação de 7,05 ("gostei ligeiramente") no tempo zero. Após 6 meses, o produto acondicionado em 5 embalagens diferentes apresentou médias que variaram de "gostei ligeiramente" para PPBO/PE e PET/Al/PEBDL a "gostei moderadamente" para PPBO/ PPBOmet., papel e PEBD. Aos 360 dias as médias de aceitação variaram de 6,0 ("gostei moderadamente") a 5,4 ("não gostei nem desgostei"). Não houve diferença significativa, ao nível de 5%, entre as amostras. Não foram observadas diferenças sensoriais mais evidentes ao longo dos 360 dias de armazenamento, o que provavelmente se deve ao fato de os provadores não serem familiarizados com as características do produto.

As embalagens de PET/Al/PEBD, PPBO/PPBO met. e PPBO/PE pelas suas propriedade de barreira proporcionaram melhor preservação das características sensoriais e cor do produto ao final dos 360 dias de armazenamento. A combinação de embalagem colorida e com baixa TPO₂ (1,4, 56 e 83 cm³O₂/m².dia) apresentou-se suficiente para garantir a estabilidade da cor ao longo dos 360 dias de armazenamento em condições de ambiente local. O aumento da permeabilidade ao oxigênio do material de embalagem foi diretamente proporcional ao grau de descoloração do produto. Os produtos acondicionados nas embalagens de papel e PEBD sofreram maior descoloração e rejeição pelos consumidores.

A boa proveniência da carne, os cuidados durante o processamento, a presença de nitrito, o baixo teor de a_w e o acondicionamento adequado contribuíram para a preservação da estabilidade microbiológica e ausência de contaminação por ácaros e insetos do produto ao longo do armazenamento.

Quando realizada a contaminação forçada da CCD tipo *biltong* com o besouro *Dermestes maculatus*, concluiu-se que a deficiência de umidade não favorece a reprodução e desenvolvimento destes insetos. Estes resultados reforçam a necessidade de um lugar seco e um correto acondicionamento, para se obter uma longa vida de prateleira do produto.

Na contaminação forçada do produto acondicionado, as embalagens de papel e PEBD mostraram-se ineficientes na proteção contra a invasão de *Dermestes maculatus* (Coleoptera).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHA GUTIÉRREZ, A., GARCÍA CACHÁN, M. D., FERNÁNDEZ MARTÍN, J.A. Nuevas tendencias en la lucha contra los ácaros del jamón curado. **Eurocarne**, n.31, 1994.

ACTON, J.C.; DICK, R.L. Composition of some commercial dry sausages. **Journal of Food Science**. V.41, n. , p.971-972, 1976

ACTON, J.C.; FERGUSON, L.B.; DICK, R.L. Effect of oxygen transmission rate of packaging films on color stability of vacuum packaged chicken bologna. **Poultry Science**, v.44, p.1124-1128, 1986.

ADESIYUN, A.A. Enterotoxigenicity of *Staphylococcus aureus* strains isolated from Nigerian ready-to-eat foods. **Journal of Food Protection**, v. 47, p. 438-440, 1984.

AGUERRE, R.J.; SUAREZ, C.; VIOLLAZ, P.E. New BET type multilayer sorption isotherm. Part II: Modelling water sorption in foods. **Lebensmittel –Wissenschaft und-Technologie**, v. 22, n. 1, p.192-195, 1989

AGUILERA, J.M.; CHIRIFE, J.; PARADA, E. CYTED-D: a multinational project on intermediate moisture foods. Presented at Annual Meeting of the Institute of Food Technologists, held June 25-29, 1989, Chicago, USA.

ALONGE, D.O. Factors affecting the quality of smoke-dried meats in Nigeria. **Acta Alimentaria**, v. 16, n. 3, p. 263-270, 1987.

A.O.A.C. **Official Methods of Analysis**, 14^a ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., 1984.

ARNAU, J. & GUERRERO, L. Physical methods of controlling mites in dry-cured ham. **Fleischwirtschaft** v. 74, n. 12, p. 1311-1313, 1994.

ARNAU, J.; MANEJA, E.; GUERRERO, L.; MONFORT, J. M. Definicion y estudio de las alteraciones y defectos de producción más frecuentes en jamon curado. **Informe del Centre de Tecnologia de la Carne** (IRTA), 1990.

ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS). **Annual Book of ASTM** (Standards test methods for water vapor permeability, designations D 895-94, D 1804-63, 3028-72 and D 1251-94), Philadelphia: ASTM, v.15, n.9, p.117-8, p.201-202, 1997.

BAGGIO, D.; FIGUEIREDO, S. M.; FLECHTMANN, C. H. W.; ZAMBONI, C. Q.; MIRANDA, S. H. G. Avaliação da presença de ácaros em cereais armazenados na grande São Paulo. **Anais da ESALQ**, v. 44, p. 617-626. Piracicaba, 1987.

BARBAR, S. O consumidor precisa conhecer o fabuloso alimento que é o charque. **Revista Nacional da Carne**, v. XVIII, n. 2, 1994.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. **Planejamento e otimização de experimentos**. Campinas: Ed. Unicamp, 1996.

BASSON, D.S. The manufacture of ostrich *Biltong*. **Food Industry of South Africa**, v. 22, n. 12, p. 23, 1970.

BASSON, D.S. & VISSER, A.C. Ontwatering van volstruis *Biltong*. **Food Industry of South Africa**, v. 24, n. 10, p. 18-22, 1972.

BLIGH, E.G.; DYER, W.S. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can. Journal Biochem. Physiol.** v.37, n.8, p.911-917, 1959.

BOESE, J. L. Mites. In: GORHAM, J. R. (Ed.). **Principles of Food Analysis for Filth, Decomposition and Foreign Matter**. Washington: AOAC/FDA, 1985. p. 63-82. (FDA Technical Bulletin 1).

- BOESE, J. L.; BANDLER, R. Extraneous materials: Isolation. In: Herlick, K. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15^a edição. Arlington, V.A. AOAC, 1990. P.369-424.
- BORROR, D.J.; DeLONG, D.M. **Introdução ao estudo dos insetos**. Editora Edgard Blücher Ltda- São Paulo- Brasil, 1969.653p.
- BOQUET, R.; CHIRIFE, J.; IGLESIAS, H. Equations for fitting water sorption isotherms of foods: Part II- Evaluation of various two-parameter models. **Journal of Food Technology**, v. 13, n. 4, p. 319-327, 1978.
- BOX, G.E.P.; WETZ, J. Criteria for judging adequacy of estimation by an approximate response function. **University of Wisconsin Technical Report**, n. 9, 1973.
- BREWER, M.S., WU, S.Y. Display, packaging and meat block location effects on color and lipid oxidation of frozen lean ground beef. **Journal of Food Science**, v. 58, n. 6, p. 1219-1223, 1993.
- CABRAL, A C.D.; ALVIM, D.D. Alimentos desidratados- conceitos básicos para a sua embalagem e conservação. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL)**, Campinas, v.18, n.1, p.1-65, 1981.
- CATTANEO, P. Difetti di colore in bresaole e speck da eccesso di nitrato e nitrito. **Ingegneria Alimentare**, v. 11, n. 5, p. 25-30, 1995.
- CHASCO, I.; LIZASO, G.; BERIAIN, M.J. Cured colour development during sausage processing. **Meat Science**, v. 44, n. 3, p. 203-211, 1996.
- CHIRIFE, J. & FAVETO, G. J. Some physico-chemical basis of food preservation by combined methods. **Food Research International**, v. 25, n. 5, p. 389-396, 1992.
- CHIRIFE, J. & IGLESIAS, H.A. Equations for fitting water sorption isotherms of foods: Part I: a review. **Journal of Food Technology**, v. 13, n. 3, p. 159-174, 1978.

CHIRIFE, J. & FONTÁN, C. Water activity of fresh food. **Journal of Food Science**, v. 47, p. 661-663, 1982

CROSS, H.R.; DURLAND, P.R.; SEIDMAN, S.C. Sensory quality of meat. In: BECHTEL, B.J. (ed.) **Muscles as Food**. London: Academic Press, 1986. p.279-288.

CUNNINGTON, A.M. Physical limits for complete development of the grain mite *Acarus siro* (Acarina, Acaridae), in relation to its world distribution. **Journal Applied Ecology**. V.2, n.2, p.295-306, 1965.

CURIALE, M.S. Shelf-life evaluation analysis. **Dairy, Food and Environmental Sanitation**, v. 11, n. 7, p. 364-369, 1991.

DZIMBA, F. E. J. M.; SILVA, M. A. A. P.; CARVALHO Jr., B. C.; FARIA, J. A. F. Estudo da Aceitação do *biltong* tipo Sul Africano no Brasil. **XVI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Rio de Janeiro, 1998.

DZIMBA, F.E.J.M; DA SILVA, M.A.A.P.; FELÍCIO, P.E.; FARIA, J.A.F. Estudo da aceitação do *biltong* tipo sul africano por consumidores potenciais brasileiros. **II Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos**. Campinas, 1997.

EAKES, B.D.; BLUMER, T.N. Effect of variuos levels of potassium nitrate and sodium nitrite on colour and flavour of cured loins and country-style hams. **Journal of Food Science**, v. 40, p. 973, 1975.

FAO Rapport au Gouvernement du Mali sur les ameliorations possibles de l'útilisation des produits de la peche, etabli sur la base des travaux de A. Szabo, Expert FAO/TA du traitement du poisson. **Rep. FAO/UNDP (TA)**, n.2900. Rome: FAO, 1970.

FAO The prevention of losses in cured fish. **FAO Fish Technical Papers**, n.219, 1981. Rome:FAO, 87p.

FAPARUSI, S.I. Identity of microorganisms from Khundi- a smoked meat. **Journal of Food Protection**, v. 44, n. 2, p. 581-582, 1981.

- FARIA, J.A. F. Estabilidade de Alimentos em embalagens plásticas. **Apostila de aula**. Campinas, Unicamp/FEA, 1990.
- FAYRDIN, A. Modernidade e Tecnologia chegam à Indústria do charque. **Revista Nacional da Carne**, XV (3), 1991.
- FENEMMA, O.R. **Food Chemistry**. Marcel Dekker, INC, New York and Basel, 1985
- FLETCHMANN, C. H.W. **Ácaros de importância médico veterinária**. São Paulo: Editora Livraria Cosmos, 3. ed., 1985.
- FLEURAT, L.F. Description et biologie des acariens. In: **Les insects et les acariens des cereales stockées**. AFNOR/ITCF. Paris, 1978.
- FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). The food defect action levels for human use that present no health hazard. Washington: Department of Health and Human Services/Public Health Service Food and Drug Administration Bureau of Foods, 1982. 20p.
- FOX, J.B., Jr.; ACKERMAN, S.A. Formation of nitric oxide myoglobin: mechanisms of the reaction with various reductants. **Journal of Food Science**, v.33, n.4, p.364-370, 1968.
- FRANCIS, F.J. Color measurement and interpretation. In: FUNG, D.Y.C.; MATTHEWS, R.F. **Instrumental methods for quality assurance in foods**. New York: marcel Dekker, 1991. p. 189-210.
- GAILANI, M.B. & FUNG, D.Y.C. Microbiology and water activity relationship in the processing and storage of Sudanese dry meat (Sharmoot). **Journal of Food Protection**, v. 52, p. 13-20, 1989.
- GARCIA, E.E.; PADULA,M.; SARANTOPOULOS, C.I.G.L. **Embalagens plásticas: propriedades de barreira**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1989. 44p.

GIACCONE, V.; SIBOUR, M.; PARISI, E. Embutidos italianos secos y escaldados cortados en rodajas y envasados al vacío. Procesos microbiológicos y consevabilidad. **Fleischwirtsch, espanol**, v. 2, p. 43-46, 1988.

GIONANNI, M.E. ; PANGBORN, R.M. Measurement of taste intensity and degree of liking of beverages by graphic scales and magnitude estimation. **Journal of Food science**. v.48, p. 1175-1181, 1183, , 1983.

GORHAM, J. R. Filth in foods: implications for health. **Principles of Food Analysis for Filth, decomposition and Foreign Matter**. Washington, AOAC/FDA, 1985. p27-32. (FDA Technical Bull.)

GUERRERO, L. & ARNAU, J. Dry-cured ham, Chemical methods to control mites. **Fleischwirtsch**, v. 75, n. 4, p. 449- 50, 1995.

HAYES, P.R. Food Spoilage. In: **Food microbiology and hygiene**. London: Elsevier Applied Science Publishers, 1985. Chap.3, p.80-139.

HEALTH PROTECTION BRANCH, HEALTH AND WELFARE (HPB). **Guidelines for extraneous material in food**. Ottawa, 1984. 5p.

HEINZ, G.; WINKELMANN, F. Manual on simple methods of meat preservation. FAO, Animal Production and Health Paper, n. 79. Rome:Food and Agriculture Organization of the United nations, 1990. 87 p.

HOLLEY, R.A. Beef jerky: viability of food-poisoning microorganisms on jerky during its manufacturing and storage. **Journal of Food Protection** v.48, n..., p.100-106, 1885.

HUGHES, A. M. The mites of stored food and houses. **Technological Bulletin**, n. 9, 2. ed., 1976.

IGENE, J.O. & ABULU, E.O. Nutritional and bacteriological characteristics of tsire-type-suya, a popular Nigerian meat product. **Journal of Food Protection**, v. 47, p. 193-196, 1984.

IGENE, J.O. Total plate count and coliform density for retail suya (tsire). **Tropical Veterinary.**, v.1, p. 85-91, 1983.

IGENE, J.O.; FAROUK, M.M.; AKANBI, C.T. Preliminary studies on the traditional processing of Kilishi. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 50, p. 89-98, 1990.

JORDÃO, B. A.; CABRAL. ACD; SHIROSE,I. Avaliação de sacarias de fibras naturalis, sintéticas, filmes e papeis usadas no acondicionamento ou na comercialização atacadista. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas. V.9:p.201-237, 1978.

JUDGE, M.; ABERLE, E.; HEDRICK, H.; MERKEL, R. 1989 Properties of fresh meat tissues. Cap.6. In **Principles of Meat Science**, M.Judge; E. Aberle; J. Forrest; H.Hedrick; R. Merkel (ed.), p.125-133, Hunt Publishing Company, USA.

KAPSALIS, J.G. The influence of water parameters in foods at Intermediate Moisture Levels. In:**Textural parameters of foods**.

KEMP, J.D.; FOX, J.D.; MOODY, W.G. Cured ham properties as affected by nitrate and nitrite and fresh pork quality. **Journal Food Science**, v. 39, p. 972, 1974.

KHATOON, Nilufar; HEATHER, N.W. Susceptibility of *Dermestes maculatus* de Geer (Coleoptera: Dermestidae) to gamma radiation in a nitrogen atmosphere. **Journal of Stored Food Product Research**, v.26, n.4, p.227-232, 1990.

KHURI, A.I.; CORNELL, J.A. **Response surfaces: designs and analyses**. 2. ed. New York: Marcel Dekker, Inc. 1996.

KRAMER, A. Food Texture- definition measurement and relation to other food quality attributes. In: **Texture Measurement of Foods**. A. Kramer and A. S. Szczesniak (eds.)p.1, 1973.

KURTZ, O.L. & HARRAIS, K.L. **Microanalytical entomology for food sanitation control. Association of Official Agricultural Chemists**. Washington, D.C., 596p. 1962.

LABUZA, T.P. Storage stability and improvement of intermediate moisture foods. Final Report, Phase II, NASA Contract NAS 9-12560, Houston, Texas, USA, 1974. 265p.

LABUZA, T.P. Sorption phenomena in foods. **Food Technology** v. 22, p. 263-272, 1968.

LABUZA, T.P.; MIZRAHI, S.; KAREL, M. Mathematical models for optimization of flexible film packaging of foods for storage. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**. V.15, n.2, p.150-155, 1972.

LABUZA, T.P.; SCHIMIDIL, M.K. Use of sensory data in the shelf life testing of foods: principles on graphical methods for evaluation. **Cereal Foods World** v.33, n.2, p.193-206, 1988.

LANARA- Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos Analíticos Oficiais para controle de Produtos de Origem Animal e seus ingredientes- Ministério da Agricultura**.1981

LAZARIDES, H.N. Application of the transformed GAB Equation to delineate moisture sorption behavior of an intermediate moisture meat product. **Lebensmittel - Wissenschaft und-Technologie**, v. 24, p. 310-314, 1991.

LAZARIDES, H.N.; GOLDSMITH, S.M.; LABUZA, T.P. Extending shelf life of an intermediate moisture food. **Chemical Engineering Progress**, v.84 n.5, p. 45-51, 1988.

LEISTNER, L. Fermented and intermediate moisture products. Proc. 36th ICOMST. Havana, 1990a. p. 848-849)

LEISTNER, L. Mould-fermented foods: recent developments. **Food Biotechnolog.** v. 4, p. 433-441, 1990b.

LEISTNER, L. Shelf stable product and intermediate moisture foods based on meat. In: L.B. Rockland and L.R. Beuchat. **Water activity: theory and application to food.** New York: Marcel Dekker Inc., 1987. p.295-327

LEISTNER, L. Shelf-stable products and intermediate moisture foods based on meat. In: ROCKLAND, L.B.; BEUCHAT, L.R. (eds.) **Water activity: theory and applications to food.** New York: Marvel Dekker Inc., 1987. p.295-327.

LEISTNER, L.; RODEL, W. The stability of intermediate moisture foods with respect to micro-organisms. In: DAVIES, R.; BIRCH, G.G.; PARKER, K.J. (eds.). **Intermediate moisture foods.** London: Applied Science Publishers Ltd., pp.120-137, 1976.

LEISTNER, L.; RODEL, W.; KRISPIEN, K. Microbiology of meat and meat products in high- and intermediate-moisture ranges. In: ROCKLAND, L.B.; STEWART, G.F. (Eds.) **Water activity: influences on food quality.** New York: Academic Press, 1981. pp.855-916.

LEWIS, H.E.; MASTERTON, J.P. The food value of *Biltong* (South African dried meat) and its use on expeditions. **British Journal of Nutrition**, v. 11, p. 5-13, 1957.

LINHARES, X. A.; BENTO Jr., C. C.; SANTOS, J. C. Ocorrência de *Ácarus siro* em charque embalado a vácuo. **Higiene Alimentar**, v. 5, n. 17, p. 25-31, 1991.

LOMAURO, C.J.; BAKSHI, A.S.; LABUZA, T.P. Evaluation of food moisture sorption isotherm equations. Part I: fruit, vegetables and meat products. **Lebensmittel - Wissenschaft und-Technologie**, v. 18, n. 2, p. 111-117, 1985a.

LOMAURO, C.J.; BAKSHI, A.S.; LABUZA, T.P. Evaluation of food moisture sorption isotherm equations. Part II: milk, coffee, tea, nuts, oilseeds, spices and starchy foods. **Lebensmittel -Wissenschaft und-Technologie**, v. 18, n. 2, p. 118-124, 1985b.

MacFIE, H.J.; BRATCHEL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L.V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v. 8, p. 129-148, 1989.

MANU-TAWIAH, W.; AMMANN, L.L.; SEBRANEK, J.G.; MOLINS, R.A. Extending the color stability and shelf-life of fresh meat. **Food Technology**, v. 45, n. 3, p. 100-102, 1991.

MARAZZA, V.; PERSIANI, G. Azione delle basse temperature su acari infestanti gli alimenti di origine animale. Atti Soc. Italy Sci. Vet. V.13, p.383, 1959.

MAURI, R. & MOSQUERA, S. Acaros y artropodos asociados al alimento de animales de laboratorio. **Neotropica**, v. 32, n. 8, p. 183-188, 1986.

MEILAGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: CRC Press, 1988. p.281.

MINOLTA CAMERA Co, LTD. **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation**. Osaka, 1993. 49p. Catálogo.

MOSKOWITZ, H.R. A commercial application of RSM for ready to eat cereal. **Food Quality and Preference**, v. 8, n. 3, p. 191-201, 1997.

MOSKOWITZ, H.R. Product testing 2: modeling versus mapping and their integration. **Journal of Sensory Studies**, v.9, p. 323-336, 1994.

MOTARJEMI, Y. A study of some physical properties of water in foodstuffs. PhD thesis, Department of Food Engineering, Lund University, Sweden, 1988.

MULLEN, M.A. Rapid determination of effectiveness of insect resistant packaging. **Journal of stored products research**. V30, n.1. p.95-97, 1994.

MUNOZ, A; CHAMBERS IV, E.; HUMMER, S. A multifaced category study: how to understand a product category and its consumer responses. **Journal of Sensory Studies**, v.11, 261-294, 1996.

NAKAYAMA, T.O.M.; ALLEN, J.M.; CUMMINS, S.; WANG, Y.Y.D. Disinfestation of dried foods by focused solar energy. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.1, n.1, p.1-8, 1982.

OKAMOTO, M.; MATSUMOTO, K.; SHIRASAKA, R. Studies on the attaching behavior of the *Lardoglyphus kono* (Acari, Lardoglyphidae) hipopus and its molting into the tritonymph. **Japanese Journal of Sanitary Zoology**, v. 42, n. 3, p. 219-228, 1991.

OLIVER, J.R.; BLAKENEY, A.B.; ALLEN, H.M. Measurement of flour color in color space parameters. **Cereal Chemistry**, v. 69, n. 5, p. 546-551, 1992.

OLSEN, A. R. Mites and other filth in dried shrimp imported into the United States from the Orient. **Journal of Food Protection**, v. 45, n. 13, p. 1204-1207, 1982.

OSUJI, F.N.C. Some aspects of the biology of *Dermestes maculatus* Degeer (Coleoptera, Dermestidae) in dried fish. **Journal of Stored Food Product Research**, v.11, n.1, p.25-31,1975.

PASQUINI, D.; BETINNI, T.A S. Presenza di acari e determinazione del grado di infestazione negli sfarinati. **Scienza e tecnologia degli alimenti**. V.3, n.4, p.247-250, 1973

PEACE, McC. D.; GARDINER, M. A. **Extraneous matter in foods: detection, identification and evaluation**. Ontario: Polyscience Publications Inc, 1990. 67p.

PEREZ-ALVAREZ, J.A.; FERNANDEZ-LOPEZ, I.; SAYAS-BARBERA, M.E.; CARTAGENA-GARCIA, R. **Eurocarne** (Espanha), n.63, p. 115-122, 1998.

PERRUCCI, S. Acaricidal activity of some essential oils and their constituents against *Tyrophagus longior*, a mite of stored food. **Journal of Food Protection**, v. 58, n. 5, p. 560-563, 1995.

POINTEL, J.G.; van SAM, P. Effets des radiations ionisantes sur le development de *Dermestes maculatus* DeG. **Journal of Stored Food Product Research**, v.5, n.2, p.95-109, 1969.

POTGIETER, H.N. **Biltong**. Pretoria: South African Meat Industry Centre, Animal Nutrition and Animal Products Institute, 1997.

PRIOR, B.A. Role of microorganisms in *Biltong* flavour development. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 56, p. 41-45, 1984.

PRIOR, B.A.; BADERHOST, L. Incidence of Salmonellae in some meat products. **South African Medical Journal** v.48, p.2532-2533, 1974.

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**, v. 6, n. 1, p. 203-232, 1975.

RISVIK, E. Sensory properties and preferences. **Meat Science**, v.36, n.1, p.67-77, 1994.

RIZVI, S.S.H. Requirements for foods packaged in polymeric films. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, West Palm Beach, v.14, n.2, p.111-134, 1981.

ROCKALAND, L.B.; NISHI, S.K. Influence of water activity on food producy quality and stability. **Food Technology**, v. 34, n. 4, p. 42-51, 1980.

SANTANAMARIA, I.; LIZARRAGAT, T.; ASTIASARAN, I.; BELLO, I. Development of colour in *Pamplona chorizo*: reactions of nitrites, nitrates and meat pigments. **Alimentaria**, v.229, p. 23-26, 1992.

SANTOS, J.C; CARVALHO Jr., B; LINHARES, AX. Ocorrência de *Acarus siro* em charque embalado à vácuo. **Higiene alimentar**. V.5, n.17, p.25-32, 1991

SCHMIDT, U.; CREMMILING, K. Bekämpfung des Milbenbefalls bei Fleischerzeugnissen. **Fleischwirtschaft** v.55, p.823, 1975

SAS® Statistical Analytical System. Cary: SAS Institute Inc. Version 6.12. 1996.

SHIMOKOMAKI, M., FRANCO, B.D.G.M., CARVALHO Jr., B.C. Charque e produtos afins: tecnologia e conservação- uma revisão. **Boletim da SBCTA**, v. 21, n. 1, p. 25-35, 1987.

SOLOMON, M.E. **Pests in Packaging. Weight loss from infestation**. Food, 1959, 4p.

STATISTICA FOR WINDOWS. Copyright® StaSoft. Inc., Tulsa. Version 5.0. 1995.

STONE, H.; SIDEL, J.L. Affective testing. In: STONE, H; SIDE, J.L. (Eds.) **Sensory evaluation practices**. Boston: Academic Press, 1993. p.227-252.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. Orlando: Academic Press, 1985. p. 310.

SWAN, J.E.; ESGUERRA, C.M.; FAROUK, M.M. Some physical, chemical and sensory properties of chevon products from three New Zealand goat breeds. **Small Ruminant Research**, v. 28, p. 273-280, 1998.

SZCZESNIAK, A. Classification of texture Instrumentation. *Journal of Food Science* v.28, n.4, p.385-389, 1963.

SZCZESNIAK, A.& KAHN, E.L. Consumer awareness of and attributes to food texture. I. Adults. *Journal texture studies*. V.2, p.280-295, 1971.

TAYLOR, M.B. Changes in microbial flora during production. **South African Food Review** v. 3, n. 2, p. 120-123, 1976.

THOMAS, P.L. Dried meat products. **CSIRO Food Research. Quarterly** v. 35, p. 73-78, 1975.

TOLEDO, R.T. **Fundamentals of Food Poocess Engineering**. 2. ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. p. 456-506.

TROLLER, J.A. Influence of water activity on microorganisms in foods. **Food Technology** v. 34, n.1, p. 76-80, 82, 1980.

TROLLER, J.A. Water relations of foodborne bacterial pathogens- An update review. **Journal of Food Protection**. v.49, n. , p.656-670, 1986

VAN DEN HEEVER, L.W. Some public health aspects of *Biltong*. **Journal of South African Veterinary Medical Association**, v. 41, n.4 p. 263-272, 1970.

VAN DEN HEEVER, L.W. The control of yeast on *Biltong* with sorbic acid. **Food Industries of South Africa**, v. 25, n. 5, p. 11-15, 1972.

VAN DER RIET, W.B. *Biltong*, a South African dried meat product. **Fleischwirtschaft**, v. 62, n. 8, p. 1000-1001, 1982.

VAN DER RIET, W.B. Studies on the mycroflora of *Biltong*. **South African Food Review**, v. 3, n. 1, p. 105-111, 1976a.

VAN DER RIET, W.B. The preservation of *biltong* with sorbic acid. **South African Food Review**, v. 8, n. 2, p. 63-68, 1981.

VAN DER RIET, W.B. Water sorption isotherms of bei *Biltong* and their use in predicting critical moisture contents for *biltong* storage. **South African Food Review** v. 3, n. 6, p. 93-96, 1976b.

VANDERZANT, C. & SPLITTSTOERSSER, R.D.F. **Compendium of methodes for the microbiological examination of foods**. 15. ed. Washington, D.C.: APHA, 1990. p. 1218.

VIJAYAMBIKA, V.; CICALYKUTTY, A. K.; BAALASUBRAMANIAN, N. K.; JOHN, P. A. The influence of temperature and relative humidity on the seasonal fluctuations of populations of adult *Lardoglyphus konoy*. **Acarologia**, v. XXIV, n. 1, p.75-78, 1983.

WAKELING, C.; MacFIE, H.J. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, v. 6, n. ??, p. 299-308, 1995.

WALKER, D.J. **Control of insect infestation in fishery products in LDCs**. Post-harvested Fishery Losses Workshop. Rhode island University, 1987.

WALKER, D.J.; WOOD, C.D. Non-insecticidal methods of reducing losses due to infestation of cured fish with beetle pests (Coleoptera). **FAO Fisheries Report**, v. 329, p.380-389, 1985.

WASZCZYNSKYJ, N; RAO, C.S.; DA SILVA, R.S.F. Extraction of proteins from wheat bran: application of carbohydrases. **Cereal Chemistry**, v. 58, n. 4, p. 264-266, 1981.

YANG, Y.H. Talking about development of meat industry in China. Circular n.1. Peking: China Meat Research Center, 1988. p.42-46.

WILKIN, D.R.; HOPE, J.A. Evaluation of pesticides against stored product mites. **Journal of Stored Products Research**. V.8, p.323-327, 1973.

WILKIN, D.R. The effects of machanical handling and the admixture of acaricides on mites in farm-stored barley. **Journal of Stored Products Research** v.11, p.87-95, 1975.

WILKIN, D.R. General aspects of grain storage. **Ferment**. V.3, p.189, 1990.

7. ANEXOS

Anexo I- Ordem de apresentação das amostras em cada uma das sessões de teste.

Consumidor	Sessão 1					Sessão 2					Sessão 3			
	d	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	d	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	d	9 ^a	10 ^a	11 ^a
1	d	7	11	4	8	8	5	3	6	10	10	1	2	9
2	d	10	2	3	9	9	8	1	11	6	6	7	5	4
3	d	8	3	11	10	10	7	2	4	9	9	5	1	6
4	d	11	8	7	3	3	4	10	5	2	2	6	9	1
5	d	3	10	8	2	2	11	9	7	1	1	4	6	5
6	d	4	7	5	11	11	6	8	1	3	3	9	10	2
7	d	6	5	1	4	4	9	7	2	11	11	10	8	3
8	d	9	1	2	6	6	10	5	3	4	4	8	7	11
9	d	1	6	9	5	5	2	4	10	7	7	3	11	8
10	d	5	4	6	7	7	1	11	9	8	8	2	3	10
11	d	2	9	10	1	1	3	6	8	5	5	11	4	7
12	d	5	6	4	1	1	7	9	11	2	2	8	10	3
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
35														

d: amostra considerada "dummy", não utilizada na análise de dados.

Anexo II-Modelo de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para atividade de água, umidade, Textura instrumental e parâmetros sensoriais (Aceitação de sabor, textura e aceitação global).

RESPOSTA	MODELO*	R^2	R^2 ajustado
Ativ. de água	$Y = 0,5911 - 0,0423 X_1 + 0,0109 X_1^2 - 0,1082 X_2 + 0,0417 X_2^2 + 0,0063 X_1.X_2$	0,93	0,93
Umidade	$Y = 18,0334 - 3,1389 X_1 - 0,1383 X_1^2 - 8,4864 X_2 + 3,5136 X_2^2 + 1,66272 X_1.X_2$	0,95	0,93
Teor de sal	$Y = 8,5763 + 0,5215 X_1 - 0,0192 X_1^2 + 0,1217 X_2 - 0,3209 X_2^2 - 0,0455 X_1.X_2$	0,98	0,98
Text.instrum.	$Y = 47,0435 + 6,1443 X_1 - 2,1492 X_1^2 + 11,7601 X_2 - 8,0748 X_2^2 - 1,1260 X_1.X_2$	0,92	0,57
Aceit. sabor	$Y = 6,3619 + 0,0896 X_1 + 0,0012 X_1^2 + 0,0917 X_2 - 0,2056 X_2^2 - 0,0214 X_1.X_2$	0,43	
Aceit.textura	$Y = 4,4767 + 0,1709 X_1 + 0,0365 X_1^2 - 0,1952 X_2 + 0,4293 X_2^2 + 0,4193 X_1.X_2$	0,75	
Aceit.global	$Y = 5,8367 + 0,0550 X_1 + 0,0457 X_1^2 + 0,0286 X_2 + 0,0321 + 0,1554 X_1.X_2$	0,41	

Obs: Valores em negrito apresentam-se significativos a $p \leq 0,05$

X_1 = Temperatura de secagem

X_2 = tempo de secagem

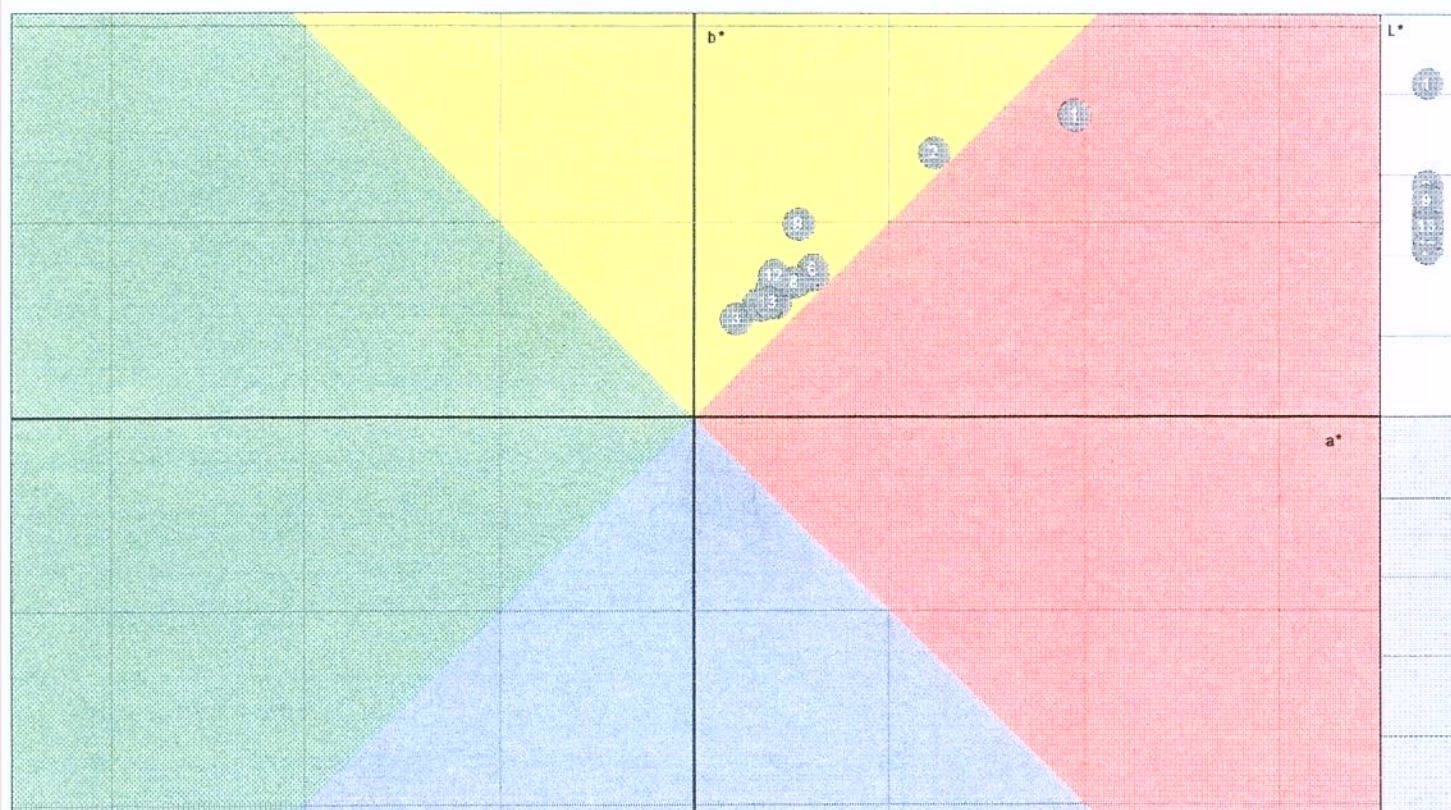
R^2 = coeficiente de correlação para o modelo completo

R^2 ajustado= coeficiente de correlação para o modelo ajustado, ou seja, eliminados os fatores não significativos.

Anexo III-1- Diagrama de Cores (a^* , b^* e L^*) da carne *in natura* (1), CCND (2) e das 11 amostras de CCD tipo *biltong* (3-13), resultantes do delineamento experimental

unicamp/fea/dta

Color Plot (CIELAB 10°/D65)



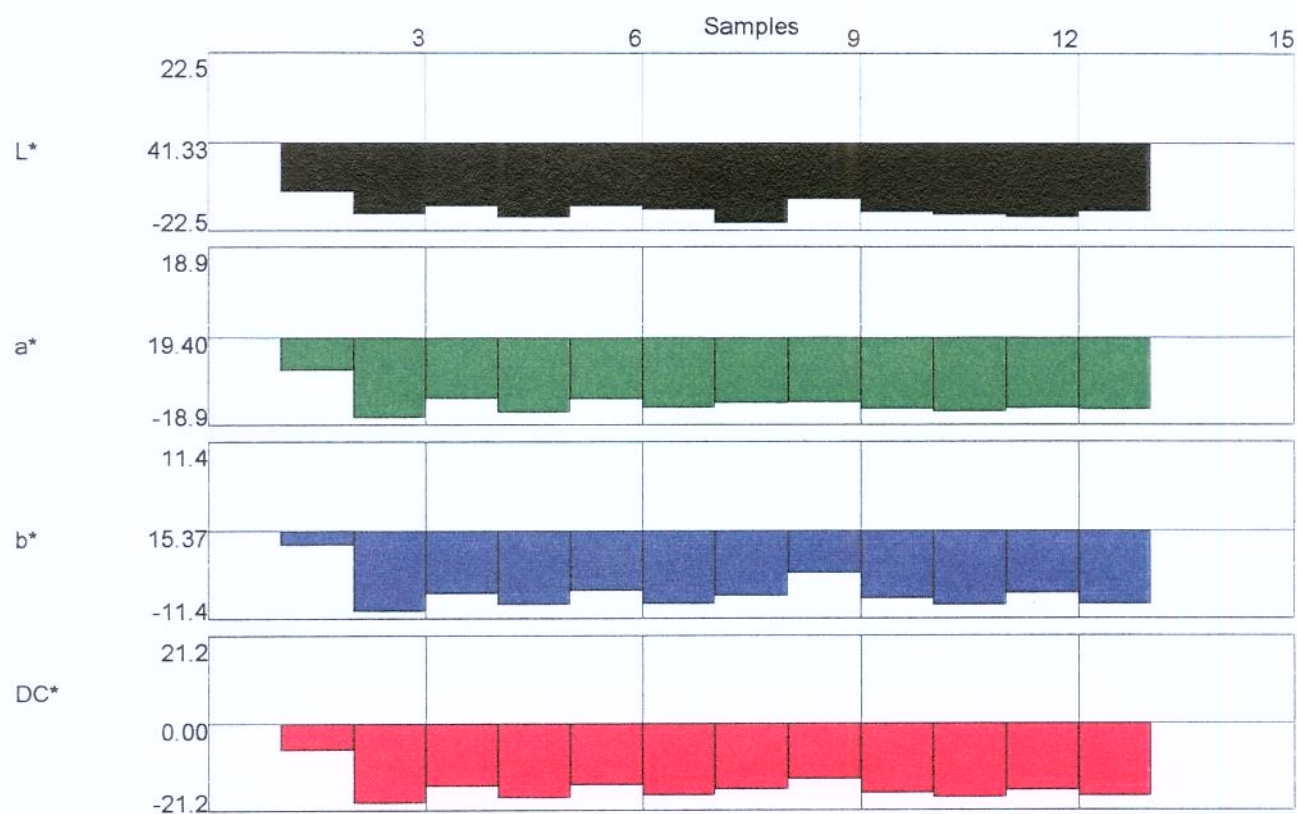
Illuminant/Observer = D65/10°

ColorQUEST Sphere:StdzMode:RSIN;PortSize:1.00";AreaView:1.00"

Anexo III-2- Gráfico de diferença de croma ΔC^* da CCD tipo *biltong*

unicamp/fea/dta

Trend Plot (CIELAB 10°/D65)



Illuminant/Observer = D65/10°

ColorQUEST Sphere:StdzMode:RSIN;PortSize:1.00";AreaView:1.00"

Padrão: carne *in natura* (1)

CCND (2)

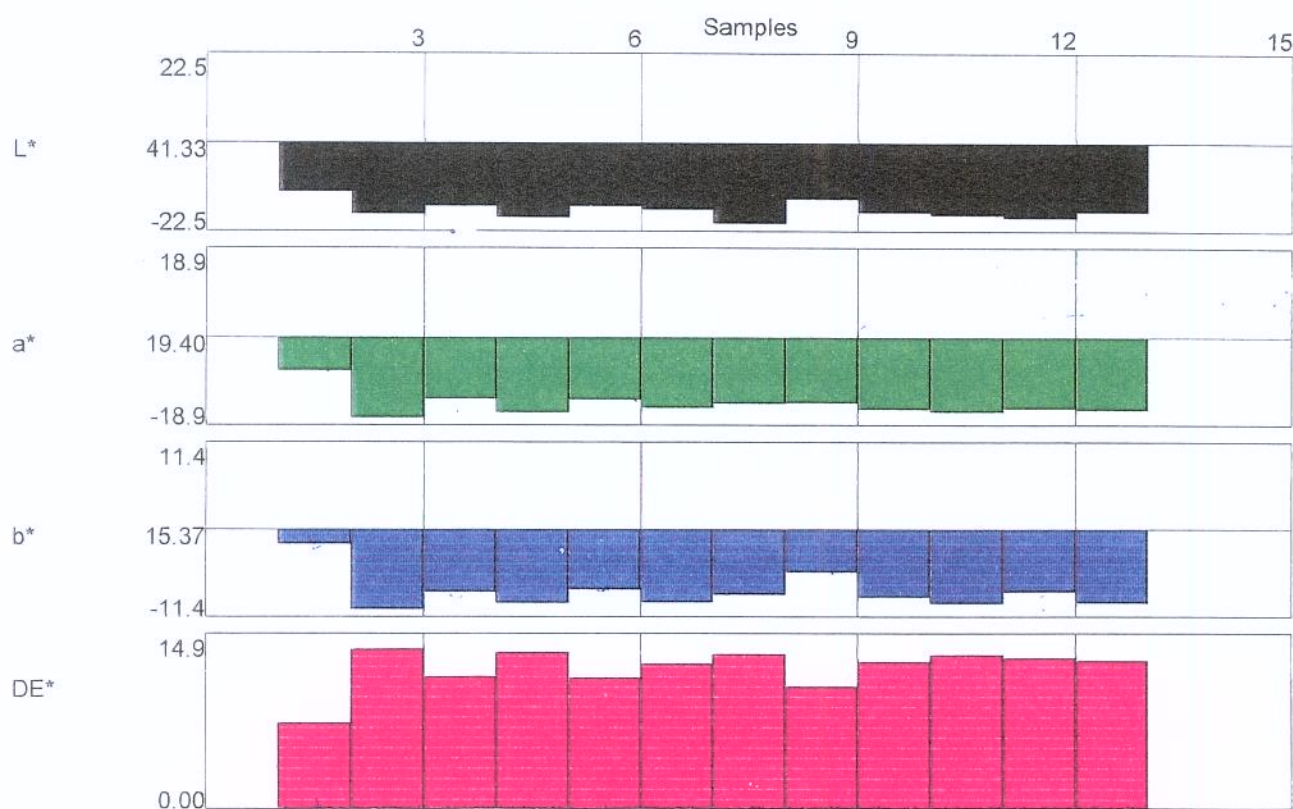
11 amostras de CCD tipo *biltong* (3-13), resultantes do delineamento experimental

Anexo III-3 -Gráfico de diferença total de cor ΔE^* da CCD tipo *biltong*

Padrão: carne *in natura*

unicamp/fea/dta

Trend Plot (CIELAB 10°/D65)



Illuminant/Observer = D65/10°

ColorQUEST Sphere:StdzMode:RSIN;PortSize:1.00";AreaView:1.00"

Padrão: carne *in natura* (1)

CCND (2)

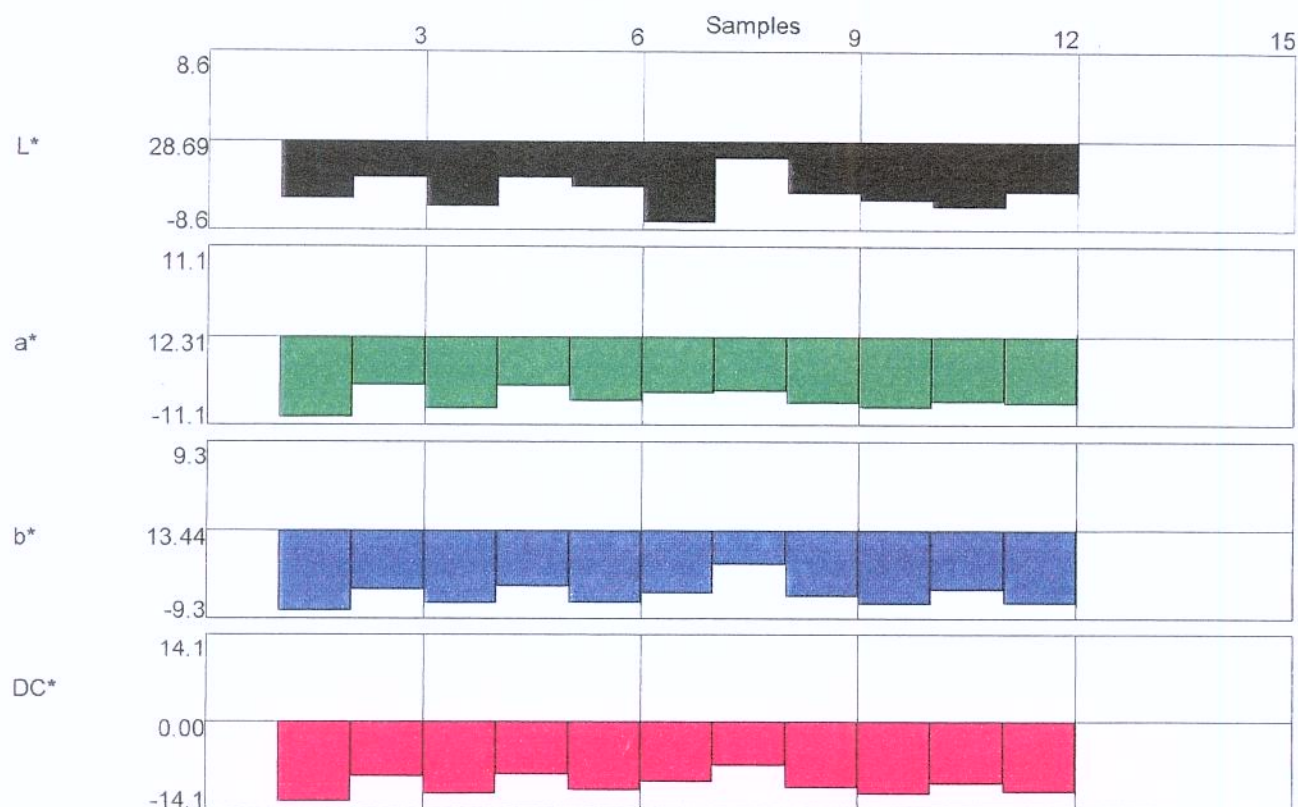
11 amostras de CCD tipo *biltong* (3-13), resultantes do delineamento experimental

Anexo III-4- Gráfico de diferença de croma ΔC^* da CCD tipo *biltong*

Padrão: CCND

unicamp/fea/dta

Trend Plot (CIELAB 10°/D65)



Illuminant/Observer = D65/10°

ColorQUEST Sphere:StdzMode:RSIN;PortSize:1.00";AreaView:1.00"

Padrão: CCND (1)

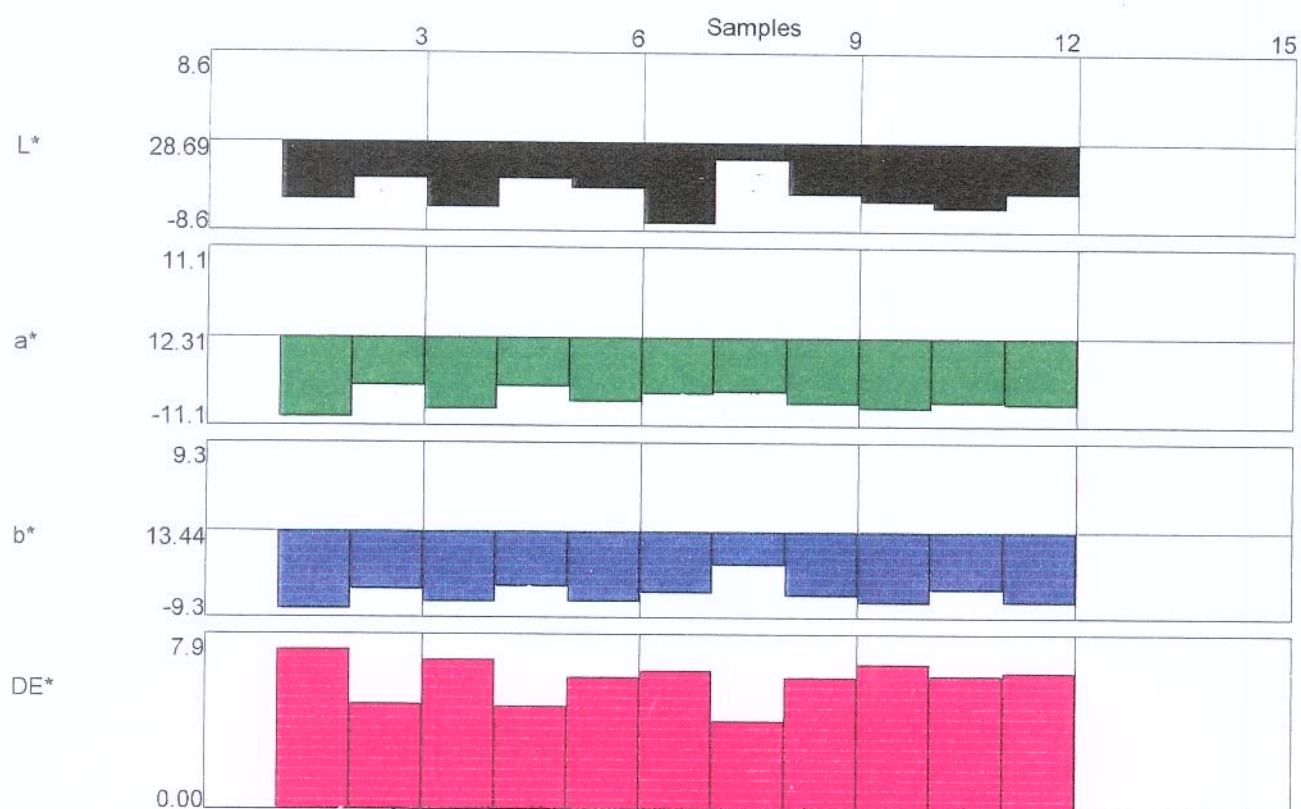
11 amostras de CCD tipo *biltong* (2-12), resultantes do delineamento experimental

Anexo III-5- Gráfico de diferença total de cor ΔE^* da CCD tipo *biltong*

Padrão: CCND

unicamp/fea/dta

Trend Plot (CIELAB 10°/D65)



Illuminant/Observer = D65/10°

ColorQUEST Sphere:StdzMode:RSIN;PortSize:1.00";AreaView:1.00"

Padrão: CCND (1)

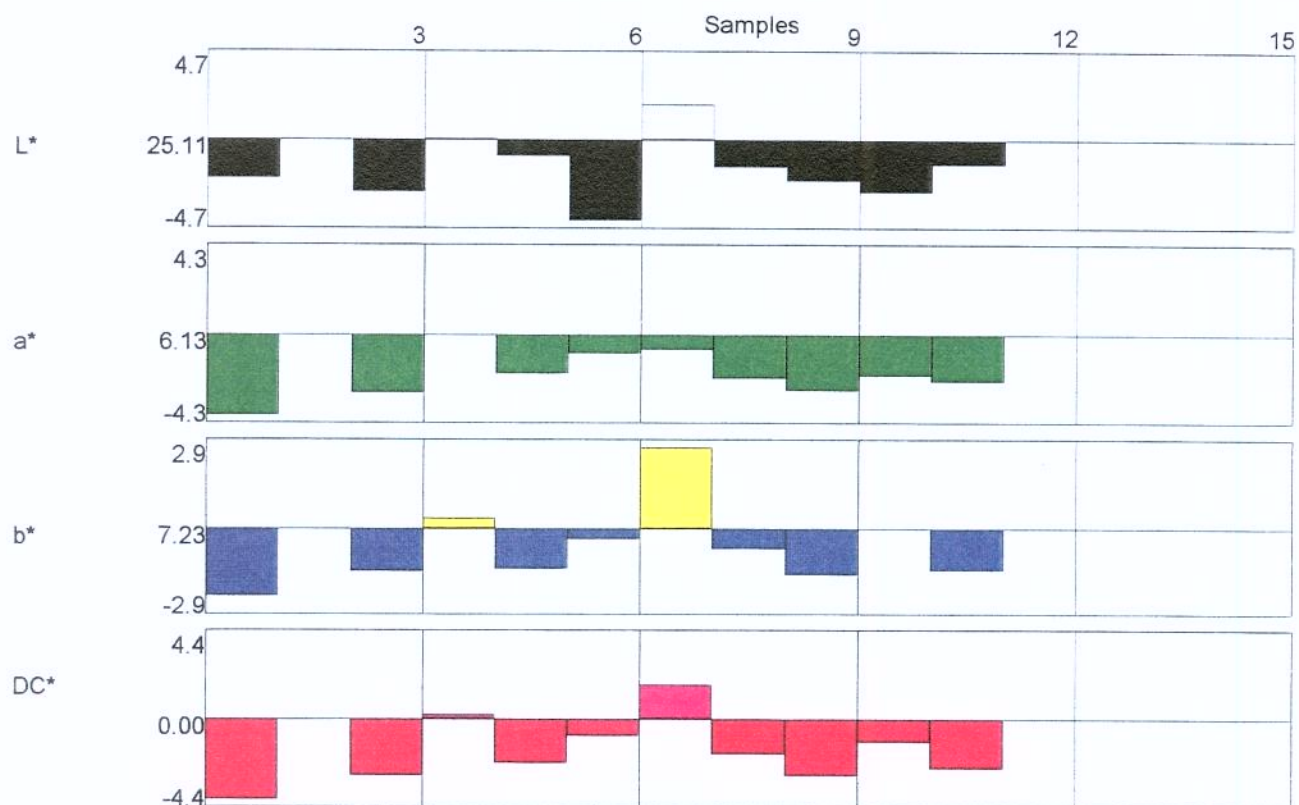
11 amostras de CCD tipo *biltong* (2-12), resultantes do delineamento experimental

Anexo III-6- Gráfico de diferença de croma ΔC^* da CCD tipo *biltong*

Padrão: Ensaio II

unicamp/fea/dta

Trend Plot (CIELAB 10°/D65)



Illuminant/Observer = D65/10°

ColorQUEST Sphere:StdzMode:RSIN;PortSize:1.00";AreaView:1.00"

Padrão: Ensaio II (2)

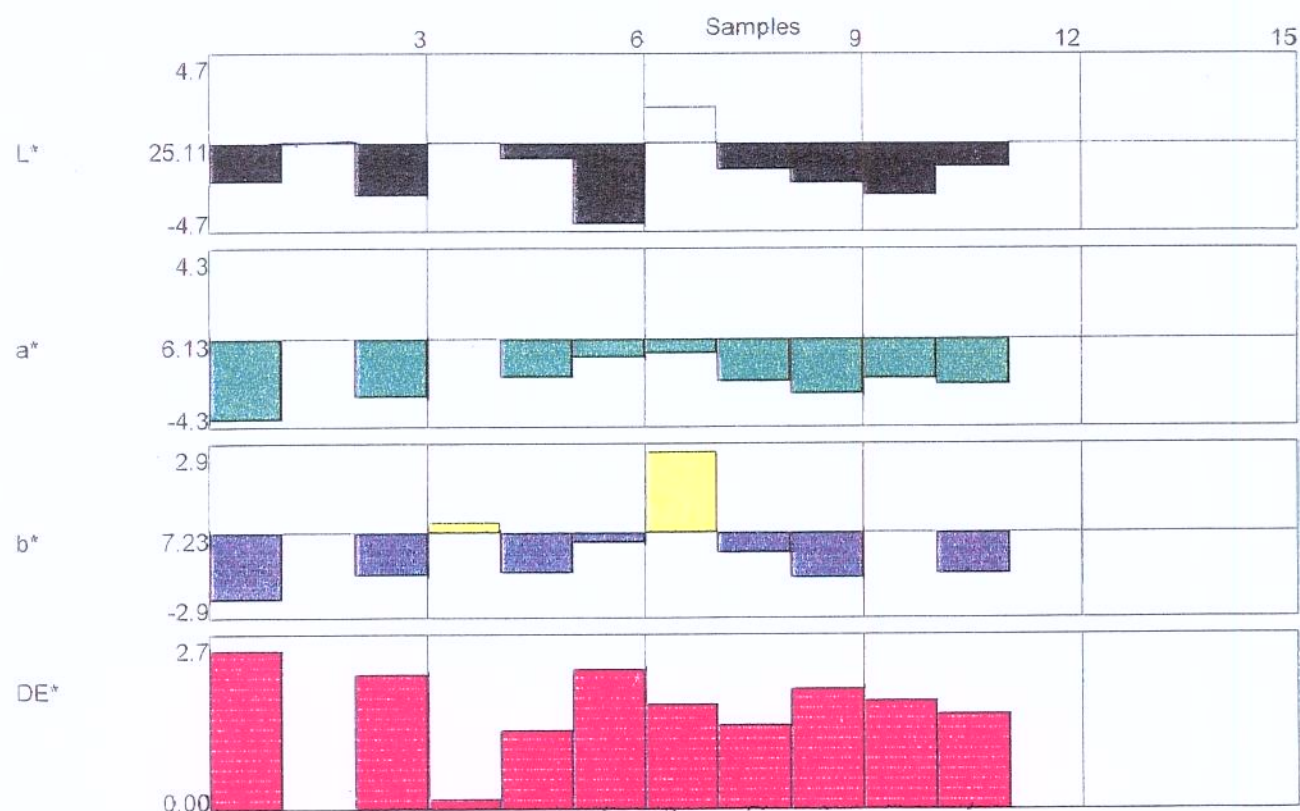
11 amostras de CCD tipo *biltong*, resultantes do delineamento experimental

Anexo III-7- Gráfico de diferença total de cor ΔE^* da CCD tipo *biltong*

Padrão: Ensaio II

unicamp/fea/dta

Trend Plot (CIELAB 10°/D65)



Illuminant/Observer = D65/10°

ColorQUEST Sphere:StdzMode:RSIN;PortSize:1.00";AreaView:1.00"

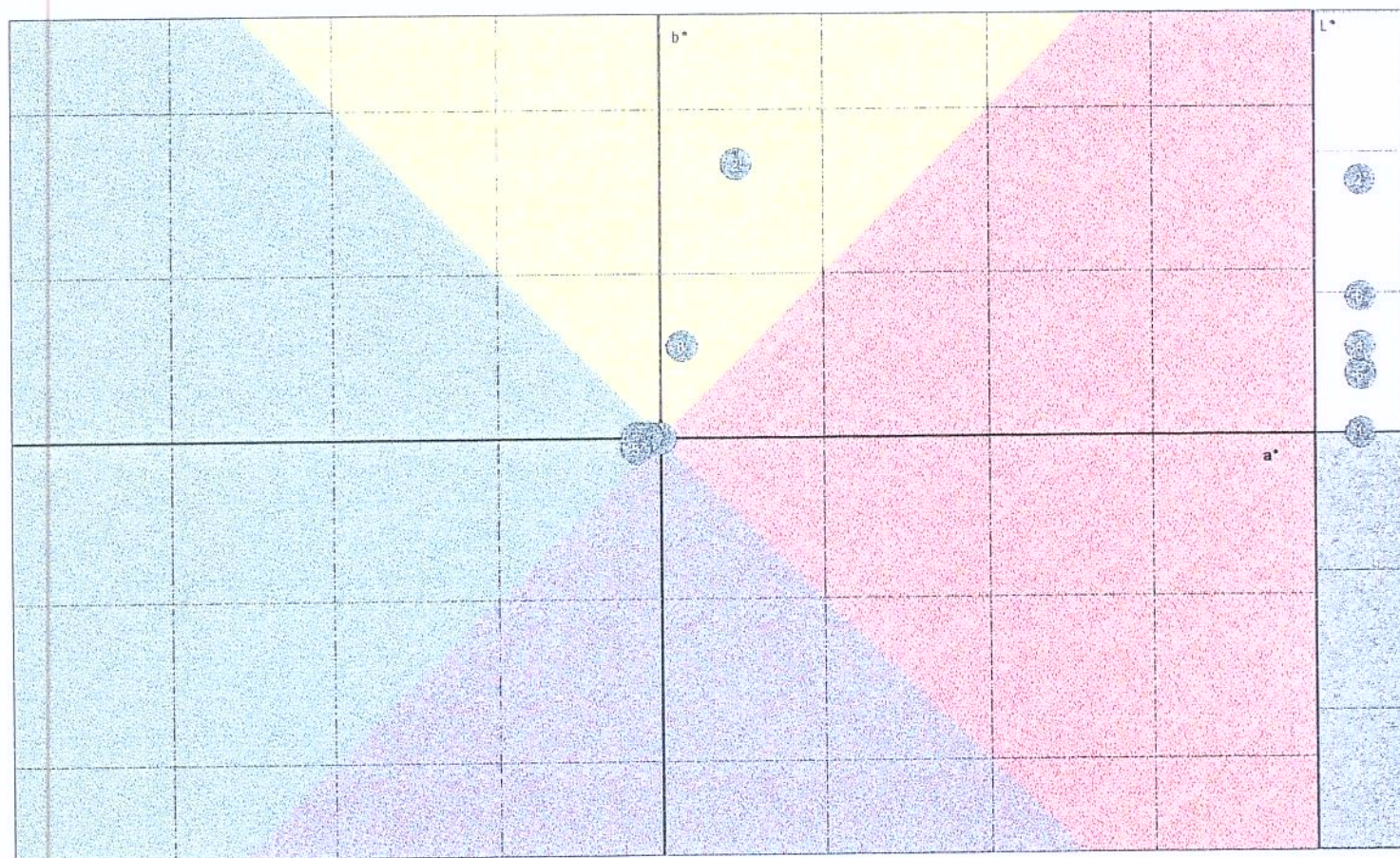
Padrão: Ensaio II (2)

11 amostras de CCD tipo *biltong*, resultantes do delineamento experimental

Anexo III-8- Diagrama de Cores (a^* , b^* e L^*) da CCD tipo *biltong* (Ensaio II) e nas diferentes embalagens após 1 ano de armazenamento

unicamp/fea/dta

Color Plot (CIELAB 10°/D65)



1-Ensaio II; 2-Papel; 3-PPBO/PE;

4-PPBO/PPBOMET.; 5-PET/AL/PEBDL; 6-PEBD

Anexo III-9- Gráfico de diferença de croma ΔC^* da CCD tipo *biltong* acondicionada em 5 embalagens diferentes

Padrão: CCD tipo *biltong*

unicamp/fea/dta

Trend Plot (CIELAB 10°/D65)



Illuminant/Observer = D65/10°

ColorQUEST Sphere:StdzMode:RSIN;PortSize:1.00";AreaView:1.00"

1-Ensaio II; 2-Papel; 3-PPBO/PE;

4-PPBO/PPBOMET.; 5-PET/AL/PEBDL; 6-PEBD

Anexo III-10- Gráfico de diferença total de cor ΔE^* da CCD tipo *biltong* acondicionada em 5 embalagens diferentes

Padrão: CCD tipo *biltong*

Trend Plot (CIELAB 10°/D65)



Illuminant/Observer = D65/10°

1-Ensaio II; 2-Papel; 3-PPBO/PE;

4-PPBO/PPBOMET.; 5-PET/AL/PEBDL; 6-PEBD

Anexo IV-

Variação da Temperatura (máxima e mínima) medida ao longo do ano 1999-2000 (Fevereiro a Fevereiro) pelo Posto meteorológico- FEAGRI/UNICAMP.

	Média da Temperatura máxima					Média da Temperatura mínima			
Mês	MÁX.	MÍN.	MÉDIA	DesP		MÁX.	MÍN.	MÉDIA	DP
FEV	33,6	25,6	29,9	2,14		21,6	17,6	20,2	0,89
MAR	33,2	25,4	30,5	2,13		22,2	16,8	19,8	1,19
ABR	33,0	20,8	28,1	3,16		21,6	7	16,7	3,74
MAI	29,8	18,4	24,9	2,88		17,4	7,8	13,2	2,81
JUN	29,2	16,8	24,2	2,89		16,8	8,4	13,0	2,32
JUL	29,8	18,4	26,1	2,70		17,6	10,4	14,1	1,61
AGO	33,8	12,4	27,5	4,72		17	7,8	12,8	2,52
SET	34,5	17,5	27,9	5,01		20,5	9,6	15,2	2,45
OUT	35,2	18,6	27,9	3,92		23	13,8	16,9	2,19
NOV	33,4	18,8	28,6	3,58		20,4	13	16,5	2,02
DEZ	34,4	24,2	30,2	2,82		21,4	17	19,4	1,26
JAN	34,0	22,8	30,3	2,90		22,4	15,8	19,8	1,63
FEV	32,6	21,8	29,3	3,11		22,8	15	20,1	1,40

**Varição da Umidade Relativa medida ao longo do ano 1999-2000
(Fevereiro a Fevereiro) medida pelo Posto metereológico- FEAGRI/UNICAMP.**

	Média Umidade Relativa 9.00Horas					Média Umidade Relativa 15.00Horas			
Mês	MÁX.	MÍN.	MÉDIA	DP		MÁX	MÍN	MÉDIA	DP
FEV	98	65	76,0	8,19		94	34	55,4	16,98
MAR	98	50	64,6	10,92		92	30	42,4	15,14
ABR	98	50	62,2	10,92		70	25	37,2	11,72
MAI	98	56	78,6	10,62		56	28	39,3	7,44
JUN	98	60	77,8	10,34		97	32	50,0	17,24
JUL	82	55	68,1	7,98		74	30	42,7	10,21
AGO	78	30	60,7	9,61		68	18	30,9	11,87
SET	98	40	63,8	17,99		97	17	40,3	20,77
OUT	98	56	78,6	10,45		94	24	45,2	17,95
NOV	98	45	67,2	15,16		98	22	42,8	20,52
DEZ	98	50	74,9	13,91		98	18	50,6	23,48
JAN	98	50	76,8	12,77		98	22	50,4	20,47
FEV	98	65	80,5	11,28		96	36	56,6	19,61

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE