

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS E AGRÍCOLA

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DE CARNE DE  
UMIDADE INTERMEDIÁRIA  
ESTOCADA A  
TEMPERATURA TROPICAL

ELIANE MORETTO  
(Farmacêutica-Bioquímica)

DR. OLAVO RUSIG  
Orientador

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola  
da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em  
Ciência de Alimentos.

- 1981 -

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL

Aos meus pais e irmãos

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Olavo Rusig pela orientação na elaboração deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Jorge Leme Júnior, Diretor da Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.

À Universidade Federal de Santa Catarina, na pessoa do Magnífico Reitor, Dr. Ermani Bayer, por ter autorizado meu afastamento para realização do curso de mestrado. Agradecimento também extensivo ao Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos desta Universidade.

Ao Dr. Osvaldo Vitorino de Oliveira, Diretor do Departamento de Saúde Pública de Florianópolis.

À Dra. Maria Amélia Chaib de Moraes pelo interesse e colaboração na estruturação metodológica da avaliação sensorial.

Ao Dr. G. Siekmann, do Centro de Tecnologia da UNICAMP, pela colaboração nas análises de cor.

Ao Prof. J. Forster pela ajuda na tradução do resumo.

Ao Daniel Barrera Arellano pela paciência, amizade e apoio.

Ao pessoal técnico do laboratório de Tecnologia de Alimentos e a todos os demais que colaboraram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

CONTEÚDO

	pág.
Índice de Quadros .....	IV
Índice de Figuras .....	VI
Resumo .....	VII
Summary .....	VIII
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	2
2.01. Generalidades .....	2
2.02. Conceito de atividade de água .....	2
2.03. Isotermas .....	3
2.04. Controle da atividade de água como um processo de conservação .....	5
2.05. Alimentos de umidade intermediária .....	6
2.06. Solutos usados em alimentos de umidade intermediária .....	7
2.07. Função dos antimicóticos na tecnologia de alimentos de umidade intermediária .....	8
2.08. Técnicas para ajustar atividade de água em alimentos .....	9
2.09. Atividade de água e estabilidade dos alimentos .....	10
2.9.1. Estabilidade microbiológica .....	10
2.9.2. Deterioração enzimática .....	11
2.9.3. Escurecimento não enzimático .....	11
2.9.4. Deterioração oxidativa .....	12
2.9.5. Interação das proteínas com os lipídios oxidados ....	13
2.10. Qualidade organoléptica de alimentos de umidade intermediária .....	15

	pág.
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	17
3.01. Material .....	17
3.02. Métodos .....	17
3.2.1. Preparação de carne de umidade intermediária pelo método de dessorção .....	17
3.2.2. Escolha da melhor solução umectante .....	18
3.2.3. Estabilidade na estocagem de carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes .....	19
3.2.4. Influência do sorbato de potássio na estabilidade do produto .....	20
3.2.5. Efeito da salga da carne antes da infusão .....	21
3.2.6. Efeito da temperatura sobre a salga e infusão da carne .....	21

	pág.
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	22
4.01. Caracterização da matéria prima .....	23
4.02. Escolha das melhores soluções de infusão .....	23
4.03. Estabilidade na estocagem de carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes .....	29
4.3.1. Ácidos graxos livres .....	29
4.3.2. Número de T.B.A. ....	30
4.3.3. Extração da hematina com piridina .....	32
4.3.4. Contagem de microrganismos .....	34
4.3.5. Cor .....	35
4.3.6. Mudanças no conteúdo de umidade .....	40
4.04. Composição dos produtos após infusão e estocagem .....	40
4.05. Reidratação .....	44
4.06. Avaliação sensorial .....	46
4.07. Avaliação objetiva da textura (Warner-Bratzler) .....	48
4.08. Influência do sorbato de potássio na estabilidade de carne de umidade intermediária .....	48
4.09. Efeito da salga antes da infusão .....	51
5. CONCLUSÕES .....	54
6. APÊNDICE .....	55
7. BIBLIOGRAFIA .....	58

ÍNDICE DE QUADROS

	pág.
<u>QUADRO 1</u> - Valores aproximados de atividade de água (Aa mínima) abaixo dos quais o crescimento de microorganismos não ocorre (MOSSEL & INGRAM, 1955) .....	6
<u>QUADRO 2</u> - Composição das soluções de infusão de sacarose .....	18
<u>QUADRO 3</u> - Composição das soluções de infusão de glicerol .....	18
<u>QUADRO 4</u> - Composição das soluções de infusão de glicose de milho .....	19
<u>QUADRO 5</u> - Composição centesimal aproximada do músculo <u>semitendinosus</u> fresco .....	22
<u>QUADRO 6</u> - Parâmetros de qualidade do músculo <u>semitendinosus</u> fresco .....	22
<u>QUADRO 7</u> - Atividades de água (Aa) das soluções de infusão e dos produtos .....	29
<u>QUADRO 8</u> - Porcentagem de ácidos graxos livres (% como ácido oleico) na estocagem de carne de unidade intermediária preparada com diferentes umectantes .....	30
<u>QUADRO 9</u> - Número de T.B.A. (mg de malonaldeído/1000 g) na estocagem de carne de unidade intermediária preparada com diferentes umectantes .....	31
<u>QUADRO 10</u> - Contagem total (col/g) na estocagem de carne de unidade intermediária preparada com diferentes umectantes .....	34
<u>QUADRO 11</u> - Porcentagem de umidade na estocagem de carne de unidade intermediária preparada com diferentes umectantes .....	40
<u>QUADRO 12</u> - Composição centesimal de carne de unidade intermediária preparada com diferentes umectantes .....	41

	pág.
<u>QUADRO 13</u> - Atividade de água (Aa) e pH de carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes .....	43
<u>QUADRO 14</u> - Reidratação (% de aumento de peso) de carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes .....	45
<u>QUADRO 15</u> - Valores médios da avaliação sensorial de carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes .....	47
<u>QUADRO 16</u> - Força de corte ( $\text{kg/cm}^2$ ) em carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes .....	48
<u>QUADRO 17</u> - Sorbato de potássio residual (% como ácido sórbico) em carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes .....	49
<u>QUADRO 18</u> - Contagem de fungos durante a estocagem de carne de umidade intermediária .....	50
<u>QUADRO 19</u> - Salga de carne em solução saturada de cloreto de sódio em diferentes períodos de tempo .....	51
<u>QUADRO 20</u> - Infusão de carne salgada a diferentes períodos de tempo em solução de glicerol (Aa = 0,77) .....	51
<u>QUADRO 21</u> - Salga de carne (2 horas) em diferentes temperaturas .....	52
<u>QUADRO 22</u> - Infusão de carne salgada a diferentes temperaturas em solução de glicerol (Aa = 0,77) .....	53



ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
<u>FIGURA 1</u> - Isotermas típicas de adsorção e dessorção (KAREL, 1975) .....	4
<u>FIGURA 2</u> - Possíveis reações de proteínas com lipídios peroxidados (KAREL <u>et alii</u> , 1975) .....	14
<u>FIGURA 3</u> - Relação entre atividade de água (Aa) teórica e experimental para cada solução de infusão .....	25
<u>FIGURA 4</u> - Relação entre atividade de água (Aa) experimental das soluções e atividade de água e umidade dos produtos .....	26
<u>FIGURA 5</u> - Relação entre atividade de água (Aa) e umidade dos produtos .....	27
<u>FIGURA 6</u> - Ácidos graxos livres (A.G.L. - % como ácido oleico) (Base Seca), em carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes .....	28
<u>FIGURA 7</u> - Extração da hematina com solução de piridina (40 % v/v) na estocagem de carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes .....	33
<u>FIGURA 8</u> - Espectro de reflectância na estocagem de carne de umidade intermediária, preparada por infusão em solução de sacarose .....	36
<u>FIGURA 9</u> - Espectro de reflectância na estocagem de carne de umidade intermediária, preparada por infusão em solução de glicerol .....	37
<u>FIGURA 10</u> - Espectro de reflectância na estocagem de carne de umidade intermediária preparada por infusão em solução de glicose de milho .....	38
<u>FIGURA 11</u> - Fotografia de carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes antes e após estocagem .....	39

RESUMO

Foi feita a dessorção de músculo bovino semitendinosus (pedaços de 1 cm<sup>3</sup>) em soluções de sacarose, glicerol e glicose comercial de milho de diferentes atividades de água (Aa). Foram determinadas as relações existentes entre Aa dos produtos e Aa (teóricas e experimentais) das soluções de infusão, conteúdo de umidade e ácidos graxos livres.

Foi também testada uma salga prévia à dessorção em glicerol a diferentes temperaturas e períodos de tempo. Este processo parece não trazer vantagens com relação à redução na Aa dos produtos.

Amostras com Aa de 0,73, 0,79 e 0,77 obtidas com soluções de sacarose, glicerol e glicose de milho, respectivamente, foram embaladas em sacos de polietileno, estocadas a 37<sup>o</sup> C por três meses e analisadas a cada 15 dias.

Sorbato de potássio como antifúngico foi adicionado de duas formas, diretamente nas soluções de infusão, e por imersão das amostras de carne em solução a 5 %, após dessorção. As duas formas de adição mostraram-se equivalentes.

Durante a estocagem, estes produtos apresentaram estabilidade microbiológica, aumento na porcentagem de ácidos graxos livres nas primeiras duas semanas e redução posteriormente. A solubilidade da hematina diminuiu. Ocorreram mudanças na cor dos produtos, de vermelho brilhante para amarelo ouro pálido e o conteúdo de água se reduziu. As características sensoriais das amostras apresentaram resultados baixos, especialmente aquela tratada com solução de glicose de milho, porém a textura foi menos afetada.

SUMMARY

Desorption tests were carried out using samples of bovine muscles (semitendinosus, 1 cm<sup>3</sup> each) soaked in sucrose, glycerol and commercially-available corn glyucose solutions of different water activities (Wa).

Samples' water activities and both theoretical and experimental wa ter activities of the infusion solutions were compared. Moisture and free fatty acid contents in all samples were determined.

A sodium chlorine-saturated brine test in different temperatures and time previous to desorption in glycerol solution did not seem advanta geous in reducing samples water activities.

Potassium sorbate in the infusion solutions as well as an after-- treatment (5 % solution) yielded equivalent good fungicide results.

Samples with 0.73, 0.79 and 0.77 water activities (desorpted in su crose, glycerol and corn-glyucose solutions, respectively) were packed in po liethylene bags and stored at 37<sup>o</sup> C for three months. Analysis were made every fifteenth day.

Samples showed general microbiological stability. Free fatty acid contents increased up to the second week and lowered by the storage end. He matin solubility decreased all along. Changes in color from brilliant red to pale gold-yelow were observed. Moisture contents were also lower. Senso ry evaluations presented poor results specially as to corn-glyucose treated sample but texture was the least affected characteristic.

## 1. INTRODUÇÃO

Com o sucesso do uso de alimentos de umidade intermediária para animais, foi tentada a extensão dos mesmos princípios usados na sua conservação, para alimentos humanos (KAPLOW, 1970). Devido às perspectivas para o desenvolvimento de alimentos deste tipo, existe uma grande necessidade de estudos sobre sua qualidade e mecanismos de deterioração (CHIRIFE et alii, 1979).

Segundo TROLLER & CHRISTIAN (1978) e BROCKMANN (1970) o fator determinante que impede o desenvolvimento destes produtos para o consumo humano é a falta de umectantes adequados. DYMSZA & SILVERMAN (1979) acreditam que a pouca aceitação é o principal problema.

O propósito do presente trabalho foi o preparo e estudo comparativo da estabilidade de carne de umidade intermediária, elaborada mediante três umectantes (sacarose, glicerol e glicose comercial de milho) e estocada a temperaturas tropicais. Dirigido principalmente à investigação da viabilidade da glicose comercial de milho como umectante em carne, levando em consideração que é um subproduto disponível da indústria do milho, de baixo custo comparado com os outros.

Outros propósitos foram verificar as possíveis modificações nos processos tradicionais de elaboração, tais como: forma de adicionar o cloreto de sódio e sorbato de potássio no produto, testando neste último sua efetividade como antifúngico.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Generalidades

Os processos de preservação de alimentos têm em comum a finalidade de eumentar a vida de prateleira durante a armazenagem e distribuição (KAREL, 1975).

Os alimentos são alterados por dois caminhos principais: a) ataque por microrganismos (fungos, bactérias e leveduras) e b) reações biológicas (principalmente enzimas), químicas e físicas. Estas alterações são dependentes de fatores tais como: temperatura, conteúdo de água, pressão osmótica, tensão de oxigênio e pH, (MOSSEL & INGRAM, 1955). A conservação baseia-se no controle desses fatores (KAREL & FLINK, 1973). Também é essencial que o tratamento de preservação não tenha efeitos adversos na consistência, cor, sabor e qualidade nutricional do alimento, e que os custos de produção sejam mínimos (BORGSTROM, 1968).

Em princípio, os métodos usados para preservação de alimentos podem ser divididos em três grupos: o primeiro inclui processos, os quais eliminam enzimas e microrganismos por aquecimento, por exemplo, enlatados; o segundo inclui procedimentos que, por baixa temperatura e/ou compostos químicos (sal, fumaça, preservativos e antioxidantes) suprimem a atividade enzimática e microbiológica; o terceiro grupo inclui métodos baseados na diminuição de água (concentração, desidratação, liofilização) a qual é indispensável para a atividade microbiológica (LAWRIE, 1974; URBAIN, 1971; KAREL, 1975). O propósito fundamental deste terceiro grupo de métodos é diminuir a água disponível a um nível no qual não exista possibilidade de crescimento de microrganismos indesejáveis (SCOTT, 1957), reduzindo a velocidade dos processos biológicos, químicos e físicos, que limitam a vida do produto (KAREL, 1974).

### 2.2. Conceito de atividade de água

A disponibilidade de água para crescimento microbiológico e atividade química está determinada não somente pelo conteúdo total de água, mas

também pela natureza de como ela está ligada ao alimento (LABUZA et alii, 1972a; KAREL & FLINK, 1973).

A proporção de água total disponível é indicada pelo termo atividade de água ( $A_a$ ). A atividade de água de um alimento é definida como a razão da pressão de vapor de água no alimento sobre a pressão de vapor de água pura, medida à mesma temperatura,

$$A_a = \frac{P}{P_o}$$

A atividade de água pode também ser definida pela lei de Raoult ou lei das frações molares (BONE, 1969; 1973), onde:

$$A_a = \frac{\text{Moles de água}}{\text{Moles de água} + \text{Moles de soluto}}$$

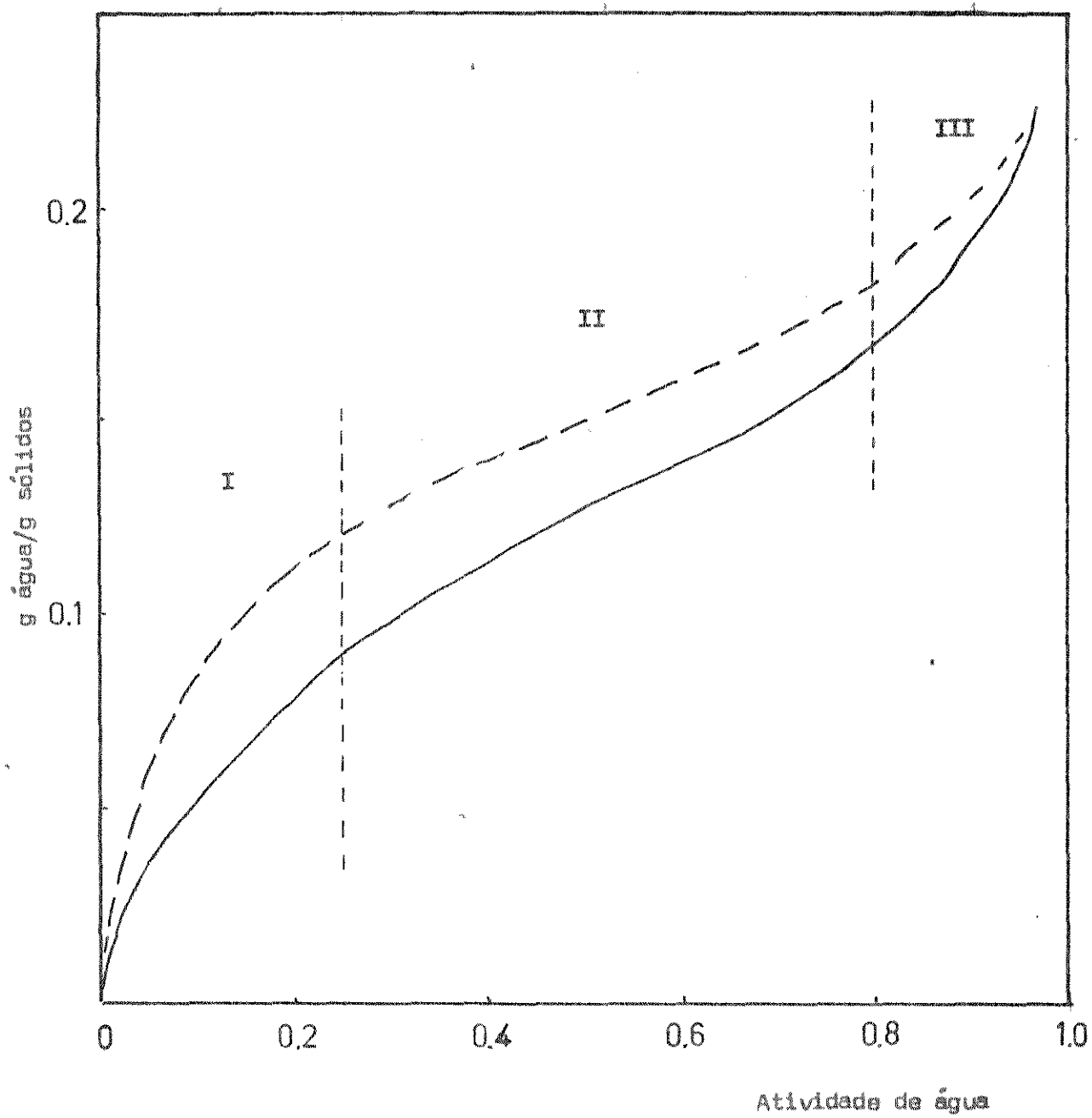
### 2.3. Isotermas

O conceito de água livre e de água combinada é de grande utilidade na compreensão das funções da água nos alimentos, mas não permite um estudo mais aprofundado da verdadeira ação da mesma. Esta é melhor representada pelas isotermas de sorção (CABRAL & ALVIM, 1981). As isotermas de sorção podem ser definidas como curvas relacionando a pressão parcial do vapor de água nos alimentos com seu conteúdo de umidade, a uma determinada temperatura. É de maior conveniência, no entanto, o estudo de curvas relacionando a atividade de água com o teor de umidade do produto. De maneira geral, as isotermas de sorção representam a relação existente entre variáveis, quais sejam: a) pressão parcial do componente gasoso do sistema, no caso o vapor d'água; b) concentração desse componente na fase sólida; c) temperatura (KAREL, 1975).

A temperatura é um fator importante, já que a atividade de água de sistemas ideais e/ou não ideais é influenciada com sua variação (ROSS, 1975).

A Figura 1 mostra as isotermas de adsorção e dessorção típicas (KAREL, 1975).

FIGURA 1 - Isotermas típicas de adsorção e dessorção (KAREL, 1975)



KAREL (1973) e QUAST & TEIXEIRA NETO (1975) dividem as isotermas em três regiões: a primeira (I) corresponde à adsorção de uma camada monomolecular; na segunda (II) ocorreria a adsorção de camadas adicionais sobre a monocamada, e na última (III) a água condensaria nos poros do produto, causando a dissolução do material solúvel presente.

O método básico para obter dados que permitem o traçado de isotermas consiste na exposição de uma pequena amostra do produto alimentício a várias atmosferas de umidade relativa constante. Depois que o equilíbrio é atingido, o conteúdo de umidade é determinado gravimetricamente, ou por meio de outros métodos, e relacionado praticamente com a atividade de água (MAKOWER & DEHORITY, 1943).

#### 2.4. Controle da atividade de água como um processo de conservação

A redução da atividade de água resulta da concentração da solução, que pode ser feita por remoção do solvente (desidratação evaporativa) ou por adição de solutos (desidratação osmótica) (CHRISTIAN, 1963).

Segundo SCOTT (1963), a diminuição da atividade de água diminui o grau de crescimento de bactérias, fungos e leveduras na superfície de carnes. Isto é importante, porque bactérias e outros microrganismos não podem crescer quando a atividade de água do alimento é menor que certo valor (Aa mínima). O Quadro I mostra esses valores para vários microrganismos (MOSSEL & INGRAM, 1955).



QUADRO 1 - Valores aproximados de atividade de água (Aa mínima) abaixo dos quais o crescimento de microrganismos não ocorre.

Microorganismo	Aa
Bactérias	0,90
Leveduras	0,88
Mofos	0,80
Bactérias halofílicas	0,75
Bactérias xerofílicas	0,65
Leveduras osmofílicas	0,61

Segundo o Quadro anterior as bactérias crescem acima de valores de  $Aa = 0,90$ , mas espécies comuns de fungos e leveduras podem continuar seu desenvolvimento até atividades de água ao redor de  $0,70$  (BROCKMANN, 1969). A atividade de água necessária para a inibição deverá ser aproximadamente  $0,01$  unidades, abaixo da atividade de água mínima (TROLLER, 1973).

#### 2.5. Alimentos de umidade intermediária

Alimentos com atividades de água na faixa de  $0,70$  a  $0,90$  são convenientemente referidos como alimentos de umidade intermediária (BROCKMANN, 1969). Este termo identifica um grupo heterogêneo de produtos, os quais se assemelham aos alimentos secos em sua resistência a deterioração microbológica, porém seu conteúdo de umidade é muito alto para serem considerados secos (BROCKMANN, 1970). Arbitrariamente tem sido fixado um valor de atividade de água mínimo de  $0,70$ , sendo que o limite superior depende da natureza do alimento (BROCKMANN, 1973). O conteúdo de umidade destes alimentos foi estabelecido em uma faixa de  $10-50\%$  em base úmida (HEIDELBAUGH & KAREL, 1975; POTTER, 1970), dependendo do método de preparação. Na prática, muitos dos alimentos de umidade intermediária têm atividades de água entre  $0,70$  a  $0,85$ , sendo que a maioria está entre  $0,80$  e  $0,85$  (LABUZA *et alii*, 1972a; BROCKMANN, 1973). Nesta faixa, muitos fungos e leveduras podem crescer (SCOTT, 1967).

HEIDELBAUGH & KAREL (1975) classificaram os alimentos de umidade intermediária típicos em:

- a) produtos secos sem adição de solutos - exemplo: figos, tâmaras, uvas passas;
- b) alimentos com adição de açúcares - exemplo: frutas açucaradas, balas, gelatinas, xarope;
- c) produtos secos com adição de sal - exemplo: presuntos, "bacon", charques;
- d) alimentos secados, salgados e açucarados, presunto serrano, carne seca do ce (dendeng-Indonésia);
- e) produtos de padaria, tais como bolos de frutas.

A tecnologia de alimentos de umidade intermediária tem um futuro promissor, uma vez que é um método simples e barato de aumentar a vida de prateleira de alimentos perecíveis (OBANU, 1976). Porém estes alimentos não têm alcançado um lugar de destaque no sistema alimentar humano, devido principalmente à sua pouca aceitabilidade organoléptica (KAPLOW, 1970; DYMSZA & SILVERMAN, 1979).

#### 2.6. Solutos usados em alimentos de umidade intermediária

Qualquer soluto adicionado a um alimento de alta umidade pode reduzir sua atividade de água e torná-lo mais estável. Esses compostos são geralmente classificados como umectantes (JACOBS, 1951). Idealmente, o composto necessário para controle da atividade de água não deve alterar o sabor e outras propriedades sensoriais do alimento. Deverá ser altamente solúvel em água a temperatura ambiente, e preferentemente de peso molecular baixo, dado que a depressão na atividade de água é uma função da molalidade. Deverá tambem ser estável e menos volátil que a água e ter um efeito estabilizante sem reagir com o alimento causando deterioração; ao mesmo tempo, ser comestível em altas quantidades sem causar efeitos indesejáveis e, preferentemente, ser metabolizado in vivo como fonte de energia (BROCKMANN, 1969, 1973). A efetividade de um umectante em diminuir a atividade de água é devida à formação de uma camada de hidratação ao redor da molécula dissolvida (LABUZA, 1975). Conseqüentemente, concentrações altas de soluto ocasionam grandes depressões na atividade de água. Esta depressão seguiria a lei de Raoult, mas somente até certo grau, porque os alimentos não são soluções puras. Este desenvolvivi

mento não ideal da maioria dos solutos tem sido atribuída a fatores tais como: alta força de ligação da água com a superfície do alimento, a qual reduz a disponibilidade de água como solvente; o enlaçamento de algumas moléculas de soluto com os componentes do alimento, e interações entre as mesmas moléculas do soluto (KAREL et alii, 1975). Devido a este desvio é difícil predizer quais os efeitos nos valores da atividade de água por uma substituição parcial ou completa do soluto (BONE, 1969). No entanto, sinergismo tem sido demonstrado, quando se combina dois ou mais umectantes (KARMAS & CHEM, 1975).

Os solutos, os quais têm sido usados mais comumente, são: açúcares (sacarose, dextrose, frutose, maltose, lactose), poliálcoois (sorbitol, glicerol, manitol, propilen-glicol) e sais neutros (NaCl, KCl) (BONE, 1973).

Todos os solutos usados na tecnologia de alimentos de umidade intermediária distam bastante das necessidades ideais. O sal (NaCl), por exemplo, é muito efetivo na diminuição da atividade de água, porém a quantidade necessária para estabilizar um alimento deste tipo é excessiva, além de que sua solubilidade limite é de 27 % p/p, acima da qual todo sal adicionado é praticamente inútil. Açúcares são utilizados no controle da atividade de água de produtos alimentícios doces, e seu uso em outros alimentos incluindo carne, poderia influir na sua aceitabilidade (OBANU, 1976).

Os poliálcoois usados em alimentos de umidade intermediária combinam atividade umectante com propriedades plastificantes, as quais contribuem para uma textura úmida (MELLAN, 1970).

## 2.7. Função dos antimicóticos na tecnologia de alimentos de umidade intermediária

O crescimento bacteriano pode ser interrompido a níveis de umidade intermediária (0,60 - 0,80), porém muitos fungos e leveduras podem crescer nesta faixa (SCOTT, 1957; DESROSIER, 1977; TROLLER, 1973) e causar decomposição (BROCKMANN, 1973; LABUZA et alii, 1972a). Conseqüentemente, os alimentos de umidade intermediária contêm antimicóticos para suprimir este crescimento (BROCKMANN, 1973; DESROSIER, 1977; KAPLOW, 1970). Os poliálcoois usados como umectantes têm alguma atividade antimicótica (LABUZA & CHOU, 1974;

CHICHESTER & TANNER, 1968). Existe um grande número de compostos orgânicos e inorgânicos, os quais são fortes fungistáticos e/ou fungicidas (DESROSIER, 1977; BORGSTROM, 1968; JACOBS, 1951).

Destes antimicóticos, o ácido sórbico (ácido hexadienóico) ou seu sal de potássio, têm sido comumente usados (BORGSTROM, 1968; BALDOK et alii, 1977; BROCKMANN, 1969). O ácido sórbico é metabolizado a  $CO_2$  e  $H_2O$  e é o único preservativo com esta característica (BORGSTROM, 1968).

Este ácido é primariamente um agente fungistático, sua eficiência contra bactérias é menos efetiva (CHICHESTER & TANNER, 1968). O mecanismo específico de supressão parece ser o bloqueio da função normal de certas enzimas sulfidrílicas (BORGSTROM, 1968).

MELNICK et alii (1954) atribuem a ação fungistática do ácido sórbico à inibição do sistema enzimático desidrogenase. Esta ação é específica para microrganismos catalase-positivos, mas não interfere com espécies catalase-negativas, tais como bactérias ácido-lácticas e do gênero Clostridium (EMARD et alii, 1952; SAUER, 1977; TOMPKIN et alii, 1974). Acredita-se que estes microrganismos degradam o sorbato de potássio a compostos inativos (exemplo: 1,3 pentadieno) por descarboxilação (MARTH et alii, 1966). A efetividade do ácido sórbico é aumentada consideravelmente a baixo pH e pela presença de cloreto de sódio (BORGSTROM, 1968; HAAS et alii, 1975; DOESBURG et alii, 1969).

## 2.8. Técnicas para ajustar atividade de água em alimentos

Níveis de umidade intermediária podem ser obtidos por aumento na atividade e no conteúdo de água de alimentos secos, ou por redução da atividade e conteúdo normal de água em alimentos úmidos. O primeiro procedimento que usa material seco é chamado de adsorção ou infusão seca, e envolve a absorção de água e solutos da solução de infusão; contrariamente, o procedimento que usa o alimento de umidade normal, e que troca uma parte de água por solutos da solução de infusão, é denominado dessorção ou infusão úmida (LABUZA, 1975; KAPLOW, 1970). Existe outro método que é chamado de técnica de mistura (Blending technique), onde os dois processos citados anteriormen

te ocorrem ao mesmo tempo, isto é, os alimentos úmidos e secos são mistura dos, e os compostos solúveis são dissolvidos na água do componente úmido. Es te método é usado na produção de alimentos para gatos, cachorros e outros animais (DESROSIER, 1977; KAPLOW, 1970). O processo de absorção requer um produto seco de alta qualidade, o que aumenta os custos de produção e limita sua aplicação. Em contraste, o processo de dessorção requer uma matéria pri ma mais simples e disponível e, após o equilíbrio numa solução hipertônica, produz um alimento estável (POTTER, 1970).

## 2.9. Atividade de água e estabilidade dos alimentos

A qualidade de um alimento de umidade intermediária está baseada no controle da atividade e conteúdo de água dentro de limites que inibam o crescimento microbiano (SCOTT, 1957; TROLLER, 1973). Porém estes limites não significam que o produto não possa ser afetado por outros fatores do meio (WODZINSKI & FRAZIER, 1960; 1961a; 1961b). Na interpretação do conceito de limite de atividade de água, devem ser considerados: composição, processamen to, manuseio e uso futuro do alimento (SCOTT, 1957).

O efeito da atividade de água nas reações químicas é mais complexo que aquele dos microrganismos (LABUZA et alii, 1972b; LABUZA, 1975). A ativi dade de água, porém, não é o único parâmetro que define os limites menores da atividade química: o conteúdo de água é também importante (LABUZA et alii, 1972a). O tipo e extensão das reações químicas nos alimentos de umidade in termediária podem afetar sua qualidade sensorial e nutricional. Obviamente, com o controle da alteração microbiológica, estas reações podem definir a aceitabilidade e a vida de estocagem dos mesmos (SCOTT, 1957; OBANU, 1976).

### 2.9.1. Estabilidade microbiológica

Geralmente em alimentos de umidade intermediária as contagens to tais variam durante a estocagem. Porém estas contagens estão dentro do nor mal esperado para este tipo de produtos. Os testes mostram que altas popula ções inoculadas nos alimentos morrem durante a estocagem, e as taxas de mor

te são maiores em alimentos processados por absorção que por dessecção, provavelmente devido ao alto conteúdo de umidade dos últimos (LABUZA et alii, 1972a).

Dos microrganismos patogênicos unicamente Staphylococcus aureus é capaz de crescer à atividade de água de 0,86 (SCOTT, 1957). Porém a produção de enterotoxina ocorre a uma atividade de água maior (HAAS et alii, 1975; TROLLER, 1973).

TROLLER (1971; 1972) não detectou produção de toxina em atividade de água de 0,91 em meio artificial com um grande número de células viáveis porém, segundo este pesquisador, na produção de alimentos de umidade intermedia diária é desejável que o crescimento de Staphylococcus aureus seja inibido.

### 2.9.2. Deterioração enzimática

A ação enzimática em alimentos desidratados tem sido extensivamente estudada, porém a natureza exata do efeito da água ainda não foi totalmente esclarecido (KAREL, 1975). Enzimas amplamente distribuídas nos alimentos, tais como, amilases, fenoloxidasas e peroxidases são completamente inativas em atividades de água inferiores a 0,85 (LONCIN et alii, 1968). No entanto, algumas hidrolases e lipases são ativas em atividades de água tão baixas como 0,30 e algumas até 0,10 (ACKER, 1970). Em geral, pode-se afirmar que os pontos ativos específicos das enzimas atuam mesmo a baixas atividades de água (CABRAL & ALVIM, 1981) e as reações cessam, quando a concentração de água do alimento é menor do que a da monocamada (ACKER, 1970).

Na elaboração de alimentos de umidade intermediária, a matéria prima é sempre aquecida antes ou durante o processamento com a finalidade de inativar enzimas e reduzir o número de microrganismos. Portanto, nestes alimentos a deterioração enzimática não é significativa (LABUZA, 1975).

### 2.9.3. Escurecimento não enzimático

A maioria dos alimentos desidratados, e praticamente todos os alimentos de umidade intermediária, estão sujeitos a reações de escurecimento

não-enzimático (KAREL & FLINK, 1973; BERK, 1976). Estas reações são fortemente dependentes do teor de água e têm seu máximo limite menor da faixa de umidade intermediária (0,6-0,7), declinando posteriormente (LONCIN et alii, 1968). Isto é devido a que um incremento da umidade desde um valor próximo de zero vai facilitar a difusão e aumento da dissolução dos reagentes (EICHNER et alii, 1972). Porém a altos teores de água produz-se uma inibição (LONCIN et alii, 1968).

Estas reações induzem uma ampla faixa de alterações no alimento, incluindo escurecimento da cor, desenvolvimento de sabores e odores indesejáveis, mudanças na textura, perda da reidratabilidade e do valor nutritivo, particularmente por destruição de lisina (ROLFE, 1970). A reação fundamental envolvida no escurecimento não-enzimático é uma condensação entre o grupo amino dos aminoácidos, peptídeos ou proteínas com aldeídos, cetonas e açúcares redutores (reação de Maillard) (BERK, 1976; OBANU et alii, 1975a; 1975b). Em proteínas, os grupos E-amino da lisina e amino terminais das cadeias polipeptídicas são capazes de reagir (OBANU et alii, 1977). A reação é desenvolvida numa seqüência completa, terminando com a produção de pigmentos marrons (OBANU et alii, 1975b).

Além da atividade de água, outros fatores que influem na reação são: a proporção de compostos açúcar-amino, temperatura, pH, capacidade tampão, presença de outros compostos ou íons (BERCK, 1976; WARMBIER et alii, 1976a; 1976b).

BROCKMANN (1973) observou que os alimentos de umidade intermediária têm uma grande susceptibilidade ao escurecimento não-enzimático e que esta é a causa primária da deterioração dos mesmos durante a estocagem.

LABUZA (1975) verificou que não existe diferença nas taxas de escurecimento em sistemas preparados por adsorção e dessorção.

#### 2.9.4. Deterioração oxidativa

Uma outra reação importante que controla a estabilidade de alimentos de umidade baixa e intermediária é a oxidação de lipídios (KAREL, 1973). Esta envolve a reação do oxigênio com os ácidos graxos insaturados, produzindo

do odores e sabores estranhos (SHARP, 1953). Durante a reação os ácidos graxos são destruídos, e os radicais livres produzidos podem reagir com proteínas, reduzindo a solubilidade e o valor nutritivo do alimento (TAPPEL, 1962). REYNOLDS (1965) postula que estes carbonilos insaturados, produzidos na oxidação de lipídios, podem tomar parte nas reações de escurecimento não-enzimático. Alterações oxidativas de alimentos envolvem primariamente mecanismos autoxidativos, os quais são acompanhados por várias reações secundárias (SCHULTZ et alii; 1962). É conhecido que a autooxidação dos lipídios tem um mecanismo de radicais livres, onde os maiores produtos são os hidroperóxidos (FRANKEL, 1962). LABUZA et alii (1969) revisaram a cinética da oxidação como uma função da atividade de água, encontrando o grau máximo de oxidação na faixa de atividade de água 0,6 - 0,7 (KAREL, 1975).

A rancidez oxidativa pode ser um problema sério em carne de umidade intermediária devido ao conteúdo de pigmentos hemáticos (LIU, 1970), que podem atuar como catalizadores (LEE et alii, 1975). O efeito pró-oxidante dos compostos hemáticos na oxidação de gorduras é recíproco, uma vez que os ácidos graxos insaturados também aceleram a reação e, portanto, destroem os mesmos (OBANU & LEDWARD, 1978). É conhecido que os pigmentos hemáticos possuem maior atividade catalítica, quando o ferro está no estado férrico. Isto significa que a carne de umidade intermediária, que normalmente é pausteyrizada ou cozida, é mais susceptível a rancidez oxidativa e descoloração por que o ferro hemático é oxidado durante o aquecimento (GREENE & PRICE, 1975).

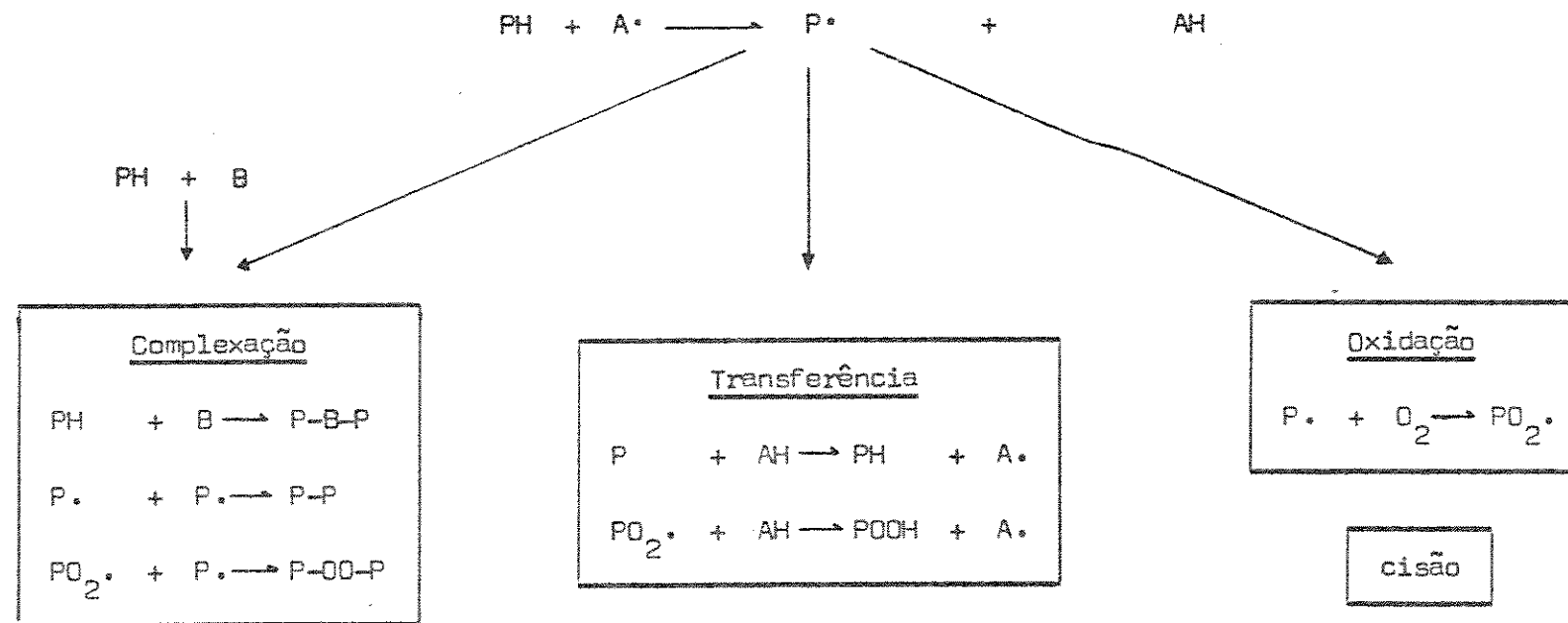
A oxidação de lipídios parece ser mais rápida nos alimentos processados por dessorção (LABUZA & CHOU, 1974; CHOU et alii, 1973).

#### 2.9.5. Interação das proteínas com os lipídios oxidados

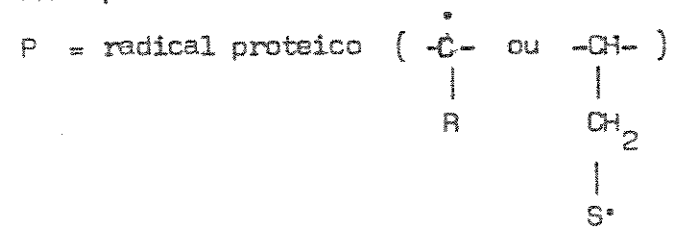
Existe uma grande evidência indicando que a formação de peróxidos na oxidação de lipídios leva a reações com proteínas nos sistemas proteína-lipídio. As possíveis reações de proteínas com hidroperóxidos e os produtos da quebra formados podem ser vistos na Figura 2 (KAREL et alii, 1975).



FIGURA 2 - Possíveis reações de proteínas com lipídios peroxidados.



Legenda: PH = proteína



A = radical não proteico

B = produto de quebra

Os efeitos de peróxidos nas proteínas in vitro são: perda da atividade enzimática, perda da solubilidade devido a agregação e formação de complexos, quebra de cadeias e perda de aminoácidos específicos (OBANU et alii, 1980).

Os aminoácidos básicos (lisina, histidina) e sulfurados (cistina, metionina) são os mais susceptíveis às reações com os produtos da oxidação (TANNENBAUM et alii, 1969; ROY & KAREL, 1973; ONABU et alii, 1977). O mecanismo das interações proteína-lipídios oxidados não está explicado claramente e reações similares àquelas que levam à formação de pigmentos (reação de Maillard) são passíveis de ocorrer (KAREL, 1975).

Portanto, reações que limitam a vida de prateleira dos alimentos são o escurecimento não enzimático e a rancidez (OBANU, 1976).

#### 2.10. Qualidade organoléptica de alimentos de umidade intermediária

A aparência, textura, sabor e odor nos alimentos de umidade intermediária podem ser influenciados significativamente pelo escurecimento não enzimático, oxidação de lipídios, interações lipídio-proteína, proteína-proteína. Além dos efeitos das reações químicas, diversos parâmetros definem a qualidade sensorial, tais como: natureza do produto, conteúdo de umectante e as condições de processamento e estocagem (OBANU, 1976). A aparência é um fator importante na qualidade organoléptica; normalmente esta se refere à qualidade visual do alimento, onde o termo cor é usado como aparência, uma vez que os consumidores associam cada alimento com uma cor característica (JOSLYN, 1970).

A textura é outro fator importante na qualidade de alimentos de umidade intermediária. Carne processada por dessorção possui, geralmente, uma maior tenrura e suculência, isto porque contém maior teor de umidade (LABUZA, 1968). A textura da carne é afetada por mudanças nos componentes proteicos, especialmente na actomiosina e colágeno. Aumento nas reações cruzadas ("cross-linking reactions"), particularmente na actomiosina, leva a uma diminuição da tenrura (KAREL & FLINK, 1973; OBANU et alii, 1975b).

O odor é outro fator organoléptico determinante da preferência e aceitabilidade de um alimento. A maioria dos umectantes usados não tem odor, porém este pode ser afetado adversamente pelas mudanças deteriorativas durante a estocagem (OBANU, 1976). Todos os umectantes usados na tecnologia de alimentos de umidade intermediária influenciam no sabor do produto. Alimentos preparados com soluções de infusão de açúcares são doces, assim como os preservados com glicerol. Não existe umectante sem sabor, e isto ocasiona um dos maiores problemas nestes produtos (BRIDGES, 1977; KAPLOW, 1970; DIMSZA & SILVERMAN, 1979).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Material

Carne de bovino - músculo semitendinosus

Umectantes - sacarose, glicerol e glicose comercial de milho (Bufalo 42)

Estufas FANEM mods. 315/1 e 002/2

Mufila FORCABO nº 2133

Balanças Mettler mod. P-1000 e SAUTER mod. 414/10

Espectrofotômetro Baush & Lomb - Spectronic 20

Espectrofotômetro CARL ZEISS mod. DMC 25 REFC 3 e M4QIII91287

Geladeira General Electric com termostato FANEM

Contador de colônias Hellyge

Potenciômetro MICRONAL B-221

Higrômetro Lufft Durotherm

Banho-Maria FABBE 110E

Autoclava vertical FABBE 103

Moinho Universal mod. 2

Aparelho Warner-Bratzler CHATILLON

#### 3.2. Métodos

##### 3.2.1. Preparação de carne de umidade intermediária pelo método de dessorção

A carne utilizada foi músculo semitendinosus de bovino, da qual foi retirada a gordura visível e o tecido conectivo. O músculo foi cortado em cubos de aproximadamente  $1\text{ cm}^3$ . Separadamente foram preparadas soluções de infusão com três umectantes (sacarose, glicerol e glicose de milho). A carne foi imersa nas soluções na proporção de 1:2 (carne:solução) (BROCKMANN, 1969) a  $85^{\circ}\text{C}$  por 15 minutos. A seguir permaneceu nas soluções por 20 horas (repouso) à temperatura ambiente ( $25^{\circ}\text{C}$ ) para alcançar o equilíbrio completo.

Posteriormente foi retirada e embalada em sacos de polietileno (250 g). A es tocagem foi feita em estufa a 37°C.

### 3.2.2. Escolha da melhor solução umectante

Foram preparadas soluções de infusão com atividades de água (teóricas) de 0,60; 0,70; 0,80 e 0,85, calculadas através da equação de ROSS (1975) para os diferentes umectantes, conforme as formulações dos Quadros 2, 3 e 4.

QUADRO 2 - Composição das soluções de infusão de sacarose.

Componentes (%)	Atividade de água			
	0,60	0,70	0,80	0,85
Sacarose	84,20	74,50	48,30	12,12
Água	10,43	16,90	34,12	58,00
Sal	5,20	8,40	17,10	29,00
Sorbato de potássio	0,15	0,30	0,51	0,80

QUADRO 3 - Composição das soluções de infusão de glicerol.

Componentes (%)	Atividade de água			
	0,60	0,70	0,80	0,85
Glicerol	58,90	43,90	19,27	6,40
Água	27,13	37,00	52,80	61,10
Sal	13,60	18,50	26,40	30,10
Sorbato de potássio	0,40	0,55	0,79	0,90

QUADRO 4 - Composição das soluções de glicose de milho.

Componentes (%)	Atividade de água			
	0,60	0,70	0,80	0,85
Glicose de milho	80,10	69,00	45,00	16,00
Água	12,80	20,60	35,00	55,00
Sal	6,40	10,30	18,00	27,70
Sorbato de potássio	0,20	0,30	0,54	0,80

Foi feita a dessorção da carne nas soluções citadas nos Quadros 2, 3 e 4. Nos produtos resultantes após repouso foi determinado: Aa (higrômetro), umidade (AOAC, 1975) e ácidos graxos livres (KE & WOYEWODA, 1970). A partir destes resultados foi selecionada uma solução de cada umectante para as experiências posteriores.

### 3.2.3. Estabilidade na estocagem de carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes

Com as soluções de infusão escolhidas foi feita a dessorção da carne, e os produtos obtidos após repouso foram estocados por 3 meses, para investigar as possíveis alterações.

O controle foi realizado através das seguintes análises em intervalos de 15 dias:

- Cor - espectrofotometria de reflectância do produto triturado, utilizando sulfato de bário como padrão
- Hematina - método de LEDWARD (1971) medida a 400 nm
- Ácidos graxos livres - (KE & WOYEWODA, 1970)
- Número de T.B.A. - (Vyncke, 1975)
- Umidade - (AOAC, 1975)
- Microbiologia - contagem total (PCA) e fungos (PDA) (SPECK, 1976)

Para caracterizar o produto no início e no fim da estocagem foram feitas as seguintes determinações:

- Proteína - (LILLEVIK, 1970)
- Cloretos - (AOAC, 1975)
- Gordura - (ELIGH & DYER, 1959)
- Cinzas - (AOAC, 1975)
- Reidratação - (SHARP, 1953)
- pH - (potenciômetro)
- Atividade de água - (higrômetro)
- Análise sensorial: - Os parâmetros sensoriais foram testados por 8 provadores treinados, utilizando uma escala não estruturada de 9 pontos (Apêndice 2) e o delineamento de blocos incompletos. Os dados foram analisados estatisticamente.
- Textura - Método objetivo (Warner-Bratzler)

#### 3.2.4. Influência do sorbato de potássio na estabilidade do produto

Foi adicionado sorbato de potássio em diferentes etapas do processo, com a finalidade de verificar: a) influência da forma de adição; b) capacidade antifúngica no produto.

Processos testados: -

Processo I - O sorbato de potássio foi adicionado nas soluções de infusão.

Processo II - As soluções de infusão foram preparadas sem o sorbato de potássio. Os produtos obtidos, após repouso, foram imersos em uma solução de sorbato de potássio a 5 % por um minuto.

Processo III - A dessorção da carne foi feita nas soluções sem adição de sorbato de potássio.

Nos produtos obtidos a partir destes processos foram feitas as seguintes análises: quantidade de sorbato residual (MELNICK & LUCKMANN, 1954), e contagem de fungos (PDA) (SPECK, 1976) a cada duas semanas durante dois meses.

### 3.2.5. Efeito da salga da carne antes da infusão

Foi feita a salga da carne (músculo semitendinosus) em uma solução saturada de cloreto de sódio à temperatura de 20°C, determinando a porcentagem de cloretos (AOAC, 1975) e de umidade (AOAC, 1975) após 2, 4, 6 e 10 horas de salga. Depois da salga as amostras foram imersas na solução de glicérol (Aa teórica = 0,80). Após repouso foi determinada a umidade total, porcentagem de cloretos e atividade de água dos produtos.

### 3.2.6. Efeito da temperatura sobre a salga e infusão da carne

Foram testadas às temperaturas de 20, 30 e 45°C para o tempo de salga determinado em 3.2.5.. Após a salga nas diferentes temperaturas, a carne foi imersa na solução de glicérol (Aa teórica = 0,80) e, posteriormente ao repouso, foram determinadas nos produtos: porcentagem de cloretos (AOAC, 1975), porcentagem de umidade (AOAC, 1975) e atividade de água (higrômetro).



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 4.1. Caracterização da matéria prima

No Quadro 5 apresenta-se a composição centesimal da carne fresca (músculo semitendinosus) que foi usada como matéria prima para o presente trabalho.

QUADRO 5 - Composição centesimal aproximada do músculo semitendinosus fresco.

Análise	(%)
Umidade	73,00
Proteínas	22,15
Cinzas	1,10
Gordura	2,90
Carboidratos *	0,85

(\*) Por diferença

A porcentagem de cloretos no músculo foi 0,78. Todos os dados anteriores estão de acordo com os resultados médios para carne bovina encontrados na literatura (NORMAN, 1978). Alguns outros parâmetros referentes à carne fresca são mostrados no Quadro 6.

QUADRO 6 - Parâmetros de qualidade do músculo semitendinosus fresco

Parâmetros	Valores
Contagem total	$1 \times 10^5$
Ácidos graxos livres (% como ácido oleico)	0,078
pH	5,2
Atividade de água (Aa)	0,97
Número de TBA (mg de malonaldeído/1000 g) *	0,026

(\*) K = 5,2 (WITTE et alii, 1970)

O MINISTÉRIO DA SAÚDE (1978) estabelece, como padrão, contagem total de mesófilos de  $3,0 \times 10^6$ /g para carne fresca, encontrando-se a matéria prima utilizada nesta pesquisa dentro deste limite. O número de T.B.A. como índice de rancidez oxidativa em carne fresca, segundo WITTE et alii, 1970, é de baixa magnitude (0,07 - 0,30), mas varia de amostra para amostra.

O pH da carne bovina varia entre 5,1 e 6,2 (DELAZARI, 1978), enquanto a Aa para carne crua é de 0,98 - 0,99 (GLESS, 1978). Segundo os valores acima citados, pode-se considerar que a carne utilizada foi de boa qualidade.

#### 4.2. Escolha das melhores soluções de infusão

O comportamento das soluções de infusão dos três umectantes, assim como dos produtos obtidos em cada uma delas, pode ser observado nas Figuras 3, 4 e 5.

Na Figura 3 observa-se grande efeito sinergista na capacidade de redução da atividade de água, entre os solutos das soluções de infusão de sacarose e glicerol, fato observado por OBANU (1976); KARMAS & CHEM (1975) e BONE (1973). Porém, na solução de glicose comercial de milho, este efeito não foi verificado, encontrando-se Aas experimentais maiores que as teóricas, sendo esta variação causada provavelmente por interações entre os solutos, e/ou pela composição complexa do umectante (presença de outros açúcares - Apêndice 1).

Todas as curvas mostram correlações altas, o que possibilita, nos três casos, a predição da atividade de água experimental baseada no cálculo teórico.

A Figura 4 mostra a relação entre a atividade de água experimental das soluções de infusão, e a atividade de água e umidade dos Produtos após infusão. Nesta Figura, observa-se que para uma mesma atividade de água experimental da solução, a capacidade de diminuir a atividade de água do produto é maior com a sacarose seguida da glicose e por último pelo glicerol, isto a Aa experimentais menores que 0,80; após este valor, existe uma mudança deste comportamento. Observa-se também que os resultados de umidade seguem a mesma tendência, podendo-se dizer que a solução de glicerol origina produtos mais

úmidos, e a solução de sacarose mais secos.

Segundo a Figura 5, a umidade dos produtos e suas atividades de água estão correlacionados linearmente. No caso da glicose de milho, esta correlação é significativa a um nível de 5 %.

Na Figura 6, observa-se que aumentos na atividade de água do produto relacionam-se com aumentos no teor de ácidos graxos livres. Comparando-se os resultados obtidos com o da carne fresca (A.G.L. = 0,288 % Base Seca) verifica-se que os produtos obtidos com soluções de infusão de sacarose e glicérol, com  $A_a$  inferior a 0,75, o teor de ácidos graxos livres diminui, aumentando após este valor. Para os produtos obtidos com glicose de milho, o aumento na quantidade de ácidos graxos livres ocorre a valores superiores a 0,86. Portanto, acredita-se que este aumento a  $A_a$  elevadas é devido à maior quantidade de água disponível para reações de hidrólise de triglicerídios. A diminuição a baixas  $A_a$  pode ser também causada pela reação entre ácidos graxos livres e outros compostos. Esperava-se uma quantidade constante ou menor neste parâmetro, devido à desnaturação das enzimas no processo (LABUZA, 1975) o que impediria a hidrólise enzimática.

FIGURA 3 - Relação entre atividade de água (Aa) teórica e experimental para cada solução de infusão.

— + — Sacarose ( $r = 0,9978$ )  
— v — Glicerol ( $r = 0,9996$ )  
— • — Glicose de milho ( $r = 0,9980$ )

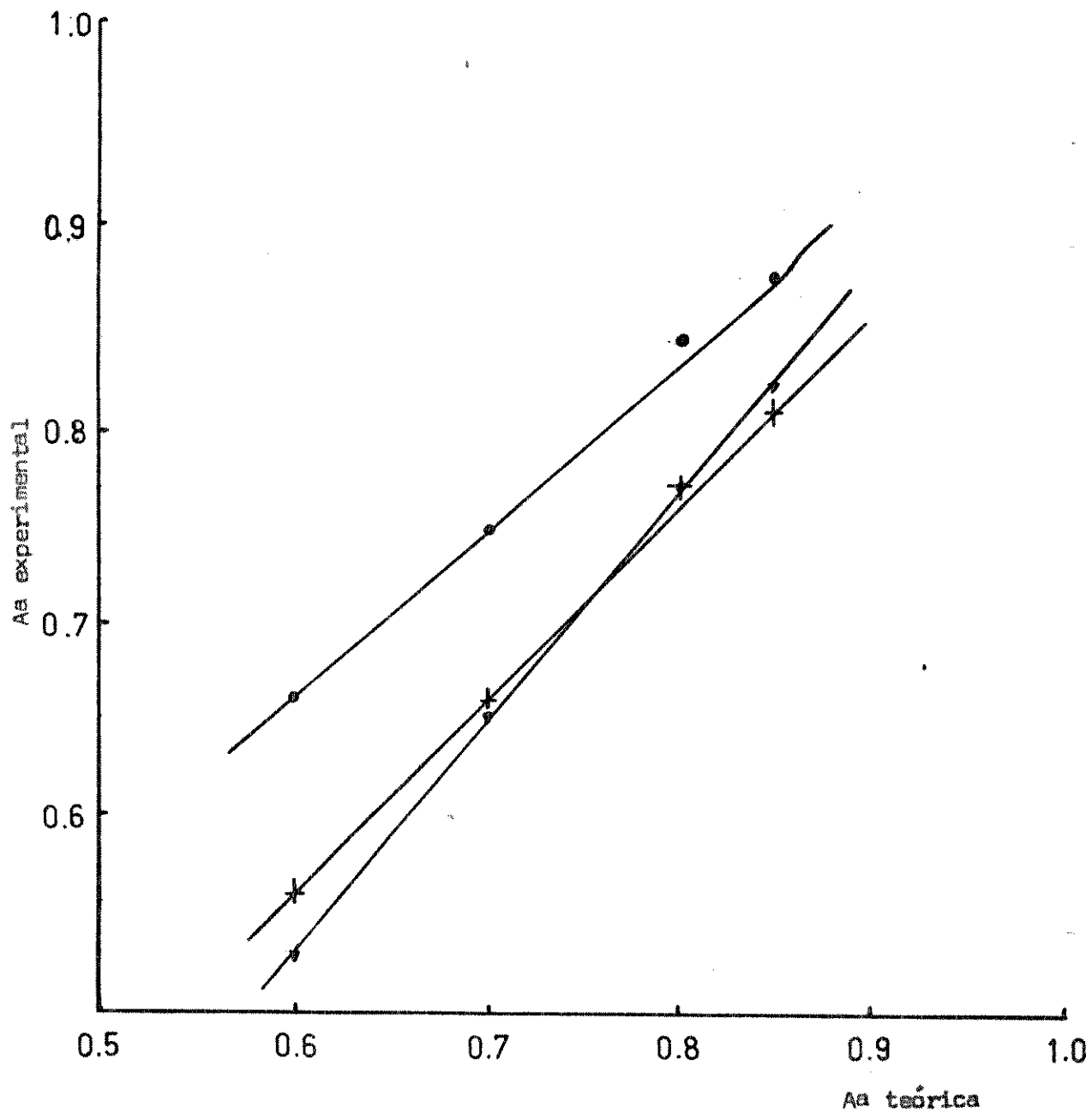


FIGURA 4 - Relação entre atividade de água (Aa) experimental das soluções e atividade de água e umidade dos produtos.

— + —	Sacarose (Aa do produto)	( $r = 0,9639$ )
- - + - -	Sacarose (umidade)	( $r = 0,9601$ )
— ▼ —	Glicerol (Aa do produto)	( $r = 0,9953$ )
- - ▼ - -	Glicerol (umidade)	( $r = 0,9926$ )
— • —	Glicose de milho (Aa do produto)	( $r = 0,9998$ )
- - • - -	Glicose de milho (umidade)	( $r = 0,9598$ )

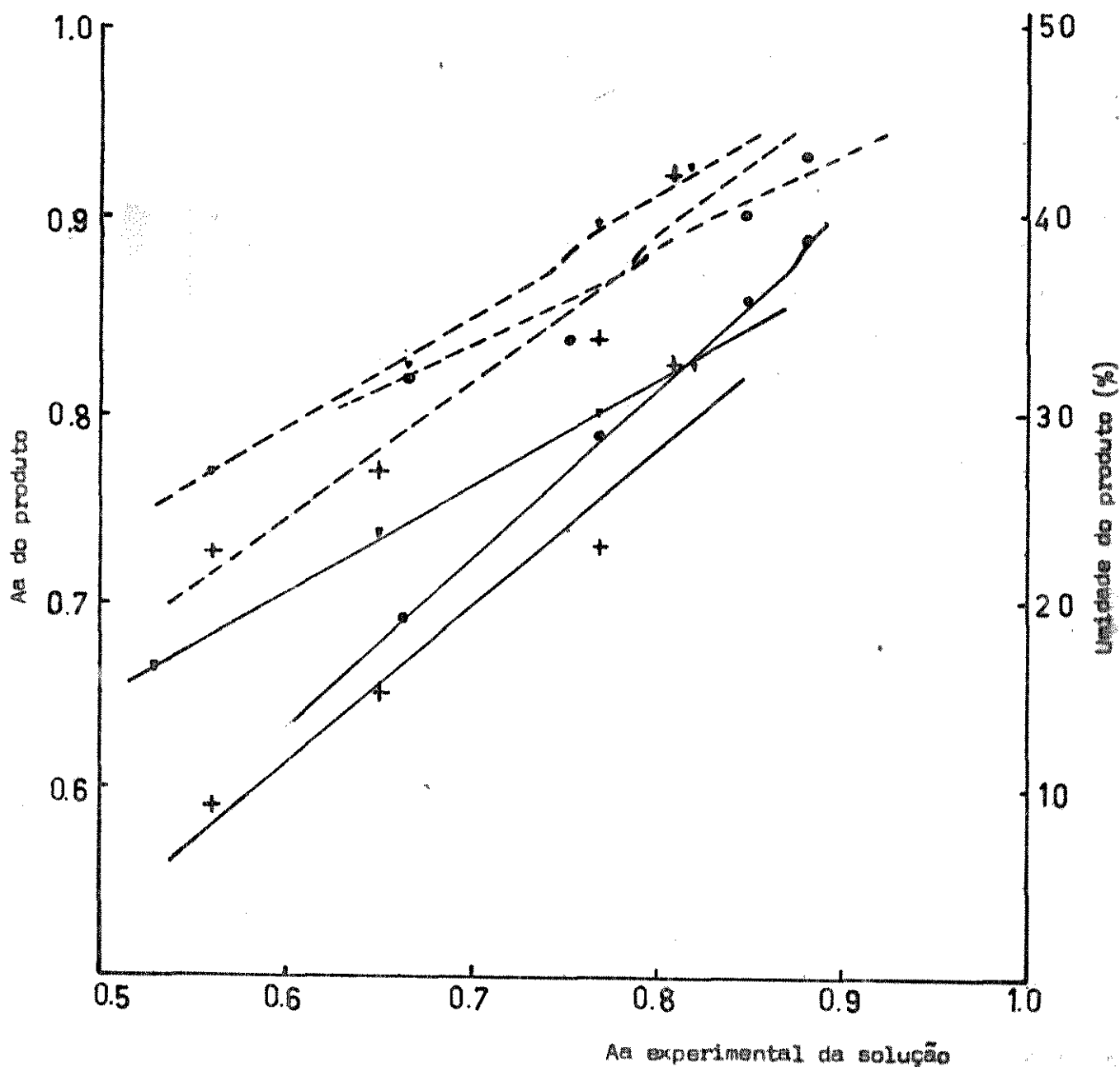


FIGURA 5 - Relação entre atividade de água (Aa) e umidade dos produtos.

— + — Sacarose ( $r = 0,9988$ )  
— ▼ — Glicerol ( $r = 0,9927$ )  
— • — Glicose de milho ( $r = 0,9628$ )

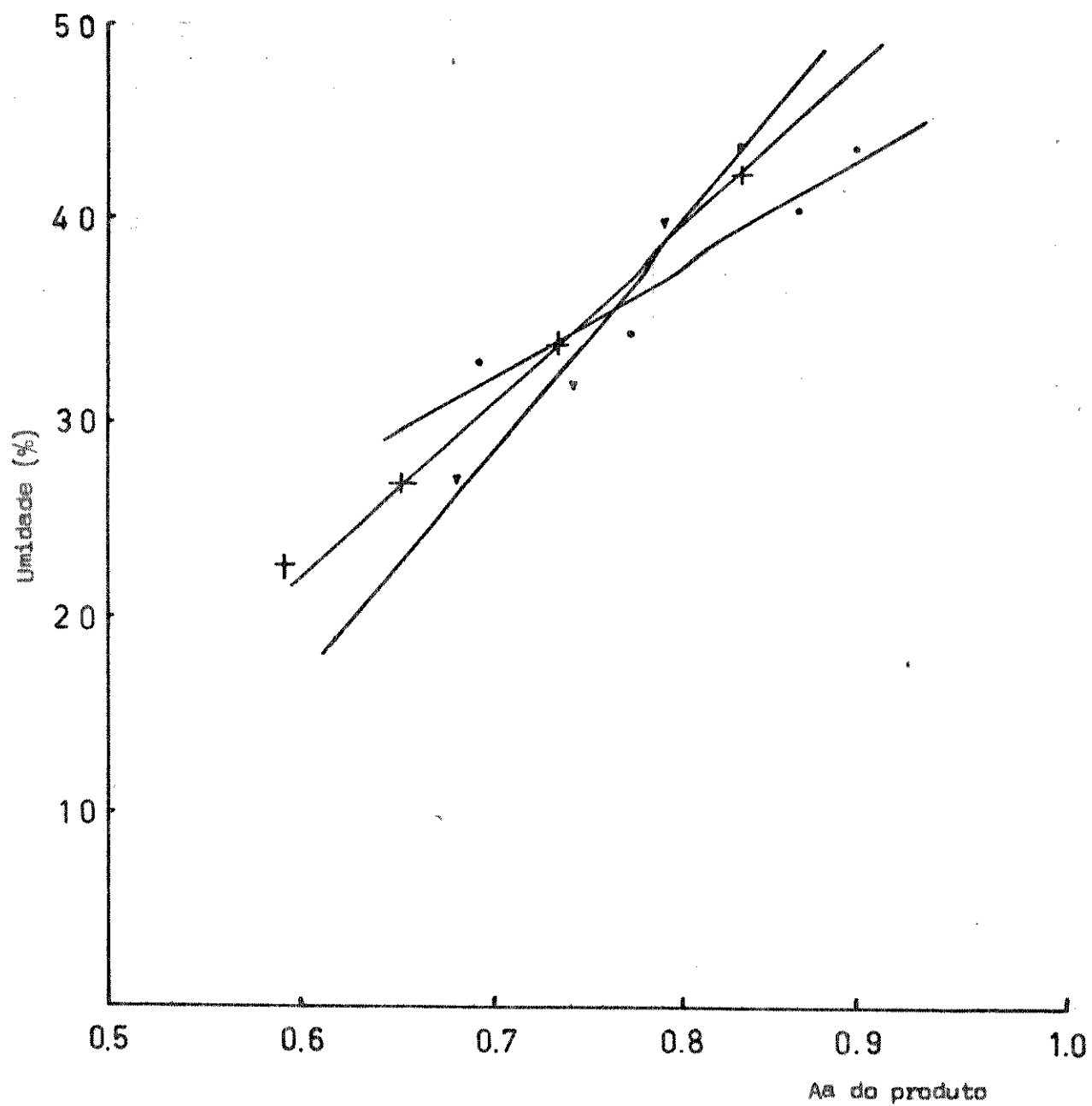
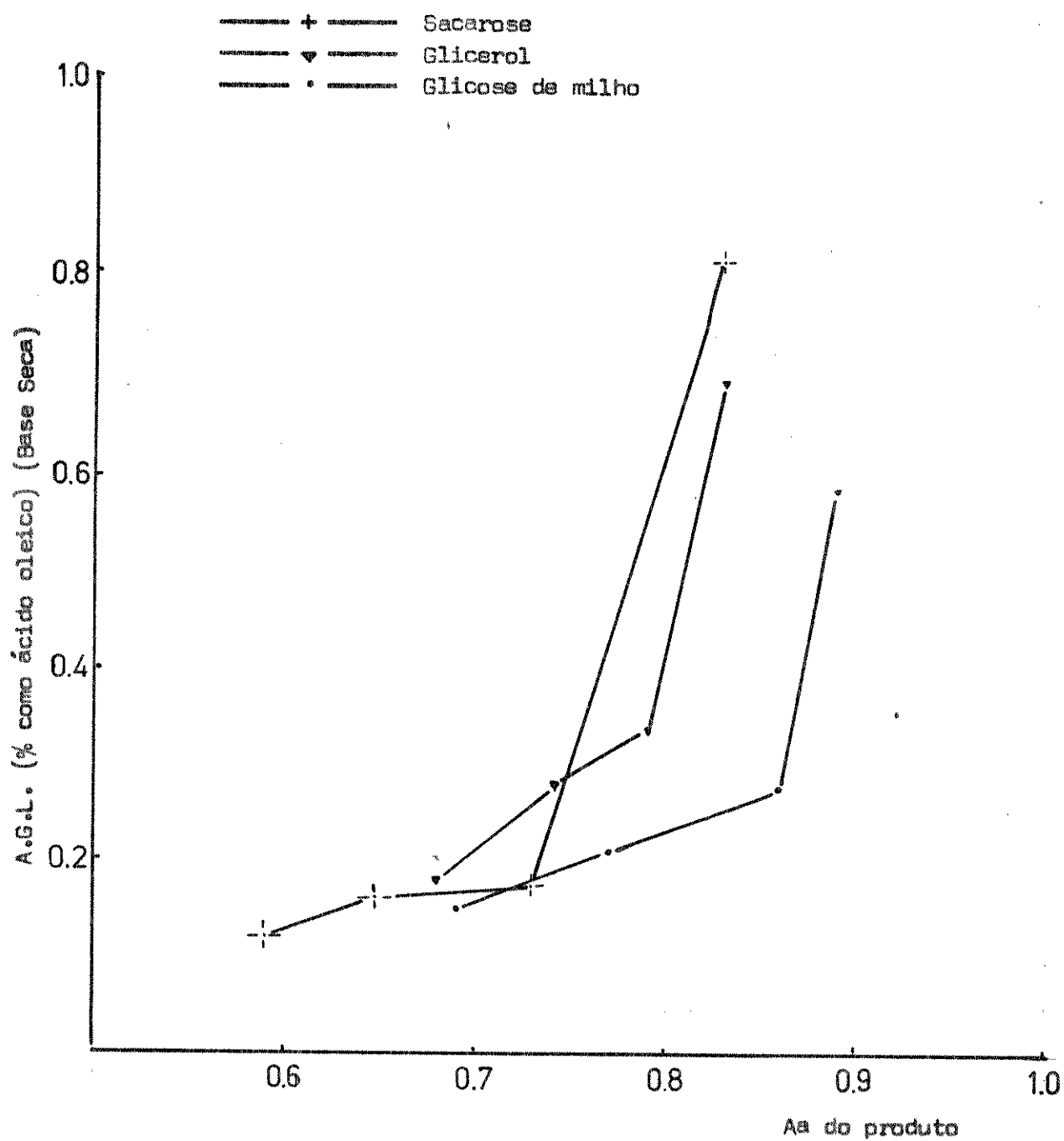


FIGURA 6 - Ácidos graxos livres (A.G.L. - % como ácido oleico) (Base Seca) em carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes.



Baseando-se nos resultados descritos anteriormente e outras observações, foi selecionada uma solução para cada umectante, cujas atividades de água podem ser vistas no Quadro 7.

QUADRO 7 - Atividades de água (Aa) das soluções de infusão e dos produtos.

Umectante	Aa teórica	Aa experimental	Aa produto
Sacarose	0,80	0,77	0,73
Glicerol	0,80	0,77	0,79
Glicose de milho	0,70	0,75	0,77

O principal critério adotado na seleção foi a Aa do produto obtido, isto é, a solução de máxima Aa que dê um produto de Aa suficientemente baixa para garantir sua estabilidade na estocagem. Para este fim, usou-se Aa de 0,80 como valor máximo, pois assegura a eliminação da maioria das bactérias patogênicas. A literatura recomenda valores de 0,85 (OBANU, 1976; BROCKMANN, 1970; TROLLER, 1980). Porém, para ter-se uma maior segurança, utilizou-se o valor 0,80. Poderiam ser usadas soluções de menor Aa experimentais que as escolhidas, mas o custo de produção aumentaria, pela necessidade de usar-se maior quantidade de solutos na sua preparação. Fatores como umidade, textura e cor, que também foram observados, não mostraram diferenças significativas; por esta razão o critério acima citado foi adotado como definitivo.

#### 4.3. Estabilidade na estocagem de carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes

##### 4.3.1. Ácidos graxos livres

A análise durante a estocagem, do teor de ácidos graxos livres nos produtos, mostrou em todos os casos (Quadro 8) um aumento significativo nas primeiras duas semanas; após este tempo ocorreu um decréscimo vageroso. Com respeito à magnitude, esta se apresentou crescente na ordem sacarose, glicerol e glicose de milho.



QUADRO 8 - Porcentagem de ácidos graxos livres (% como ácido oleico) na estocagem de carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes.

Tempo (semanas)	Umectante		
	Sacarose	Glicerol	Glicose de milho
0	0,113	0,204	0,138
2	0,310	0,381	0,564
4	0,282	0,366	0,541
6	0,267	0,352	0,521
8	0,310	0,352	0,536
10	0,212	0,254	0,366
12	0,169	0,254	0,296

A alteração entre os produtos obtidos com glicerol e glicose de milho pode ser devida a mudanças na Aa dos produtos por perdas de umidade durante a estocagem (Quadro 12). Este fato é confirmado pelos valores das Aa após doze semanas, que são: 0,76 para sacarose; 0,76 para glicose; e 0,80 para glicose de milho. Sendo assim, a maior hidrólise de triglicerídios ocorreu à maior Aa.

#### 4.3.2. Número de T.B.A.

Segundo WITTE et alii, 1970; SINNHUBER & YU, 1967; e TARLADGIS et alii, 1960, o número de T.B.A. relaciona a rancidez oxidativa de um produto. Porém, observando os resultados mostrados no Quadro 9, verifica-se uma variação imprevista neste parâmetro.

QUADRO 9 - Número de T.B.A. (mg de malonaldeído/1000 g) na estocagem de carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes.

Tempo (semanas)	Umectante		
	Sacarose	Glicerol	Glicose de milho
0	1,099	0,000	0,000
2	0,194	0,126	0,160
4	0,126	0,930	0,465
6	0,177	0,084	0,296
8	0,338	0,126	0,126
10	0,126	0,084	0,338
12	0,084	0,000	0,000

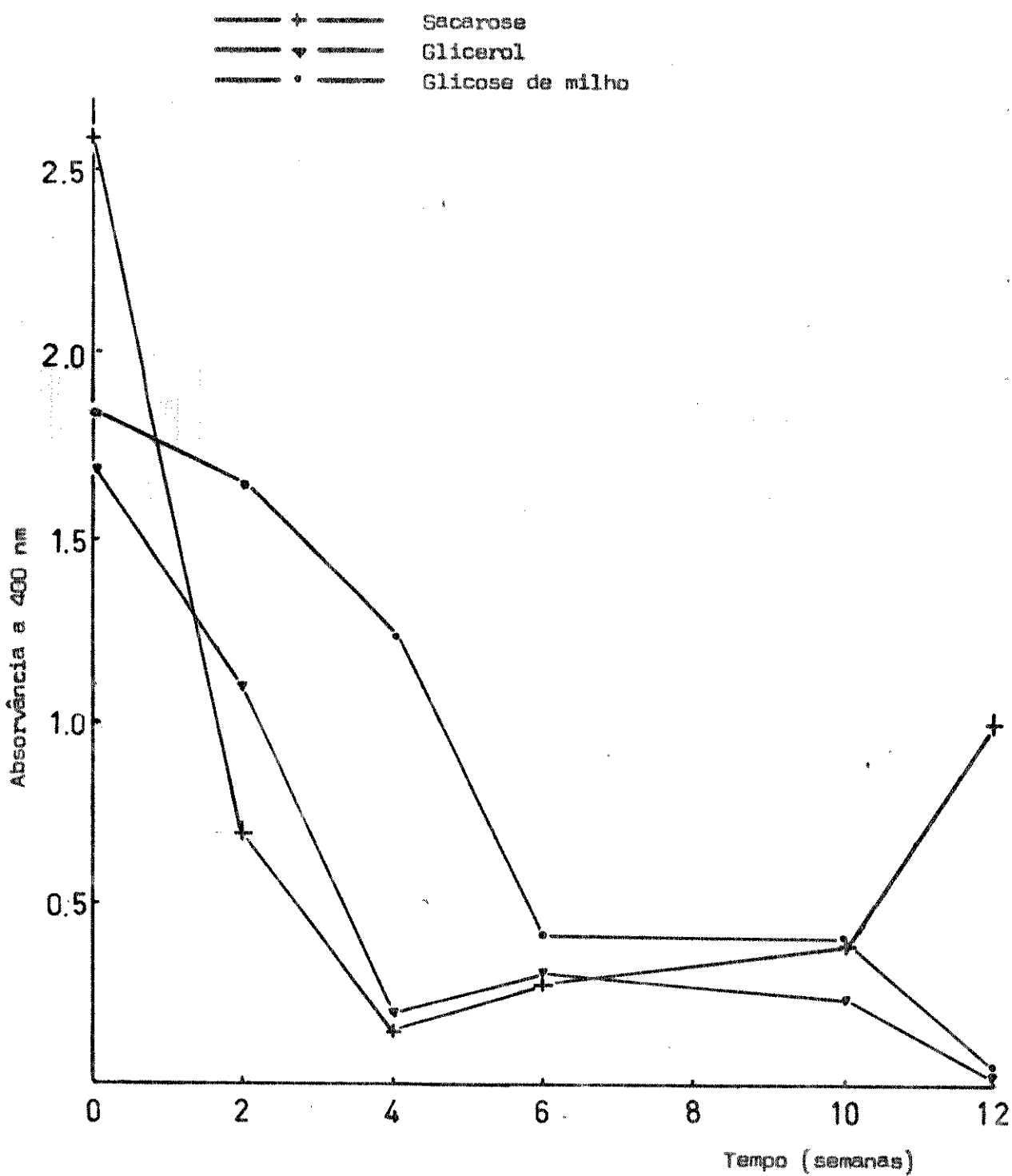
Neste caso, não se pode estabelecer nenhum padrão ou tendência no comportamento dos resultados. Apenas, observa-se que no tempo zero o produto obtido com sacarose tem o maior valor, enquanto que os valores de T.B.A. para glicerol e glicose de milho são nulos. Estes últimos podem ser causados pelo desaparecimento do malonaldeído por vários mecanismos. BUTTKUS (1967) determinou que a reação do malonaldeído com a miosina requer altas temperaturas ( $37 - 53^{\circ}\text{C}$ ). No presente caso, principalmente durante a infusão, a amostra de carne esteve bem acima destes limites. OBANU (1976), em pesquisas com glicerol observou que a oxidação dos lipídios não é significativa do ponto de vista de rancidez, mas pode ser a maior fonte de radicais livres, aceleradores ou iniciadores de reações de escurecimento não enzimático, reações proteína-proteína e interações lipídio-proteína. OBANU et alii (1975a), observaram que o número de T.B.A. em carne de umidade intermediária obtida com glicerol diminuía na estocagem e atribuíram esta diminuição ao fato de que os carbonilos T.B.A.-reativos são essenciais para reações de degradação proteica e complexação; então, era de se esperar que o número de T.B.A. variasse de amostra para amostra.

#### 4.3.3. Extração da hematina com piridina (40 % v/v)

Na Figura 7, observa-se que durante a estocagem, a quantidade de pigmento extraído diminui rapidamente nas primeiras semanas, sendo esta redução mais vegeosa no produto obtido com glicose de milho. Na amostra tratada com sacarose, observa-se um aumento gradual depois da quarta semana. Naqueles obtidos com glicerol e glicose de milho, ocorre uma redução após a sexta semana.

Os resultados obtidos usando glicerol são similares aos publicados por OBANU (1976); OBANU & LEDWARD (1978) com o mesmo umectante. Segundo LEDWARD (1971; 1974) as interações hematina-proteína típicas de carne cozida desaparecem durante a estocagem. Esperava-se, portanto, uma maior solubilidade da hematina em piridina, porém OBANU (1976), explica que a diminuição ocorrida na solubilidade é causada por reações de complexação ("cross-linking") entre a hematina e as proteínas.

FIGURA 7 - Extração de hematina com solução de piridina (40 % v/v) na estocagem de carne de unidade intermediária preparada com diferentes umectantes.



## 4.3.4. Contagem de microrganismos

No Quadro 10, mostram-se as contagens totais durante a estocagem (12 semanas) dos produtos obtidos com os três umectantes.

QUADRO 10 - Contagem total (col/g) na estocagem de carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes.

Tempo (semanas)	Umectante		
	Sacarose	Glicerol	Glicose de milho
0	$5,7 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$
2	$2,0 \times 10^3$	$2,0 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$
4	$1,8 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	$3,3 \times 10^2$
6	$1,5 \times 10^3$	$5,3 \times 10^2$	$6,5 \times 10^1$
8	$1,7 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$
10	$9,0 \times 10^1$	$3,5 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$
12	$3,9 \times 10^2$	$5,8 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$

Conforme o Quadro anterior, observa-se que durante a estocagem de carne de umidade intermediária, as contagens são relativamente baixas se comparadas com a de carne fresca (Quadro 6). Flutuações nos três casos seguem o mesmo comportamento geral, um aumento nas primeiras 2 semanas, seguido de diminuição acentuada até a oitava semana, onde começa um aumento bastante lento. As variações nas contagens têm sido observadas por OBANU (1976) e atribuídas a contaminações após processamento. Acredita-se que os microrganismos destas contagens são bactérias halofílicas e/ou osmofílicas, já que o crescimento de fungos só foi detectado após 8 semanas (Quadro 18), sem ocorrer aumento nas contagens posteriores. Isto indica que provavelmente a quantidade de sorbato de potássio adicionada foi suficiente para impedir o crescimento de fungos.

#### 4.3.5. Cor

Os espectros de reflectância da carne cozida e das amostras obtidas com os três umectantes durante a estocagem são mostrados nas Figuras 8, 9 e 10.

Nos três casos observou-se um comportamento similar, que foi o desaparecimento do espectro típico da carne cozida, aproximando-se ao espectro da hematina livre.

Aparentemente não existiu diferença entre a cor das três amostras. No início apresentaram-se com coloração avermelhada brilhante e no decorrer da estocagem tornaram-se amarelo ouro, muito pálidas (Figura 11). Este fato foi observado por BRIDGES (1977) e OBANU (1976).

OBANU et alii (1976a) acreditam que as mudanças na cor são determinadas por reações de quebra e complexação das proteínas durante a estocagem, originando pigmentos marrons.

FIGURA 8 - Espectro de reflectância na estocagem de carne de umidade interme-  
diária preparada por infusão em solução de sacarose.

Nº = semanas  
c = carne cozida

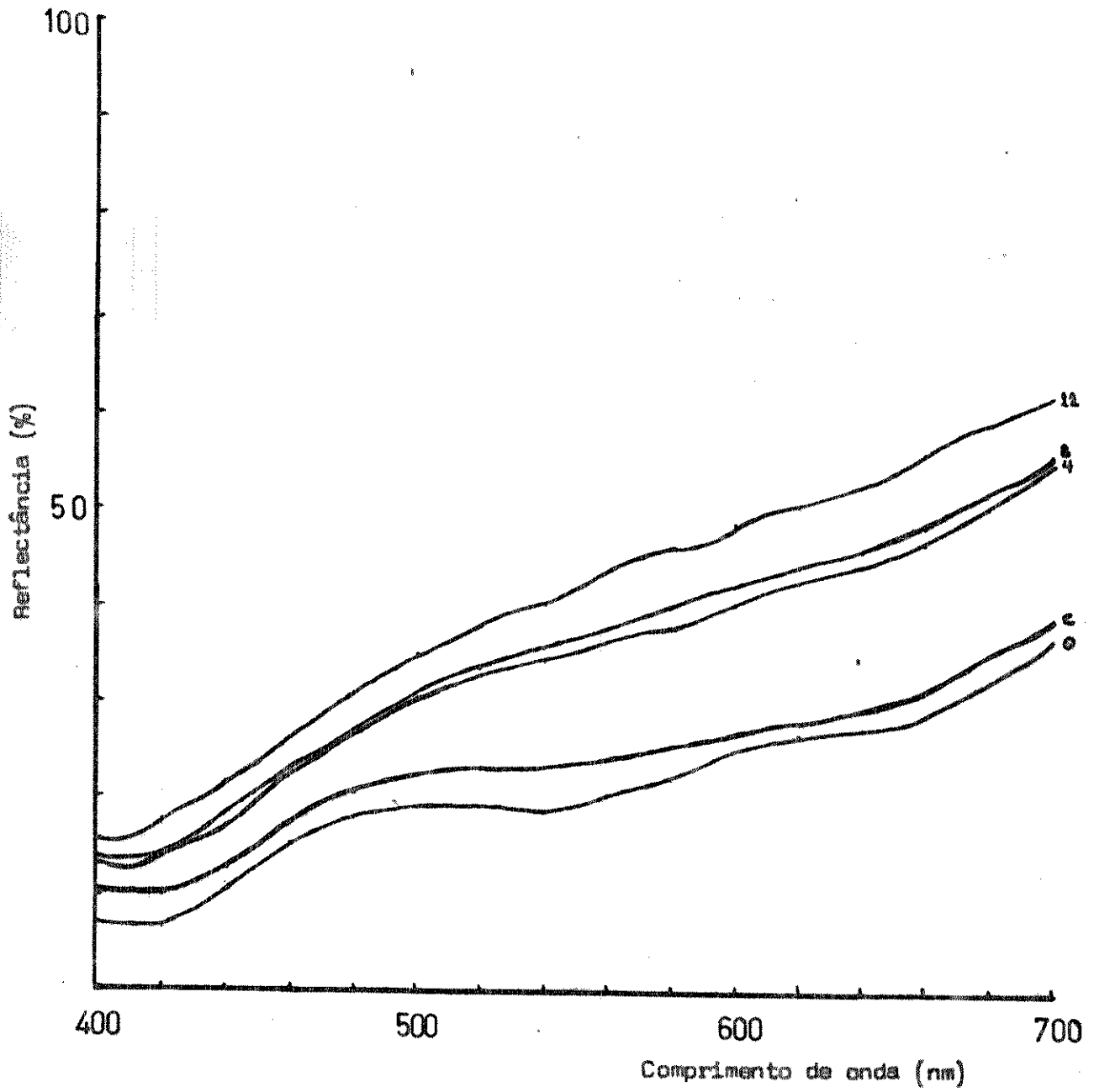


FIGURA 9 - Espectro de reflectância na estocagem de carne de umidade inter mediária preparada por infusão em solução de glicerol.

Nº = semanas  
c = carne cozida

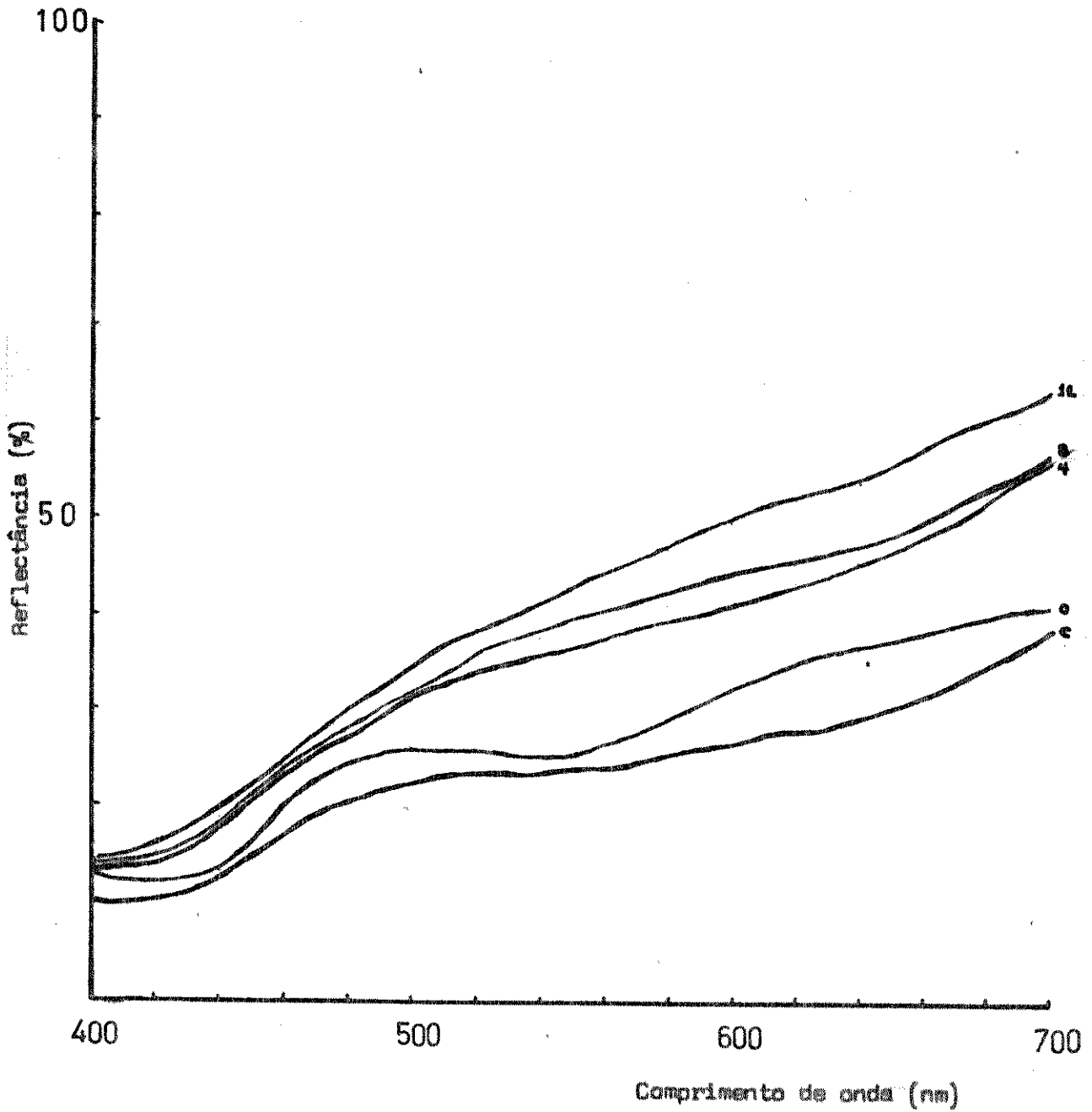




FIGURA 10 - Espectro de reflectância na estocagem de carne de umidade intermediária preparada por infusão em solução de glicose de milho.

Nº = semanas  
c = carne cozida

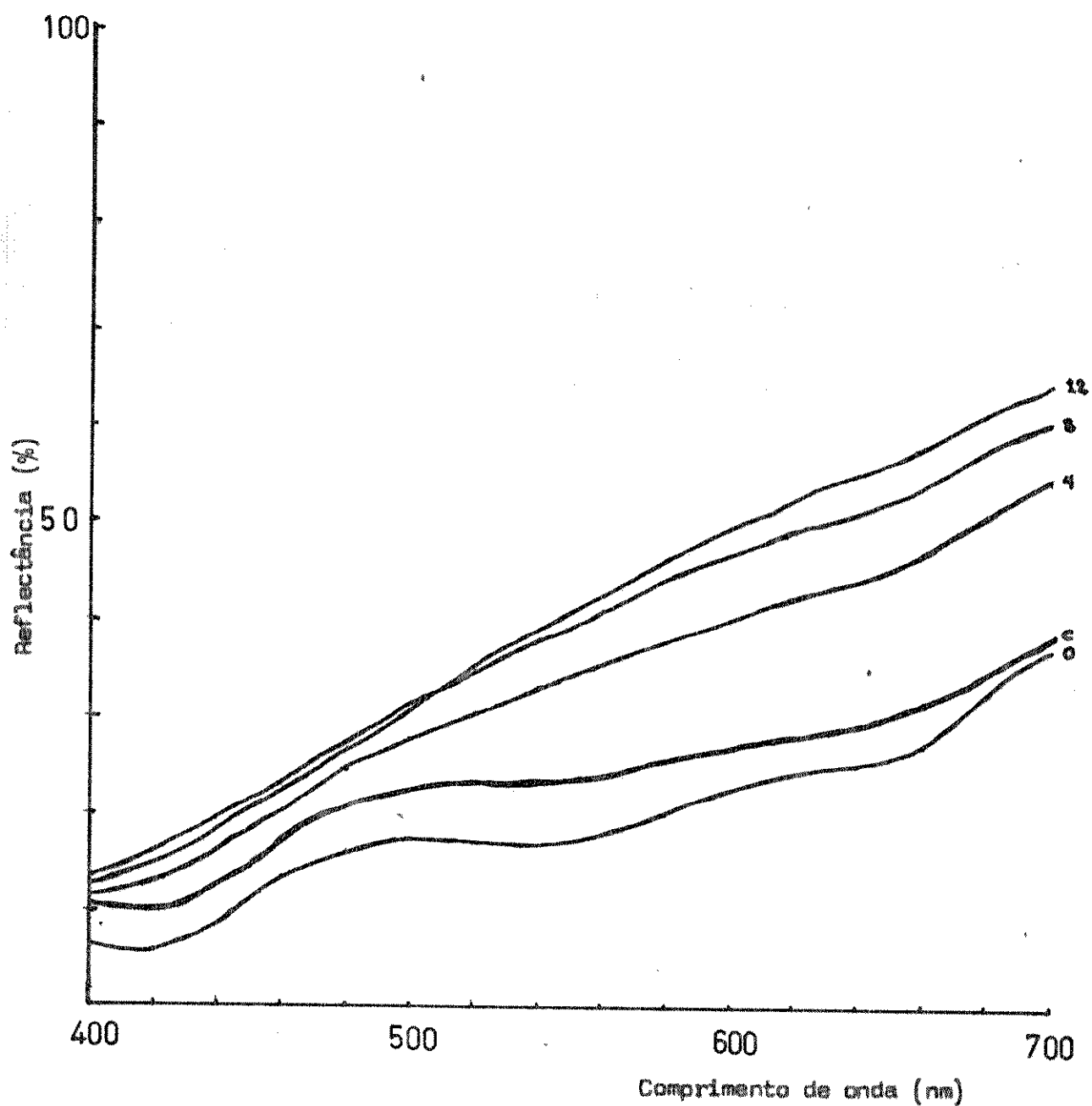
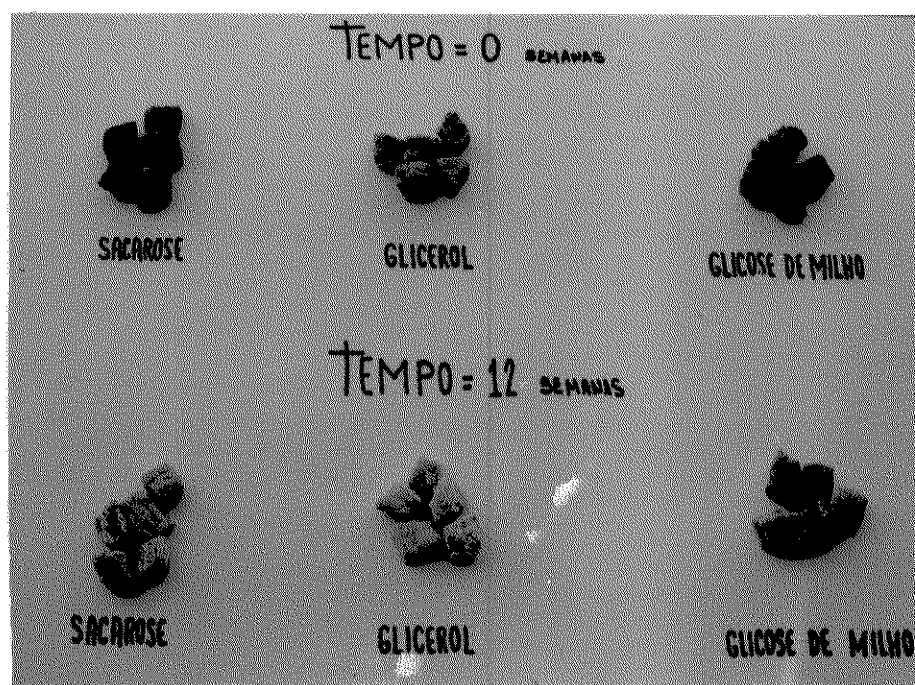


FIGURA 11 - Fotografia de carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes antes e após estocagem.



## 4.3.6. Mudanças no conteúdo de umidade

O conteúdo de umidade na estocagem de carnes de umidade intermediária, obtidas com três umectantes, pode ser observado no Quadro 11, onde claramente pode ser vista uma diminuição, sendo esta vagarosa nas primeiras oito semanas e aumentando drasticamente no final da estocagem.

QUADRO 11 - Porcentagem de umidade na estocagem de carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes.

Tempo (semanas)	Umectante		
	Sacarose	Glicerol	Glicose de milho
0	35,3	48,9	44,3
2	34,9	42,5	39,1
4	29,7	43,5	33,3
6	30,6	42,0	34,6
8	28,6	41,2	30,2
10	22,0	36,4	25,7
12	15,4	26,8	14,9

Este comportamento foi observado por BRIDGES (1977) em carne de bezerra (longissimus dorsi), preparada com soluções de infusão de glicerol, propileno-glicol e sorbitol, cujas porcentagens iniciais eram 53,0; 56,2 e 57,4 % e, após 15 semanas de estocagem, 25,4; 32,0 e 29,0 %, respectivamente. Estas perdas no conteúdo de umidade são atribuídas a evaporação de água através da embalagem.

## 4.4. Composição dos produtos após infusão e estocagem

No Quadro 12 mostra-se a composição centesimal de carnes de umidade intermediária.

QUADRO 12 - Composição centesimal de carne de unidade intermediária preparada com diferentes umectantes.

Componente (%)	Processo					
	Após infusão			Após estocagem *		
	Sacarose	Glicerol	Glicose de milho	Sacarose	Glicerol	Glicose de milho
Umidade	36,3	48,9	44,3	15,4	26,8	14,9
Proteína	32,0	28,1	29,7	51,4	49,5	49,9
Gordura	6,6	3,2	3,1	6,9	4,7	4,4
Cinzas	9,9	14,4	7,0	9,7	12,8	7,2
Cloreto de sódio	6,9	10,7	5,8	7,5	11,4	6,0
Carboidrato **	16,2	5,4	15,9	16,6	6,2	23,6

(\*) 12 semanas  
(\*\*) Por diferença

A perda de umidade faz com que os demais componentes se concentrem e aumentem sua porcentagem durante a estocagem; isto ocorre principalmente com as proteínas, fato observado por BRIDGES (1977). O pequeno decréscimo nas cinzas pode ser devido a que durante a estocagem, conforme se notou, ocorreu a cristalização do cloreto de sódio e provavelmente de outros solutos que migraram para a superfície da carne; estas substâncias se perdem durante a amostragem para análise.

Esperava-se que as atividades de água se reduzissem durante a estocagem pela concentração dos solutos, mas somente a  $A_w$  do produto obtido com glicerol diminuiu; as outras duas apresentaram um aumento. Este comportamento pode ser consequência da cristalização superficial dos solutos, que deixam de estar em solução (Quadro 13).

Aparentemente não existem mudanças no pH durante a estocagem dos produtos elaborados com glicerol e sacarose; com o produto obtido por infusão em glicose de milho ocorreu uma queda sensível do mesmo, provavelmente devido ao uso da glicose como substrato pelos microrganismos, produzindo metabólitos que diminuem o pH.

QUADRO 13 - Atividade de água (Aa) e pH de carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes.

Umectante	Processo			
	(Aa)		(pH)	
	Após infusão	Após estocagem *	Após infusão	Após estocagem *
Sacarose	0,73	0,76	5,6	5,7
Glicerol	0,79	0,76	5,6	5,8
Glicose de milho	0,77	0,80	5,8	4,9

(\*) 12 semanas

#### 4.5. Reidratação

Os resultados da reidratação de carne de umidade intermediária a diferentes períodos de tempo e temperaturas estão resumidos no Quadro 14.

As porcentagens de reidratação são muito baixas em todos os casos. Generalizando, pode-se dizer que os produtos após infusão absorvem pouca água, provavelmente devido ao seu alto teor de umidade (Quadro 11), ao contrário dos produtos estocados. A reidratação por 24 horas à temperatura ambiente não é recomendável, devido ao provável desenvolvimento de microrganismos. A reidratação por 10 minutos a 100°C parece ser desfavorável com relação ao rendimento; no entanto, DYMSZA & SILVERMAN (1979), trabalhando com pescado de umidade intermediária, recomendam que para remover os sabores indesejáveis dos umectantes deve-se ferver o produto por 15 minutos, melhorando a aceitabilidade do mesmo. A perda de peso a 100°C é causada provavelmente pela liberação dos solutos durante a reidratação.

As porcentagens de sorbato de potássio residual (% como ácido sórbico) após reidratação foram de: 0,102, 0,131 e 0,098, para carne de umidade intermediária preparada com sacarose, glicerol e glicose de milho, respectivamente. Apenas o valor do produto preparado com glicerol está acima do permitido (0,1 %) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1977).

QUADRO 14 - Reidratação (% de aumento de peso) de carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes.

Umectante	Processo					
	Após infusão			Após estocagem *		
	25°C/2 h	25°C/24 h	100°C/10 min	25°C/2 h	25°C/24 h	100°C/10 min
Sacarose	3,35	6,10	- 10,3	12,8	17,7	7,7
Glicerol	3,35	6,50	- 10,0	8,5	10,0	4,8
Glicose de milho	2,0	4,75	- 1,9	12,5	18,0	10,6
-----						
(-) Redução de peso						
(*) 12 semanas						



#### 4.6. Avaliação sensorial

Os resultados obtidos na avaliação sensorial dos produtos após in fusão e estocagem são mostrados no Quadro 15.

A cor das amostras tratadas com glicerol e sacarose após infusão apresentou diferença significativa ao nível de 1 % e 5 % entre as obtidas com glicerol e glicose de milho. Porém, não existe diferença significativa en tre as amostras tratadas com glicose de milho e sacarose. Após a estocagem não há diferença significativa entre nenhuma das amostras. Estes resultados confirmam os comentários do item 4.3.5.

Após a infusão, as amostras não apresentaram diferença significati va quanto ao odor porém, após a estocagem, encontrou-se diferença ao nível de 1% entre as amostras obtidas com glicose de milho e sacarose, e glicose de mi lho e glicerol. Segundo os comentários feitos pelos provadores, o odor da amos tra tratada com glicose de milho era característico de um produto rancificado.

Com respeito ao sabor, existem diferenças significativas a 1 % e 5 %, entre as amostras obtidas com glicerol em relação às de glicose de mi lho e sacarose, respectivamente, após infusão. Posteriormente à estocagem, existem diferenças significativas entre todas as amostras, correspondendo o valor mais baixo (menor média) à amostra tratada com glicose de milho, apre sentando um sabor rançoso. É evidente que durante a estocagem da amostra de glicose de milho, são desenvolvidos odores e sabores característicos da ran cidez, o que prova que esta existe, mas que o número de T.B.A. (Quadro 9), neste caso, não avalia esta mudança.

A textura após infusão mostra-se igual para as três amostras, mas no final da estocagem, a amostra obtida com sacarose difere das de glicose de milho e glicerol, a nível de 5 e 1 %, respectivamente.

O número de mastigadas mostra-se sem diferença significativa após infusão. No fim da estocagem, este parâmetro difere significativamente (1%), entre as amostras obtidas com sacarose e as de glicerol e glicose de milho seguindo, portanto, o mesmo comportamento da textura.

Em geral, os produtos após infusão obtiveram maiores médias que após estocagem, porém as médias obtidas não atingiram valores suficientemen te altos.

QUADRO 15 - Valores médios de avaliação sensorial de carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes.

Teste	Umectante					
	Após infusão			Após estocagem *		
	Sacarose	Glicerol	Glicose de milho	Sacarose	Glicerol	Glicose de milho
Cor	6,55	6,04	6,03	5,71	4,81	5,23
Odor	6,85	6,74	6,55	5,72	5,38	3,80
Sabor	7,06	7,61	6,84	5,82	6,66	3,28
Textura	6,80	6,88	6,57	4,87	6,75	5,89
Nº de mastigadas	35,56	33,25	33,79	38,21	30,00	31,16

(\*) 12 semanas

#### 4.7. Avaliação objetiva da textura (Warner-Bratzler)

No Quadro 16 apresentam-se as médias dos valores de textura obtidas no Warner-Bratzler.

QUADRO 16 - Força de corte ( $\text{kg/cm}^2$ ) em carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes.

Umectante	Após infusão *	Após estocagem *
Sacarose	8,28	7,35
Glicerol	7,15	6,10
Glicose de milho	7,70	7,25

(\*) Valores médios de 20 amostras

Após infusão, observa-se em todos os casos que a força de corte é maior que no final da estocagem. Esses resultados coincidem com os da textura e número de mastigadas obtidos na análise sensorial (Quadro 15).

OBANU *et alii* (1975b) encontraram que a força de corte diminui com o tempo. Esses pesquisadores atribuíram esta mudança a degradação de proteínas (colágeno), durante a estocagem. Porém os mesmos supõem que a textura não é um fator limitante na aceitação de carne de umidade intermediária.

Resumindo os resultados referentes a textura, encontrou-se que as amostras obtidas com sacarose são as menos tenras.

#### 4.8. Influência do sorbato de potássio na estabilidade de carne de umidade intermediária

No Quadro 17 observa-se a influência da forma de adição do sorbato de potássio nas amostras.

QUADRO 17 - Sorbato de potássio residual (% como ácido sórbico) em carne de umidade intermediária preparada com diferentes umectantes.

Umectante	Processo	
	Adição de sorbato de potássio na solução de infusão	Adição de sorbato de potássio por imersão após repouso *
Sacarose	0,297	0,236
Glicerol	0,385	0,259
Glicose de milho	0,229	0,212

(\*) Após infusão, as amostras permanecem na solução por 20 horas a 25°C, para atingir o equilíbrio completo.

A penetração de sorbato de potássio nas amostras é maior quando o mesmo é adicionado na solução de infusão, que por imersão após repouso, mas sendo as condições diferentes obtém-se resultados equivalentes. Nos dados da literatura ROBACH & IVEY (1978) obtiveram um resíduo de 0,13 % (como ácido sórbico) na imersão de frango fresco, em condições idênticas às usadas no presente trabalho. OBANU (1976) encontrou que quando o sorbato de potássio é utilizado na infusão (glicerol) penetra aproximadamente 30 %.

No Quadro 18 mostra-se a influência do sorbato sobre o crescimento de fungos durante a estocagem de carne de umidade intermediária.

Como se observa, o processo mais efetivo é o de agregar o sorbato de potássio na solução de infusão, mas até 4 semanas de estocagem os três processos têm a mesma segurança. As contagens iniciais nas amostras com sorbato de potássio na imersão, e sem, seguramente são devidas a contaminação no repouso, não se observando esta presença naquelas com sorbato de potássio na solução de infusão.

As contagens obtidas após 8 semanas de estocagem foram muito baixas, tornando o uso do sorbato provavelmente desnecessário para estes casos.

4193/BC

QUADRO 18 - Contagem de fungos durante a estocagem de carne de unidade intermediária.

Tempo (semanas)	Processos								
	Sorbato de potássio na solução de infusão			Sorbato de potássio após repouso			Sem adição de sorbato de potássio		
	Sacarose	Glicerol	Glicose de milho	Sacarose	Glicerol	Glicose de milho	Sacarose	Glicerol	Glicose de milho
0	0	0	0	$1,7 \times 10^2$	$1,6 \times 10$	$1,0 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$
2	0	0	0	0	0	0	0	0	$3,2 \times 10^2$
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	$0,5 \times 10$	$2,8 \times 10$	0	$1,9 \times 10^2$	$5,0 \times 10$	$3,2 \times 10$
8	$3,1 \times 10$	$5,0 \times 10$	$3,0 \times 10$	$2,0 \times 10^3$	$8,5 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	$4,0 \times 10^3$	$1,7 \times 10^3$	$8,0 \times 10^2$

## 4.9. Efeito da salga antes da infusão

Nos Quadros 19 e 20 mostram-se os resultados das porcentagens de cloreto de sódio e umidade e Aa de amostras de carne, após salga e infusão em solução de glicerol.

QUADRO 19 - Salga de carne em solução saturada de cloreto de sódio em diferentes períodos de tempo.

Tempo (h)	% NaCl	% umidade	Aa
2	7,7	60,7	0,91
4	8,0	59,6	0,89
6	8,2	57,9	0,89
10	9,4	55,3	0,90

QUADRO 20 - Infusão \* de carne salgada a diferentes períodos de tempo, em solução de glicerol (Aa = 0,77).

Tempo (h)	% NaCl	% umidade	Aa
2	2,8	43,0	0,88
4	2,9	41,6	0,87
6	3,3	41,5	0,88
10	4,3	42,9	0,89

(\*) Infusão por 15 minutos a 85°C

No Quadro 19 observa-se que o cloreto de sódio penetra rapidamente devido ao pequeno tamanho dos pedaços de carne (1 cm<sup>3</sup>). Considerando a pequena variação dos resultados nas porcentagens de cloreto de sódio e umidade, deduziu-se que um tempo de salga maior de 2 horas era desnecessário.

Nos dados do Quadro 20 nota-se uma diminuição acentuada no teor de água durante a infusão, fato que deveria ser acompanhado de uma queda na Aa;

observa-se também uma redução no conteúdo de cloreto de sódio da amostra; isto indica que durante a infusão, água e sal migram da carne simultaneamente à entrada de glicerol. Supõe-se, então, que as quantidades de cloreto e glicerol trocadas têm um efeito similar na capacidade de reduzir a Aa. Comparando-se os resultados obtidos com os da infusão normal (Quadro 2), encontrou-se que a umidade é menor, porém o teor de cloretos é até 4 vezes maior na infusão sem salga prévia.

No Quadro 21 encontram-se os resultados da salga de carne, em solução saturada de cloreto de sódio por 2 horas, a diferentes temperaturas.

QUADRO 21 - Salga de carne (2 horas) em diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	% NaCl	% umidade	Aa
20	7,7	60,7	0,91
30	8,6	57,6	0,90
45	9,4	54,1	0,88

Observa-se que o aumento da temperatura influi diretamente na penetração de cloreto de sódio, coincidindo com as pesquisas de WISTREICH *et alii* (1959, 1960), os quais demonstraram que esta influência é pouco acentuada.

Os aumentos na concentração e porcentagem de umidade não são muito acentuados, se considerados principalmente em termos de Aa.

Os resultados das análises após infusão das amostras de carne salgada a diferentes temperaturas estão no Quadro 22.

QUADRO 22 - Infusão \* de carne salgada a diferentes temperaturas, em solução de glicerol (Aa = 0,77)

<u>°C/2 h</u>	<u>% NaCl</u>	<u>% umidade</u>	<u>Aa</u>
20	2,8	43,0	0,88
30	2,6	38,0	0,91
45	3,1	35,5	0,89

(\*) Infusão por 18 minutos a 85°C

Observa-se o mesmo fenômeno ocorrido na experiência anterior (salga a diferentes períodos de tempo), ou seja, uma troca de solutos e água durante a infusão, sem ocorrer uma mudança visível na Aa do produto.



## 5. CONCLUSÕES

- 1 - Os três umectantes usados mostraram-se efetivos na redução de Aa.
- 2 - Os produtos obtidos com os três umectantes (sacarose, glic<sub>erol</sub> e glicose de milho) são estáveis microbiologicamente durante a estocagem.
- 3 - A análise de T.B.A. parece não avaliar a rancidez oxidativa nestes produtos.
- 4 - A extratabilidade da hematina diminui no decorrer dos três meses de estocagem.
- 5 - O produto obtido por infusão em glicerol foi o que obteve melhores médias na avaliação sensorial, seguido daqueles tratados com sacarose e glicose de milho.
- 6 - Todos os três produtos sofreram mudança da cor, de vermelho brilhante para amarelo ouro pálido, durante o decorrer da estocagem.
- 7 - A textura dos produtos tornou-se mais tenra com a estocagem, porém as outras características organolépticas sofreram mudanças indesejáveis.
- 8 - A glicose comercial de milho não é um umectante adequado para ser usado em carne.
- 9 - O sorbato de potássio não é necessário como anti-fúngico em produtos com Aa menor que 0,80, se a estocagem for inferior a 8 semanas.
- 10 - Salga prévia à infusão não apresenta vantagens em relação à redução total de Aa.

## 6. APÊNDICE

Apêndice 1 - Especificações técnicas da glicose de milho (xarope de glicose de milho Buffalo 42) \*

- Composição da glicose de milho

Umidade	21,7 %
Dextrose, maltose, dextrina e outros açúcares	78,46 %
Cinzas	0,20 %
Proteína	0,05 %
SO <sub>2</sub>	0,02 %

- Outros valores de interesse prático

°Baumé (15,6° C)	42
Peso específico	1,4645
Substância seca	78,46 %
Dextrose equivalente	38/40 %
pH	5,0

- Composição em açúcares

Dextrose	16,9 %
Maltose	13,2 %
Trissacarídeos	11,2 %
Tetrassacarídeos	9,7 %
Pentassacarídeos	8,3 %
Hexassacarídeos	6,7 %
Açúcares superiores	34,0 %

---

(\*) Dados fornecidos pela "Refinações de Milho Brasil Ltda.", São Paulo.

Apêndice 2 - Ficha utilizada na avaliação sensorial.

NOME \_\_\_\_\_ DATA \_\_\_\_\_

Por favor, prove cada amostra e dê a sua opinião sobre Cor, Odor, Sabor e Textura, usando as escalas abaixo. Se desejar, faça outros comentários.

Cor  
(nº amostra)

	Não característica	característica
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Odor  
(nº amostra)

	Não característico	característico
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Sabor  
(nº amostra)

	Muito ruim	Muito bom
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Textura  
(nº amostra)

	Muito dura	Muito tenra
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Nº mastigadas

(nº amostra)

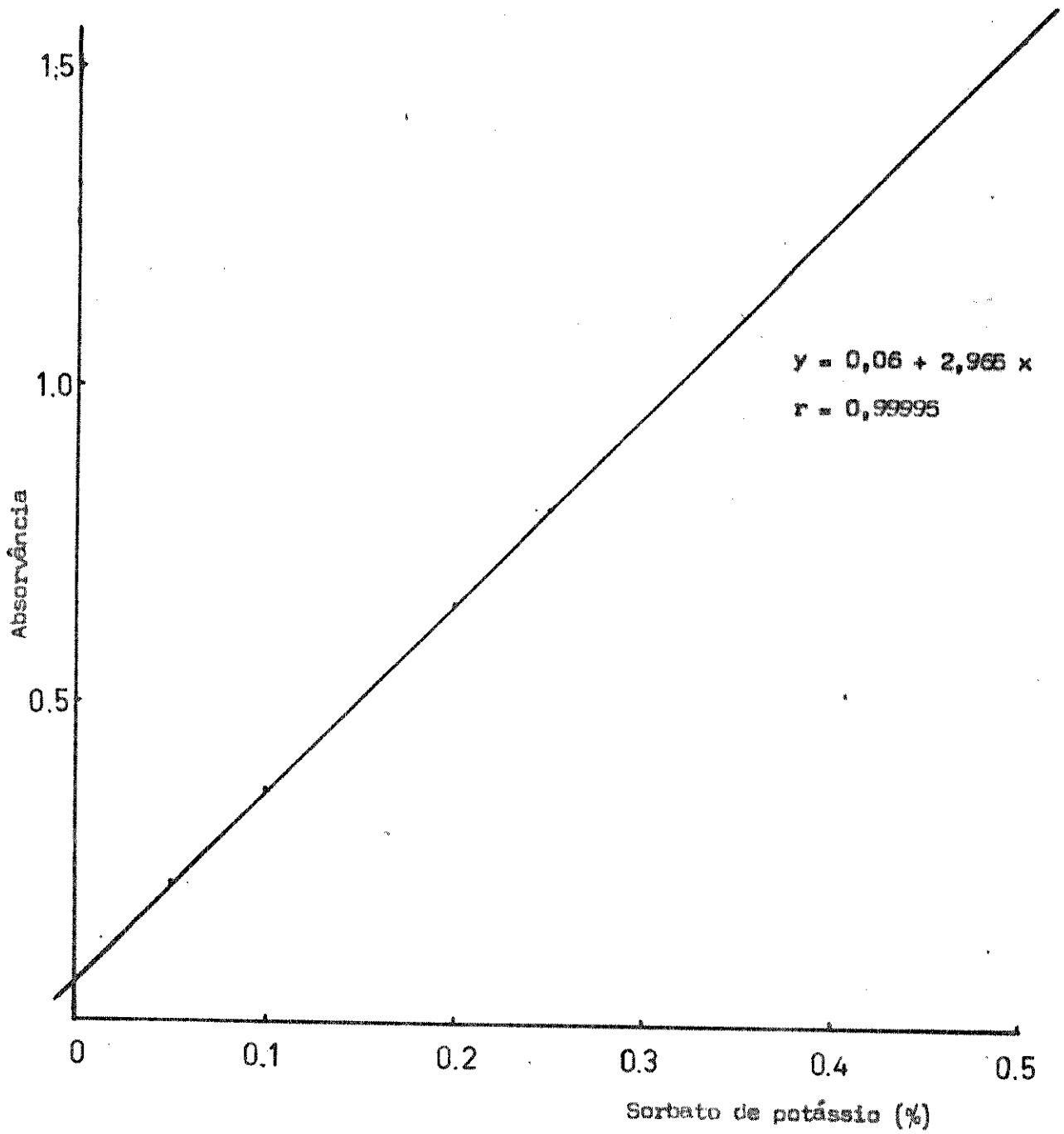
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Comentários:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Apêndice 3 - Curva padrão de sorbato de potássio.



## 7. BIBLIOGRAFIA

- ACKER, L. - Water activity in enzyme activity - Food Technol., 23 (10): 27-40, 1970.
- A.O.A.C. - Official methods of analysis of the association of official analytical chemists - 12 ed., Washington, 1975.
- BALDOCK, J.D.; FRANK, P.R.; GRAHAM, P.P.; IVEY, F.J. - Potassium sorbate as a fungistatic agent in country ham processing - J. Food Protect., 42 (10): 780-783, 1977.
- BERK, Z. - Braverman's introduction on the biochemistry of foods - Amsterdam, Elsevier Scientific, 1976, p. 149-167.
- BLIGH, F.G. & DYER, W.S. - A rapid method of total lipid extraction and purification - Can. J. Biochem. Physiol., 37 (8): 911-917, 1959.
- BONE, D.P. - Water activity: its chemistry and applications - Food Prod. Devel., 3: 81-94, 1969.
- \_\_\_\_\_ - Water activity in intermediate moisture foods - Food Technol., 27 (4): 71-76, 1973.
- BORGSTROM, G. - Principles of food science. Food Technology - New York, Macmillan, 1968, v. 1, p. 69-109.
- BRIDGES, S.J. - The effect of humectants on storage changes in intermediate moisture meat - University of Nottingham, England, 1977, 39 p., Tese (Dissertation).
- BROCKMANN, M. - Meat preservation at depressed water activities - In: Inst. of Meat Tech. - 15th European Meeting of Meat Research Workers, University of Helsinki, Helsinki, Finland, p. 468-473, 1969.
- \_\_\_\_\_ - Development of intermediate moisture foods for military use - Food Technol., 24 (8): 896-900, 1970.
- \_\_\_\_\_ - Intermediate moisture foods - In: VAN ARSDEL, W.B.; COPLEY, M.J.; MORGAN, A.I. eds., Food dehydration, 2nd ed., Connecticut, AVI, 1973, v. 2, p. 489-505.
- BUTTKUS, H. - The reaction of myosin with malonaldehyde - J. Food Sci., 32: 432-434, 1967.
- CABRAL, D.A.C. & ALVIM, D.D. - Alimentos desidratados: conceitos básicos para sua embalagem e conservação - BOLETIM DO ITAL, 18 (1): 1-65, 1981.

- CHICHESTER, D.F. & TANNER, F.W. - Antimicrobial food additives - In: FURIA, T.E. ed., Handbook of food additives, Chemical Rubber, Cleveland, 1968, p. 151-159.
- CHIRIFE, J.; SCORZA, O.C.; VIGO, M.S.; BERTONI, M.H.; CATTANED, P. - Preliminary studies on the storage stability of intermediate moisture beef formulation with various water binding agents - J. Food Technol., 14: 421-428, 1979.
- CHRISTIAN, J.H.B. - Water activity and the growth of microorganisms - Recent Adv. Food Sci., 3: 248-255, 1963.
- CHOU, H.W.; ACOTT, K.M.; LABUZA, T.P. - Sorption hysteresis and chemical reactivity: lipid oxidation - J. Food Sci., 38 (2): 316-319, 1973.
- DELAZARI, I. - Microbiologia de carnes: microrganismos causadores de deterioração da carne e produtos cárneos - In: Curso Internacional sobre Tecnologia da Carne, Campinas, nov.-dez., 1978, Campinas, ITAL, 1978, 28 p.
- DESROSIER, N.W. - The technology of food preservation - 4th ed., Connecticut, AVI, 1977, 558 p.
- DOESBURG, J.J.; LAMPRECHT, E.C.; ELLIOTT, M.C.; REID, D.A. - The use of sorbic acid in salted fish - J. Food Technol., 4 (4): 339-352, 1969.
- DYMSZA, H.A. & SILVERMAN, G. - Improving the acceptability of intermediate moisture fish - Food Technol., 33 (10): 52-53, 1979:
- EICHNER, K. & KAREL, M. - The influence of water content and water activity on the sugar-amino browning reaction in model systems under various conditions - J. Agric. Food Chem., 20 (2): 218-223, 1972.
- EMARD, L.O. & VAUGH, R.H. - Selectivity of sorbic acid media for the catalase negative lactic acid bacteria and Clostridia - J. Bact., 63: 487-491, 1952.
- FRANKEL, E.A. - Hidroperóxidos - In: SHULTZ, H.W.; DAY, E.A.; SINNHUBER, R. O. eds. - Lipid and their oxidation, Connecticut, AVI., 1962 - p. 51-78.
- GLESS, A. - Parâmetros e condições físicas mais favoráveis à indústria da carne - In: Curso Internacional sobre Tecnologia da Carne, Campinas, nov.-dez., 1978, Campinas, ITAL, 1978, 18 p.
- GREENE, B.E. & PRICE, L.G. - Oxidation-induced color and flavor changes in meat - J. Agr. Food Chem., 23 (2): 164-167, 1975.

- HAAS, G.J.; BENNETT, D.; HERMAN, E.B.; COLLETTE, D. - Microbial stability of intermediate moisture foods - Food Prod. Devel., 9 (3): 85-94, 1975.
- HEIDELBAUGH, N.D. & KAREL, M. - Intermediate moisture food technology - In: GOLDBRITH, S.A.; REY, L.; ROTHMAYR, W.W. eds. - Freeze Drying and advanced Food Technology - New York, Academic Press, 1975, p. 619-641.
- JACOBS, M.B. - Chemical preservatives - In: \_\_\_\_\_ - The chemistry and technology of food and food products, 2nd ed., London Interscience Publishers, 1951 - v. 3, 1936-1990.
- JOSLYN, M.A. - Colorimetry and spectrophotometry - In: \_\_\_\_\_ - Methods in food analysis - New York, Academic Press, 1970, p. 283-317.
- KAPLOW, M. - Commercial development of intermediate moisture food - Food Technol., 24: 53-67, 1970.
- KAREL, M. - Recent research and development in the field of low-moisture and intermediate moisture foods - CRC Critical Review in food technology, 3 (4): 329-373, 1973.
- \_\_\_\_\_ - Advances in preconcentration and dehydration of foods - London, Applied Science Publishers, 1974, p. 45-94.
- \_\_\_\_\_ - Water activity and food preservation - In: \_\_\_\_\_; FENNEMA, O. R.; LUND, D.B. - Principles of Food Science: physical principles of food preservation, New York, Marcel Dekker Inc., 1975 - pt. 2, p. 237-263; 435-464.
- \_\_\_\_\_ & FLINK, J.M. - Influence of frozen state reactions on freeze-dried foods - J. Agric. Food Chem., 21 (1), p. 16-21, 1973.
- \_\_\_\_\_; SHAIKH, K.; ROY, R.B. - Interaction of peroxidizing methyl-lingolate with some proteins and aminoacids - J. Agr. Foods Chem., 23 (2): 159-163, 1975.
- KARMAS, E. & CHEN, C.C. - Relationship between water activity and water binding in high and intermediate moisture foods - J. Food Sci., 40: 800-801, 1975.
- KE, P.S. & WOYEWODA, A.D. - A titrimetric method for determination on free fatty acids in tissues and lipids with ternary solvents and m-cresol purple indicator - Anal. Chim. Acta., 99: 387-391, 1978.
- LABUZA, T.P. - Sorption phenomena in foods - Food Technol., 22 (3): 15-24, 263-272, 1968.

- \_\_\_\_\_ - Storage stability and improvement of intermediate moisture foods  
- NASA final report, contact NAS9-12560, Houston, 1975, 385 p.
- \_\_\_\_\_; CASSIL, S.; SINSKE, A.J. - Stability of intermediate moisture foods. 2) Microbiology - J. Food Sci., 37: 160-162, 1972 a.
- \_\_\_\_\_, & CHOU, H.E. - Decrease of linoleate oxidation rate due to water intermediate water activity - J. Food Sci., 39 (1): 112-113, 1974.
- \_\_\_\_\_; McNALLY, L.; GALLANGER, D.; HAWKES, J.; HURTADO, F. - Stability of intermediate moisture foods. 1) Lipid Oxidation - J. Food Sci., 37: 154-159, 1972 b.
- \_\_\_\_\_; TANNENBAUM, S.R.; KAREL, M. - Water content and stability of low-moisture & intermediate-moisture foods - Food Technol., 24 (5): 543-550, 1970.
- \_\_\_\_\_; TSUYUKI, H.; KAREL, M. - Kinetics of linoleate oxidation in model systems - J. Am. Oil Chem. Soc., 46 (8): 409-416, 1969.
- LAWRIE, R.A. - Meat Science - 2nd ed., Oxford, Pergamon Press, 1974, 418 p.
- LEDWARD, D.A. - On the nature of cooked meat hemoprotein - J. Food Sci., 36 (6): 883-888, 1971.
- \_\_\_\_\_ - On the nature of the haematin-protein binding in cooked meat - J. Food Technol., 9: 59-68, 1974.
- LEE, Y.B.; HARGUS, G.L.; KIRKPATRICK, J.A.; BEKNER, D.L.; FORSYTHE, R.H. - Mechanism of lipid oxidation in mechanically deboned chicken meat - J. Food Sci., 40 (5): 964-967, 1975.
- LILLEVICK, H.A. - The determination of total organic nitrogen - In: JOSLYN, M.A. ed. - Methods in food analysis, 2nd ed., New York, Academic Press, 1970, p. 605-609.
- LIU, H.P. - Catalysts of lipid oxidation in meats - J. Food Sci., 36 (5): 590-598, 1970.
- LONCIN, M.; BIMBENET, J.J.; LENGES, J. - Influence of the activity of water on the spoilage of foodstuffs - J. Food Technol., 3 (2): 131-142, 1968.
- MARKOWER, B. & DEHORITY, G.L. - Equilibrium moisture content of dehydrated vegetables - Ind. Eng. Chem., 35 (2): 193-197, 1943.
- MARTH, E.H.; CAPP, C.M.; HASENZAHN, L.; JACKSON, H.W.; HUSSONG, R. V. - Degradation of potassium sorbate by penicillium species - J. Dairy Sci., 49 (10): 1197-1205, 1966.



- MELLAN, I. - Industrial solvents handbook - New Jersey, Noyes Data Corporation, 1970, p. 183-249.
- MELNICK, D. & LUCKMANN, F.H. - Sorbic acid as a fungistatic agent for foods. III) Spectrophotometric determination of sorbic acid in cheese and in cheese wrappers - Food Research, 19: 20-27, 1954.
- \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; GOODING, C.M. - Sorbic acid as a fungistatic agent for foods. VI) Metabolic degradation of sorbic acid in cheese by molds and the mechanism of mold inhibition - Food Research, 19: 44-58, 1954.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE, Brasil - Legislação federal do setor saúde - 2ª ed., Brasília, Consultoria Jurídica, 1977, p. 491-645 (Decreto nº 55.871 de 26 de março de 1966).
- MINISTÉRIO DA SAÚDE, Brasil - Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Padrões Microbiológicos - Resolução nº 13.178, março de 1978.
- MOSSEL, D.A.A. & INGRAM, M. - Physiology of microbial spoilage of foods - J. Appl. Bact., 18: 232-268, 1955.
- OBANU, Z.A. - Intermediate moisture meats stored under tropical conditions - Ph.D. thesis, University of Nottingham, 1976, 317 p.
- \_\_\_\_\_ - Lipid-protein interaction as agents of quality deterioration in intermediate moisture meats: an appraisal - Meat Sci., 4: 79-88, 1980.
- \_\_\_\_\_ ; BIGGIN, R.J.; VEALE, R.J.; LEDWARD, D.A.; LAWRIE, R.A. - The protein on intermediate meat stored at tropical temperature. IV) Nutritional quality - J. Food Technol., 11: 557-581, 1976 b.
- \_\_\_\_\_ & LEADWARD, D.A. - On the nature and reactivity of the haematin complexes present in intermediate moisture beef - J. Food Technol., 10: 675-680, 1978.
- \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; LAWRIE, R.A. - The protein of intermediate moisture meat stored at tropical temperature. I) Changes in solubility and electrophoretic pattern - J. Food Technol., 10: 657-666, 1975 a.
- \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ - The protein of intermediate moisture meat stored at tropical temperature. II) Effect of protein changes on some aspects of meat quality - J. Food Technol., 10: 667-674, 1975 b.
- \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ - The protein of intermediate moisture meat stored at tropical temperature. III) Differences between muscles - J. Food Technol., 11: 187-196, 1976 a.

- \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ - Reactivity of glycerol in intermediate moisture meats - Meat Sci., 1: 177-183, 1977.
- POTTER, N.N. - Intermediate moisture foods-principles and technology - Food Prod. Develop., 4 (7): 38-48, 1970.
- QUAST, D.G. & TEIXEIRA NETO, R.D. - Atividade de água em alguns alimentos com teor intermediário de umidade - Coletânea do ITAL, 6: 203-232, 1975.
- REYNOLDS, T.M. - Chemistry of nonenzymic browning. II) - Adv. Food Res., 14: 167-283, 1966.
- ROBACH, M.C. & IVEY, F.J. - Antimicrobial efficacy of a potassium sorbate dip on freshly processed poultry - J. Food Protect., 41 (4): 284-288, 1978.
- ROLFE, E. - Characteristics of preservation process as applied to proteinaceous foods - In: LAWRIE, R.A. ed. - Proteins as human food - London, Butterworths, 1970, p. 107-125.
- ROSS, K.D. - Estimation of water activity in intermediate moisture foods - Food Technol., 29 (3): 26-34, 1975.
- ROY, R.B. & KAREL, M. - Reaction products of histidine with autoxidized methyl linoleate - J. Food Sci., 38 (5): 896-897, 1973.
- SAUER, F. - Control of yeasts and molds with preservatives - Food Technol., 31 (2): 66-67, 1977
- SCOTT, W.J. - The growth of microorganisms on ox muscle. I) The influence of water content of substrate on rate of growth at - 1<sup>0</sup> C - J. Council Sci. Ind. Res. Australia, 9: 177-190, 1936.
- \_\_\_\_\_ - Water relations of food spoilage microorganisms - Adv. Food Res., 7: 83-127, 1957.
- SHARP, J.G., (comp.) - Dehydrated Meat - H.M.S.O. Department of scientific and industrial research. Special report nº 57, London, 1953, p. 81-83.
- SHULTZ, H.W.; DAY, E.A.; SINNHUBER, R.O. eds. - Lipids and their oxidation - Connecticut, Academic Press, 1962, 441 p.
- SINNHUBER, R.O. & YU, T.C. - An improved 2-thiobarbituric acid (TBA) procedure for the measurement of autoxidation in fish oils - J. A. O. C. S., 44 (4): 256-258, 1967.
- SPECK, M.L. - Compendium of methods for the microbiological examination of foods - Washington, APHA, 1976, p. 57, 59, 107-131.

- TANNENBAUM, S.R.; BARTH, H.; HEROUX, J.P. - Loss of methionine in casein during storage with autoxidizing methyl linoleate - J. Agr. Food Chem., 17 (6): 1353-1354, 1969.
- TAPPEL, A.L. - Hematin compounds and lipoxidase as biocatalysts - In: SHULTZ, H.W.; DAY, E.A.; SINNUBER, R.O. eds. - Lipid and their oxidation - Connecticut, AVI, 1962.
- TARLADGIS, B.J.; WATTS, B.M.; YOUNATHAN, M.T. - A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods - J. A. O. C. S., 37 (1): 44-48, 1960.
- TOMPKIN, R.B.; CHRISTIANSEN, L.N.; SHAPARIS, A.B.; BOLIN, H. - Effect of potassium sorbate on salmonellae, Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens and Clostridium botulinum in cooked uncured sausage - Appl. Microbiol., 28 (2): 262-264, 1974.
- TROLLER, J.A. - Effect of water activity on enterotoxin B production and growth of Staphylococcus aureus - Appl. Microbiol., 21 (3): 435-439, 1971,  
 \_\_\_\_\_ - Effect of water activity on enterotoxin A production and growth of Staphylococcus aureus - Appl. Microbiol., 24 (3): 440-443, 1972.  
 \_\_\_\_\_ - The water relations of food-borne pathogens - J. Milk Food Technol., 36: 276-288, 1973.  
 \_\_\_\_\_ - Influence of water activity on microorganisms in foods - Food Technol., 34 (5): 76-83, 1980.  
 \_\_\_\_\_ & CHRISTIAN, J.H.B. - Water activity and food - New York, Academic Press, 1978.
- URBAIN, W.M. - Meat preservation - In: PRICE, J.S. & SCHWEIGERT, B.S. - The science of meat and meat products - 2nd ed., San Francisco, Freeman, 1971, p. 402-451.
- VONCKE, W. - Evaluation of the direct thiobarbituric acid extraction method for determining oxidative rancidity in mackerel (Scomber scombrus L) - Fette Seifen Anstrichmittel, 17 (6): 239-240, 1975.
- WARMBIER, H.C.; SCHNICKELS, R.A.; LABUZA, T.P. - Nonenzymatic browning kinetics in an intermediate moisture model system: effect of glucose to lysine ratio - J. Food Sci., 41: 981-983, 1976 a.

- \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ - Effect of glycerol on nonenzymatic browning in a solide intermediate moisture model food system - J. Food Sci., 41: 528-531, 1976 b.
- WISTREICH, H.E.; MORSE, R.E.; KENYON, L.J. - Curing of ham: a study of sodium chloride accumulation. I) Methods, effect of temperature, cations, muscles and solution concentration - Food Technol., 13 (8): 441-443, 1959.
- \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ - Curing of ham: a study of sodium chloride accumulation. II) Combined effects of time, solution concentration and solution volume - Food Technol., 14 (11): 549-551, 1960.
- WITTE, V.C.; KRAUSE, G.F.; BAILEY, M.E. - A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage - J. Food Sci., 35: 582-586, 1970.
- WOZINSKY, R.J. & FRAZIER, W.C. - Moisture requirements of bacteria. I) Influence of temperature and pH on requirements of Pseudomonas fluorescens - J. Bact., 79: 572-578, 1960.
- \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ - Moisture requirements of bacteria. II) Influence of temperature, pH and malate concentration on requirements of Aerobacter aerogenes - J. Bact., 81: 353-358, 1961 a.
- \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ - Moisture requirements of bacteria. III) Influence of temperature, pH and malate and thiamine concentration on requirements of Lactobacillus viridescens - J. Bact., 81: 359-366, 1961 b.