



SALSICHAS DE UMIDADE INTERMEDIÁRIA
PARA CLIMAS TROPICAIS

Jorge Alvarez Domínguez

Tese apresentada
para obtenção do título de
Mestre
em Tecnologia de Alimentos

Dr. Otílio Guernelli

Orientador

Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola
Universidade Estadual de Campinas

ERRATA

- Página 1, 3º parágrafo, 1a. linha - onde se lê "os mais antigos", leia-se "um dos mais antigos".
- Página 14, 2º parágrafo, 2a. linha - onde se lê "por um mecanismo anti-catalítico", leia-se "por um mecanismo auto-catalítico".
- Página 21, 2º parágrafo, 3a. linha - onde se lê "liberam mercapto, e sulfito", leia-se "liberam mercaptano, e sulfeto".
- Página 36, 2º parágrafo, 6a. linha - onde se lê "Filtrou-se água destilada", leia-se "Filtrou-se, lavou-se com água destilada".
- Página 50, 2º parágrafo, 4a. linha - onde se lê "físico-químicos que per, itiram", leia-se "físico-químicos que permitiram".
- Página 54, 1º parágrafo, 4a. linha - onde se lê "uma simples inibição", leia-se "uma simples embebição".
- Página 62, 5a. linha - onde se lê "desta vez originando-se triglicerídios", leia-se "desta vez originando-se dos triglicerídios".
- Página 68, Quadro 10 - inclua-se na 1a. contagem, a amostra sem tratamento, a qual não apresentou contaminação de bactérias, fungos e leveduras.

DEDICATÓRIA

ã minha esposa, Maria de Los Angeles,
a meus pais e a meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Otílio Guernelli, pela eficiente e dedicada orientação.

Ao Professor Emilio Contreras pela dedicação e orientação no desenvolvimento deste trabalho.

Aos Professores, companheiros, colegas e a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

PÁGINA

Agradecimentos

Resumo

Summary

1. Introdução	1
2. Revisão da literatura	4
3. Material e métodos	23
4. Resultados e discussão	41
5. Conclusões	69
6. Bibliografia	71

ÍNDICE DOS QUADROS

PÁGINA

1. Algumas características dos alimentos localizados nas 3 regiões das isothermas	9
2. Atividade de água limite para o crescimento de microrganismos	16
3. Exemplo de microrganismos com diferentes graus de tolerância a sal	18
4. Rebanhos bovinos do mundo	26
5. Componentes da fórmula de salsichas tipo Frankfurt empregada neste estudo	29
6. Composição centesimal dos lotes de salsichas após a pasteurização	41
7. Valores obtidos das porcentagens de sal e umidade	47
8. Valores teóricos e experimentais da Aw	50
9. Contagem total de aeróbios	65

1. Curva típica da isoterma de adsorção e desorção	7
2. Conteúdo de umidade e atividade de água (A_w) de alguns alimentos	12
3. Mapa de estabilidade de alimentos como uma função da atividade de água (A_w)	13
4. Fluxograma das operações para fabricação das salsichas de longa vida	34
5. Variação de umidade das salsichas tipo Frankfurt submetidas a salga em salmoura e salga a seco	43
6. Variação de peso das salsichas submetidas a salga em salmoura e salga a seco em relação ao peso inicial	44
7. Penetração do NaCl durante a salga das salsichas em salmoura e salga a seco	46
8. Variação da A_w em salsichas submetidas a salga em salmoura e salga a seco	49
9. Reidratação das salsichas salgadas a temperatura ambiente.	51
10. Reidratação das salsichas salgadas em relação ao teor inicial de umidade	52
11. Variação do volume durante a reidratação das salsichas salgadas	53

12. Perda do NaCl durante a reidratação das salsichas salgadas em relação ao teor inicial	55
13. Perda do NaCl durante a reidratação das salsichas salgadas	56
14. Variação da A_w das salsichas salgadas durante a estocagem	57
15. Variação da porcentagem de proteína solúvel em NaCl 0,6M durante a estocagem das salsichas salgadas	58
16. Variação da resistência ao corte das salsichas durante a estocagem	60
17. Variação dos ácidos graxos livres durante a estocagem das salsichas salgadas	62
18. Variação dos peróxidos durante a estocagem das salsichas salgadas	64

RESUMO

Este trabalho visa a preparação de salsichas tipo Frankfurt, de umidade intermediária, para serem mantidas por períodos longos, sem necessidade de refrigeração, ainda em climas tropicais.

Os diversos produtos após a pasteurização, foram divididos em 5 lotes. Um deles foi mantido sem qualquer tratamento, à guisa de controle. Três desses lotes foram processados em salmouras de 20%, 25% e solução saturada de cloreto de sódio, respectivamente, numa relação de uma parte de produto por cinco de salmoura. O último lote foi salgado a seco, numa relação de uma parte de produto por três de sal sólido. Todos os experimentos foram feitos à temperatura ambiente.

O progresso da desidratação foi avaliado de hora em hora, por meio das determinações de atividade de água, mudanças de peso, volume e umidade. As determinações foram verificadas num período total de 24 horas.

Após esse período, os produtos foram empacotados em saquinhos de polietileno de 250g, fechados à vácuo e estocados à temperatura ambiente por vários meses.

Os controles para determinar a vida útil foram testes químicos, físicos e microbiológicos, os quais foram efetuados em períodos de 21 em 21 dias.

As determinações químicas foram as seguintes: porcentagem

SUMMARY

The purpose of this work is to study the chemical and microbiological behaviours of intermediate moisture Frankfurters stored for long periods of time without refrigeration in tropical climates.

Five lots of intermediate moisture Frankfurters were prepared in the laboratory; one was kept without any treatment, taken as control; 3 other lots were dehydrated in 20%, 25% and saturated-solution w/v of sodium chloride, respectively, in a ratio of one part of product to five parts of salt solution; the fifth lot was dehydrated with dry-salt, using three parts of solid salt to one part of the product. All the experiments were carried out at room temperature.

The dehydration progress was investigated through determination of water activity (A_w), changes in weight, volume and moisture. The determinations were carried out at hourly intervals during the first eight hours, followed by 2 other determinations at 2 hours intervals.

The products were then packed into 250g polyethylene bags, vacuum-sealed and stored at room temperature for 3 months.

Chemical, physical and microbiological tests were performed every 21 days in order to check up the shelf-life.

Chemical determinations were as follows: moisture, total

proteins, soluble proteins, chlorides, total lipids, free fatty acids and peroxide content.

Two physical measurements were carried out: water-activity and shear cut.

The microbiological determinations were: total aerobics - counts, fungi and yeasts.

Speed of desalting in cold and warm water and percentage-of rehydration were also performed.

During the storage period it was noted a small increase of either free fatty acids, peroxides or solubility of the proteins. Aw also showed some increase. Resistance to shear cut was reduced, - the decrease being inversely proportional to the quantity of salt present.

Microbiological counts showed an increase in the first weeks, then decreased slowly, becoming negative after three months of storage. The product treated by 20% salt solution spoiled during the first week.

All lots treated showed considerable degrees of rehydration, their organoleptic properties being close to the traditional - products.

1. INTRODUÇÃO

Durante toda a sua existência, o Homem, em luta constante pela sobrevivência, além de buscar os seus alimentos, tenta mantê-los aptos para o seu consumo, por tempos tão longos quanto possível, desenvolvendo assim os métodos de preservação.

O fundamento original da preservação de produtos de carne, embora sem base científica, escudava-se na inibição da decomposição microbiana.

Dentre os produtos cárneos, os mais antigos (500 anos a.C. já se tinha escrito sobre embutidos) são as salsichas. As salsichas de carne bovina ou suína são produtos incorporados definitivamente na dieta alimentar da maioria dos países. Ainda quando tem surgido uma grande variedade de novos produtos à base de carne, as salsichas mantêm a preferência dos consumidores, pela sua facilidade de preparo, versatilidade de uso e por suas qualidades organoléticas.

Tecnologicamente, a conversão de carne em salsichas possibilita a máxima utilização das carcaças, permite a possibilidade do emprego de vísceras e da mistura com proteínas de outras origens.

Nutricionalmente, as salsichas são produtos de melhor equilíbrio energético do que o músculo isolado; permitem a adição dos elementos nutricionais que irão satisfazer os requerimentos de saúde dos núcleos específicos da população.

As salsichas tradicionais são produtos de vida curta; com

a refrigeração, sua vida média pode se estender por algumas semanas. As margens de comercialização desses produtos seriam grandemente ampliadas, se a sua vida comercial fosse mais longa e se pudessem ser conservados sem refrigeração.

No presente trabalho, pretende-se avaliar a possibilidade técnica de desenvolver produtos dessa natureza, mas de longa vida à temperatura ambiente, com características organoléticas tão próximas quanto possível ao produto tradicional. Esse seria um produto adequado às regiões afastadas dos centros de consumo, às missões militares e às populações carentes da força elétrica, etc.

Para tanto, buscou-se apoio nas condições de umidade intermediária, isto é, de um produto em que sua riqueza em água e a concentração em solutos permitisse baixa atividade de água (A_w).

A tecnologia da umidade intermediária teve início na década de 60, ampliando-se na atualidade o conhecimento dos fenômenos que permitem a preservação de alimentos, assim como aumentam a disponibilidade dos mesmos.

Os produtos de umidade intermediária evidenciam várias vantagens, dentre as quais a estabilidade à deterioração microbiana é a mais importante. Entretanto, a concentração dos elementos nutritivos pelo efeito da desidratação e a possibilidade de consumo sem reidratação, são as principais causas que os tornam mais desejáveis.

Como meio de reduzir a atividade da água, optou-se pelo

tratamento das salsichas em salmouras de diversas concentrações e a salga a seco. A inclusão de outros solutos no meio, visando diminuir a A_w das salsichas, tais como a sacarose, glucose, glicerol, não pareceram apropriadas para um produto que é tradicionalmente salgado. Ademais, a salga constitui um método simples e barato, de baixo valor agregado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ÁGUA EM ALIMENTOS

A água é um dos principais componentes da maioria dos produtos alimentícios. Mesmo nos alimentos desidratados, onde a água ocorre em proporção mais baixa, este componente é dos mais importantes e tem uma grande influência sobre as características de armazenamento dos produtos. O conhecimento dos princípios físico-químicos que governam a ação da água em alimentos é fundamental para a secagem e armazenamento dos mesmos (43).

As diversas funções da água são:

a) solvente - dissolve os diversos componentes presentes, permitindo que estes entrem em contato, seja por convecção, seja por difusão;

b) componente adsorvido - em pontos específicos de alimentos desidratados, reduzindo, por exemplo, a suscetibilidade à oxidação;

c) plastificante - conferindo características mecânicas - aos produtos;

d) reagente - nas reações de hidrólise (29, 42).

O teor de água exibe efeito decisivo na estabilidade dos alimentos de baixa umidade. Isto mostra quão importantes são as reações da água na estabilidade de alimentos secados por liofilização-

e os alimentos de umidade intermediária, seja como solvente, ou como reagente (29, 31).

Nestas circunstâncias, a umidade do produto alimentício traduz um índice sumamente importante da sua qualidade (40).

Os alimentos são misturas complexas de lipídios, carboidratos, proteínas, vitaminas, sais minerais e água. Nestas condições, torna-se difícil prever a deterioração como uma função do teor de água, especialmente considerada a nível de umidade intermediária (29).

2.2. UMIDADE INTERMEDIÁRIA

O termo "umidade intermediária" entrou no vocabulário comum na década passada, para identificar um heterogêneo grupo de alimentos semelhantes aos desidratados, por sua resistência à deterioração microbiana, mas que apresentam teor muito mais alto de umidade para que possam ser considerados secos (8).

As propriedades que fazem os alimentos de umidade intermediária desejáveis, são amplamente discutidos: 1. estabilidade microbiana a baixa atividade de água; 2. estabilidade de armazenagem sem condições especiais; 3. redução de peso (produto compacto); e 4. probabilidade de consumo sem prévia reidratação (8, 15, 17, 23, 36).

Geralmente os alimentos de umidade intermediária têm níveis moderados de umidade da ordem de 20 a 50% em peso (36), ou a-

presentam atividade de água de 0,6-0,85 (15).

Esses alimentos são geralmente plásticos, facilmente mastigáveis e não causam sensação oral de secura.

Além de sua estabilidade microbiológica, esses produtos são menos suscetíveis à oxidação do que os alimentos secos (8).

Umidades intermediárias podem ser alcançadas por meio de reumidificação dos alimentos secos (adsorção) ou por desidratação - osmótica de alimentos úmidos (desorção) (36).

2.3. ADSORÇÃO E DESORÇÃO DE ÁGUA

A isoterma de adsorção e desorção do material alimentício é melhor descrita como o teor de água adsorvida em função da umidade relativa ou da atividade do vapor da água que envolve o material. Esta quantidade de água é medida após o equilíbrio dos estados, a uma temperatura constante (30).

As isotermas podem ser obtidas em um ou dois sentidos:

a) adsorção - feita mediante a colocação do material completamente seco em várias atmosferas de umidade relativa, controlada e medida pelo ganho de peso em água. A quantidade de água adsorvida a cada A_w diminui com o aumento da temperatura (20).

b) desorção - estabelecida mediante a colocação inicial do material úmido nas mesmas umidades relativas, neste caso medida por perda de peso (30).

A isoterma de adsorção-desorção exibe uma área de istêrese, como vemos na figura 1. Assim, dependendo do sentido, a atividade de de água final por adsorção acima da isoterma, ou desorção abaixo do teor natural de umidade, obtêm-se alimentos denominados de umidade intermediária, de aspecto similar aos sólidos, com a mesma atividade de água, mas com diferentes conteúdos de umidade (27).

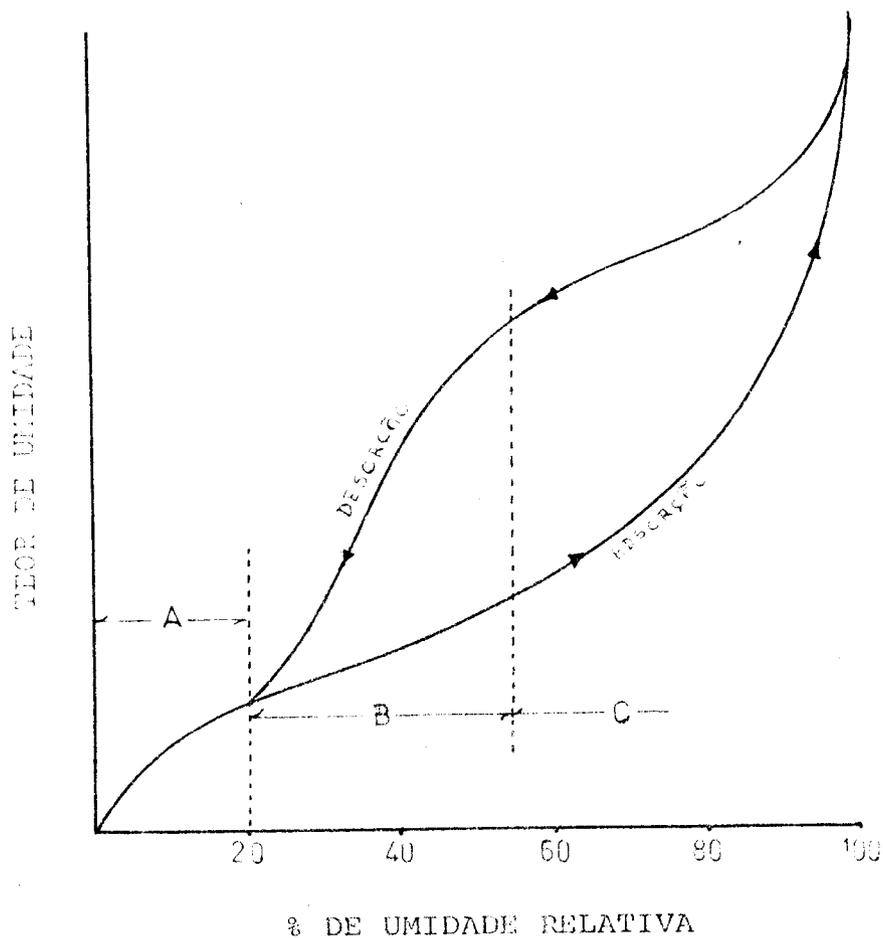


Figura 1 - Curva típica da isoterma de adsorção e desorção

PROPRIEDADES QUÍMICAS, FÍSICAS E TERMODINÂMICAS DA ÁGUA LIGADA

A forma sigmóide da isoterma de desorção e adsorção de umidade indica diferenças qualitativas na afinidade da água para os sólidos higroscópicos (44). A curva pode ser explicada mediante sua divisão em três secções que representariam tipos de água ligada: a parte A da curva, geralmente abaixo de 10% de umidade, representa a água firmemente ligada (monocamada) a grupos iônicos, tais como carboxilos e grupos amino; pode impedir fenômenos de rancidez por absorção de oxigênio (2, 23, 29, 44). Nesta região os alimentos são microbiologicamente estáveis; na secção B, a água não está tão firmemente ligada (multicamada); consiste de moléculas de água ligadas pelo hidrogênio a hidroxilos e grupos amino (pontes de hidrogênio); nesta secção o alimento poderia suportar crescimento de fungos e leveduras. Esta é representativa dos alimentos de umidade intermediária, a isoterma mostrando um incremento rápido no conteúdo de umidade; a secção C da curva representa o alimento que contém água livre, considerada sem ligação, presa apenas aos poros intersticiais em que as forças capilares e os constituintes solúveis (açúcares, aminoácidos e sais) causam uma variação da pressão de vapor e permitem o desenvolvimento microbiano (2, 23, 29, 30, 44).

As propriedades químicas, físicas e biológicas dos produtos alimentícios associadas com as três regiões descritas na figura 1 aparecem no quadro 1.

Quadro 1 - Algumas características dos alimentos localizados nas 3 regiões das isotermas

Região A	Região B	Região C
Seco	Seco	Úmido
Duro	Firme	Suave ou mole
Torrado	Flexível	Flácido
Vidrado	Superfície normal seca	Sinérese
Encolhido	Tamanho normal	Intumescido
Carga estática	Não aderente	Pegajoso
Escuro	Cor normal	Cor marrom
Odor de ranço	Odor normal	Inodoro
Sabor rançoso	Sabor normal	Insípido
Auto-oxidação	Mudanças químicas mínimas	Reação enzimica
Microbicida	Microbiostático	Crescimento microbiano

2.4. ATIVIDADE DE ÁGUA (A_w)

A melhor medida da participação da água em um alimento, do ponto de vista de suas propriedades físico-químicas e de conservação, não é a sua porcentagem em peso, mas sim a sua atividade (42).

Por atividade química da água (A_w) quer se dizer a sua concentração efetiva como um reagente em reações químicas e é definida-

como a relação entre a pressão de vapor da água em uma solução, em relação à da água pura, nas mesmas condições de temperatura e pressão (7).

A diferença entre a pressão de vapor de um sistema e a pressão de vapor da água pura se deve à presença de solutos, e uma das razões para que a pressão de vapor do sistema seja mais baixa, está na interação entre água e grupos polares, tais como -CO-, -NH-, -OH-, dos constituintes do sistema (23, 30, 34, 42, 45).

Pode-se determinar a A_w de várias maneiras:

1º) dividindo a pressão do vapor da solução pela pressão de vapor da água pura:

$$A_w = \frac{P}{P_0}$$

2º) através da Lei de Raoult, das frações molares, aplicável em soluções ideais, dividindo o número de moles da água no meio pelo total de moles da solução:

$$A_w = \frac{\text{moles de água}}{\text{moles de água} + \text{moles de soluto}}$$

3º) dividindo a porcentagem de umidade relativa por 100.- Quando há equilíbrio entre o teor da água do alimento e a porcentagem da umidade relativa (UR%) do meio, a A_w é diretamente relacionada à UR:

$$A_w = \frac{UR\%}{100}$$

49) um rigoroso método para calcular a A_w de soluções simples ou complexas é dado pela equação de Gibbs-Duhem:

$$A_w = (A_w^0)_1 (A_w^0)_2 (A_w^0)_3 \dots$$

A A_w total é calculada pelo produto dos valores de A_w das soluções simples de cada um dos solutos, nas mesmas concentrações em que se apresentam na solução complexa (3, 7, 8, 19, 24, 42, 45, 47).

Os alimentos ajustados a uma A_w de 0,80-0,85 conservam boas propriedades sensoriais. Em geral, os produtos de carne com A_w acima de 0,80 são macios, úmidos e tenros, com uma textura fibrosa igual à da carne fresca, têm odor normal e sabor agradável (8).

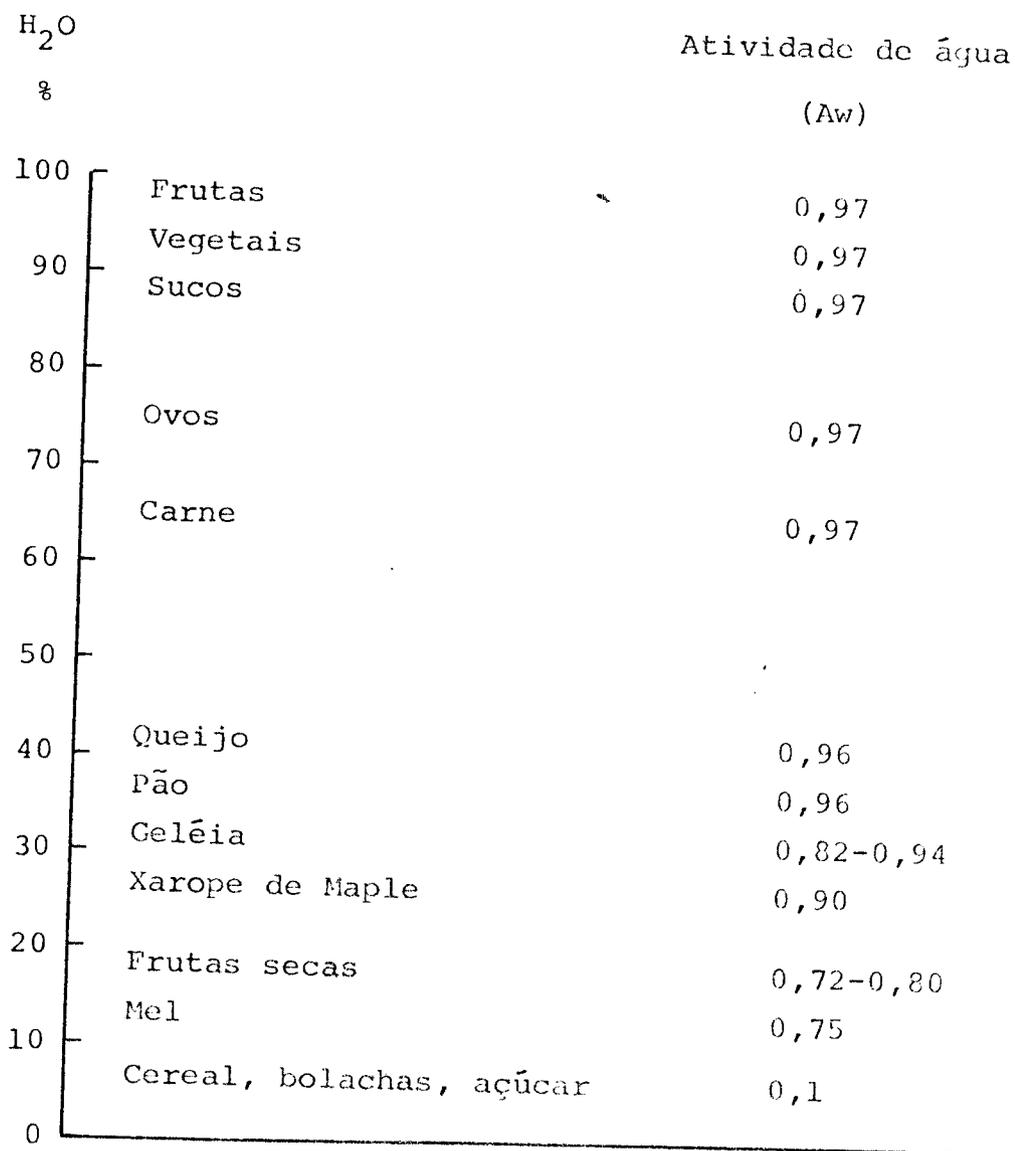


Figura 2 - Conteúdo de umidade e atividade de água (Aw) de alguns alimentos

2.5. ESTABILIDADE DOS ALIMENTOS EM FUNÇÃO DA ATIVIDADE DE ÁGUA

Na figura 3, apresenta-se o mapa de estabilidade química, onde se verificam as reações desejáveis ou não, que ocorrem durante o armazenamento de alimentos, em função, principalmente, da mobilidade e da concentração dos compostos envolvidos. Por falta de mobilidade de substratos e de enzimas, determinadas reações não ocorrem, ou ocorrem lentamente, em alimentos desidratados em que as enzimas

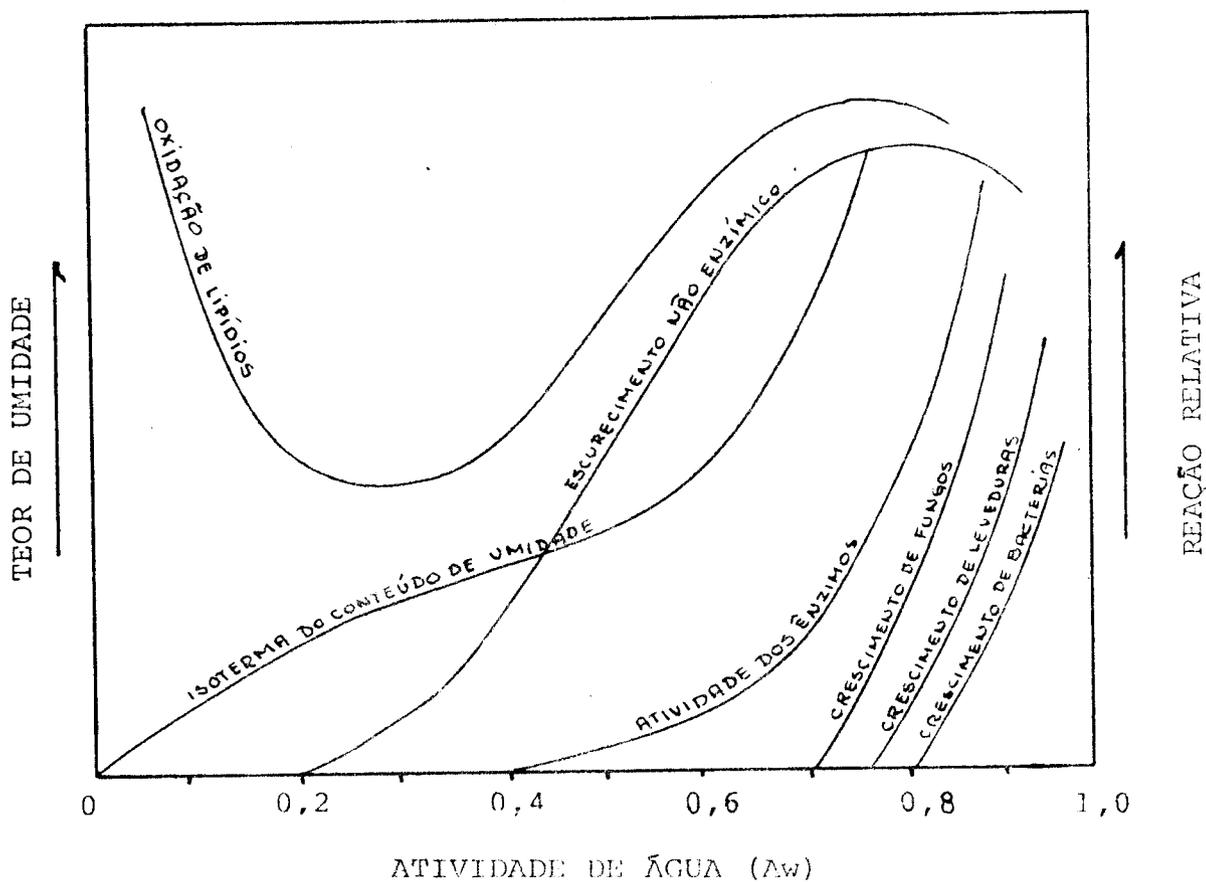


Figura 3 - Mapa de estabilidade de alimentos como uma função da A_w .

não foram inativadas. Por outro lado, os alimentos com teor demasiadamente baixo de umidade (menos de 2%), geralmente sofrem oxidação mais rápida de seus lipídios, por causa da falta de água monomolecular protetora (10, 27, 42).

A curva de oxidação de lipídios evidencia que, à baixa umidade, as alterações dos lipídios ocorrem por um mecanismo anti-catalítico, resultando hidroxiperóxidos. Sua decomposição é acelerada - pelo calor e é catalisada por íons metálicos, formando compostos voláteis carbonílicos que conferem sabores e odores de ranço (29, 44).

Em produtos de carne com umidade intermediária (A_w de 0,82 a 0,86), as estruturas proteicas, aparentemente se mostram diferentes das estruturas das proteínas das carnes frescas e/ou cozidas - (35). No caso de produtos de carne de umidade intermediária, provavelmente a água atua como solvente, causando intumescimento da proteína matriz, expondo os grupos oxidáveis da cadeia. Com baixas A_w as proteínas podem se degradar, devido às reações dos radicais livres, originados da oxidação dos lipídios. Ao contrário, com altas umidades, a proteína se liga em forma de cruzamentos (cross-linking) em unidades de peso molecular elevado, podendo chegar a enrijecer o alimento (29).

A degradação se deve à ação não só de enzimas próprias da carne (catepsina e outras enzimas lisossômicas) e, possivelmente, de enzimas do sangue residual contido no músculo. Além disso, há que considerar também as enzimas de origem microbiana que, a curto pra-

zo, invadem a carne, iniciando um processo longo de destruição proteica (1).

A maioria das enzimas, tais como amilase, fenoloxidase, peroxidase, são completamente inativadas quando a A_w chega a 0,85. Entretanto, as lipases atuam ainda com A_w abaixo de 0,3 (2, 34).

Outra reação de grande importância na preservação da qualidade dos alimentos é a do escurecimento não-enzímico (42). Os carbonilos produzidos na oxidação dos lipídios podem levar um produto à cor marrom, se houver proteína no meio (29). A velocidade dessa reação (ou série de reações) aumenta com a A_w até aproximadamente o nível de 0,80. Em seguida diminui, em face da redução da concentração dos reagentes (42) e, obviamente, afeta a vida de armazenagem das carnes (38).

A perda nutricional que ocorre com o escurecimento não-enzímico, afeta a qualidade dos alimentos, provavelmente mediante a redução da lisina disponível e decréscimo da digestibilidade (43).

A presença da água, proteínas, gorduras, aminoácidos, compostos aminados e sais minerais na carne, proporciona nutrientes para uma variedade de germes (3). A água é o solvente fundamental para a nutrição dos microrganismos (42).

Os alimentos de umidade intermediária possuem um grau de estabilidade face à deterioração microbiana, inversamente proporcional à quantidade de água livre aproveitável, expressa como A_w do sis

tema. Por outro lado, a resistência à deterioração microbiana depende também do tipo de flora bacteriana que contamina o alimento, do pH, da temperatura de armazenagem, da atmosfera, da presença ou ausência de agentes antimicrobianos e de nutrientes microbianos no alimento (17).

A velocidade de crescimento dos microrganismos diminui com o abaixamento da A_w , até sofrer paralisação completa em nível inferior a 0,6. Entretanto, o valor mínimo é função da natureza do microrganismo (42).

O seguinte quadro mostra valores aproximados de A_w , ao nível dos quais os microrganismos não se desenvolvem (7, 17, 23, 34):

Quadro 2 - Atividade de água limite para o crescimento de microrganismos.

Organismos	A_w
Bactérias	0,90
Leveduras	0,88
Fungos	0,80
Bactérias halófilas	0,75
Bactérias xerofílicas	0,65
Fungos e leveduras osmofílicas	0,60

A baixa A_w demonstra influência na resistência dos microrganismos aos efeitos físico-químicos. Via de regra, a baixa A_w , antes do nível crítico, permite o desenvolvimento e dá condições de maior resistência aos microrganismos. Atingido, porém, o limite máximo de A_w , o efeito sobre o microrganismo é inibitório.

Em resumo, na elaboração de alimentos de umidade intermediária, a oxidação dos lipídios deve ser inibida por meio de antioxidantes (10); as enzimas podem se inativar termicamente. Resulta, portanto, que o maior problema na conservação de produtos de umidade intermediária está no desenvolvimento microbiológico (42).

2.6. SALGA COMO MÉTODO PARA REDUZIR A A_w

Muitas pesquisas foram feitas variando a A_w mediante adição de sal (NaCl) nos sistemas osmoticamente ativos (17, 23).

Entre as várias técnicas de preservação, ocupam lugar de destaque as salgas simples ou associadas a outros meios de tratamento (1).

De um modo geral, concentrações de sal relativamente baixas estimulam os microrganismos, enquanto que as altas concentrações os inibem. Os limites de concentração podem ser muito diversos para os diferentes microrganismos. Em um extremo está o microrganismo que é estimulado por baixa concentração de sal e inibido por concentrações elevadas. No outro extremo, microrganismos que são estimulados por altas concentrações salinas, muitas vezes requerendo essas

concentrações para crescer.

Esses dois tipos de comportamento podem ser considerados como salino-intolerantes e sal-tolerantes ou halófilos e os tipos intermediários como sal-facultativos (21).

Quadro 3 - Exemplos de microrganismos com diferentes graus de tolerância a sal

Grau de tolerância	Microrganismos
I. A- Fortemente intolerantes	Bactérias coliformes Pseudomonas
B- Moderadamente intolerantes	Stafilococcus
C- Ligeiramente intolerantes	Urobacillus XII
II. A- Facultativos baixos	Urobacterium VI Bacillus ssp.
B- Facultativos moderados	Urobacterium XXIV
C- Facultativos altos	Micrococcus
III. A- Tolerantes debilmente	Vibrio costicolus
B- Tolerantes moderados	Halophilus não-cromogênicos Bacterioides halosmophilus
C- Tolerantes fortes	Halophilus cromogênicos

Os efeitos do sal sobre os microrganismos dos alimentos , provavelmente dependem do aumento da pressão osmótica, o que repercute na Aw do alimento, que depende das quantidades dos solutos dissolvidos e da água do mesmo (21).

2.7. ALTERAÇÕES MICROBIOLÓGICAS DAS SALSICHAS

O crescimento de microrganismos em produtos curados e pasteurizados, tipo Frankfurt, Bologna e frios, ocasiona diversas alterações deteriorativas. Na parte externa dos produtos se desenvolvem inicialmente mucilagens, devido a micrococcus acidófilos e leveduras. Os fungos podem também aparecer após estocagem por períodos longos.

Nos produtos embalados a vácuo, podem crescer leveduras anaeróbicas facultativas e bactérias lácticas heterofermentativas, que a princípio produzem mucilagem superficial, e os lactobacilos podem produzir CO₂ (41).

As bactérias também podem crescer no interior das salsichas, conferindo-lhes sabor azedo e, em alguns casos, afetando a firmeza da carne. Entre esses microrganismos, podem-se citar Lactobacillus viridescens, Micrococcus e Leuconostoc (14, 22).

A diminuição da cor rosada pode ocorrer na parte superficial das salsichas, produzida pelo aumento da acidez e substâncias-redutoras geradas pelas bactérias.

O esverdeamento da superfície ou de zonas localizadas no interior pode ser o resultado de um tratamento térmico inadequado - ou recontaminação. O Lactobacillus viridescens pode ser o microrganismo responsável por este tipo de deterioração (22).

Uma vez que a fórmula das salsichas inclui uma grande variedade de compostos, é interessante observar as transformações desses compostos pelo efeito bacteriano (46).

Quando as fórmulas incluem sacarose, glucose e amido, as pseudomonas, leveduras, fungos e micrococcus podem oxidar quase que completamente esses compostos, a CO_2 e água. Na superfície da sal^{ci}cha, a oxidação pode ocorrer de forma completa, porém se a disponibilidade de oxigênio é limitada, podem-se acumular produtos ácidos- (22, 41).

O metabolismo anaeróbico de carboidratos pode gerar produtos de fermentação, sendo o principal o ácido láctico. Os streptococcus, lactobacilos, microbactérias, pediococcus e leuconostoc têm sido responsabilizados pelo sabor azedo nos embutidos.

Outras bactérias fermentativas de interesse são as formadoras de esporos, bacilos e clostridium. Elas produzem abundante quantidade de gás e outros metabólitos, tais como ácido acético, ácido láctico, ácido butírico, que conferem sabores e odores indesejáveis ao alimento.

A parte proteica das salsichas pode sofrer o ataque das

proteases bacterianas, produzidas por clostridium, bacilos e pseudo monas, formando peptídios solúveis e aminoácidos. Alguns microrganismos atacam exclusivamente a gelatina e o colágeno, afetando a resistência e firmeza das salsichas (50).

Outras bactérias atacam os aminoácidos, produzindo amônia e ceto-ácidos. O mecanismo de descarboxilação pode também ocorrer, formando CO_2 e aminas. Outras enzimas bacterianas liberam mercapto, e sulfito de hidrogênio da cisteína e metionina.

Alguns metabólitos oxidantes, como a água oxigenada, podem reagir com os pigmentos da carne, afetando a sua cor (22).

Outros componentes na formulação das salsichas são as gorduras, que podem alcançar uma proporção de até 25% em alguns produtos comerciais. As bactérias sintetizam lipases que atacam os triglicerídios, produzindo ácidos graxos livres, que são oxidados pelas oxidases. Entre os principais microrganismos lipolíticos estão as pseudomonas, bacilos, leveduras e fungos. Os ácidos graxos liberados, bem como os peróxidos são inibitórios para muitos microrganismos (16, 11).

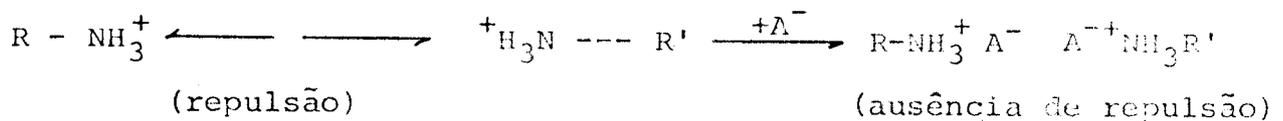
O processamento e manipulação podem influenciar as contagens microbiológicas das salsichas. O risco de causar intoxicações e infecções é reduzido, pelo fato de serem alimentos que devem ser cozidos antes de consumidos (22, 41).

2.8. SALGA DE CARNES

Observou-se que a capacidade de retenção e de absorção de água pela carne é característica essencialmente ligada às propriedades das proteínas musculares e às de alguns elementos químicos normalmente existentes na carne, em particular íons alcalino-terrosos.

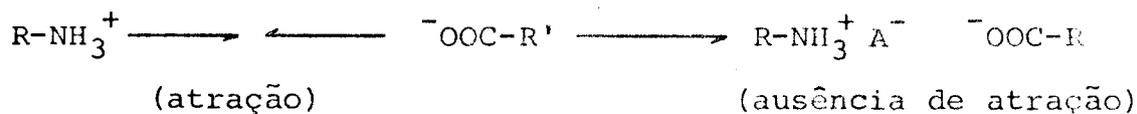
A carne sofre modificações de sua capacidade de retenção de água (CRA) por efeito dos tratamentos após o abate e pelas alterações induzidas por certos ingredientes na obtenção de produtos - preparados.

O cloreto de sódio afeta notavelmente a CRA. De um ou de outro lado dos seus pontos isoelétricos (PI), as proteínas da carne encontram-se só parcialmente ionizadas. Do lado ácido do PI da proteína muscular há excesso de íons positivos e, em consequência da repulsão mútua destes, origina-se um certo comportamento "aberto" da estrutura proteica muscular. Em presença de NaCl, o ânion Cl^- une-se eletrostaticamente aos grupos proteicos da carga positiva, anulando-se com isso a repulsão. Esse fenômeno produz o fechamento da estrutura, permitindo menos água nos espaços interfibrilares.



Acentue-se que esse efeito ocorre do lado ácido do PI da carne, portanto para valores de pH inferiores aos que se encontram nas condições normais. Na banda alcalina do PI, a interpretação dos

fenômenos é um tanto diferente. Neste caso, sucede a ruptura dos enlaces eletrostáticos entre as cargas positivas e negativas das proteínas por fixação do ânion Cl^- sobre os grupos eletropositivos; a atração mútua inicial, que permitia uma textura fechada das proteínas fibrilares da carne, é modificada, resultando numa estrutura menos densa.



A intensidade de hidratação depende estreitamente do caráter mais ou menos firme dos enlaces entre os íons salinos e os grupos eletro-ativos da proteína. Quanto mais forte essa união, tanto mais elevado o pH da carne e tanto mais acentuado o poder de retenção da água (1).

2.9. MODIFICAÇÕES DO ESTADO DE HIDRATAÇÃO DAS CARNES INDUZIDAS PELA SALGA

A salga em salmoura produz diversos efeitos na hidratação da carne, de acordo com a concentração da salmoura. Com salmouras a baixo de 10%, a carne absorve água, ficando com maior teor do que o original. Com salmouras entre 10 e 20%, as mudanças do teor de água são pequenas, porém, acima de 20% começa-se a notar perda de água, que se torna intensa quando a concentração de sal atinge a saturação.

A salga a seco da carne provoca desidratação acentuada, de

pendente de fatores diversos, tais como o pH, a relação peso de sal/peso da carne, o tipo de sal, etc..

Registra-se sempre perda de peso das peças cárneas por exsudação de seu suco e arraste de certa porção de solutos (em particular, substâncias nitrogenadas não-proteicas e sais minerais); essa perda é parcialmente compensada pela penetração de NaCl.

2.10. DIFUSÃO DO CLORETO DE SÓDIO NA CARNE

Aspectos gerais da difusão do NaCl:

A difusão do sal depende da relação carne/salmoura, mas - para Kôrmendy e Canter (1), o fenômeno é, dentro de certos limites, independente da espessura da carne e da temperatura da salga. A temperatura influencia, afetando de certo modo a velocidade de penetração do sal na carne; quanto mais baixa a temperatura, mais lenta é a penetração.

Com salmouras, a impregnação da carne pelo NaCl está terminada quando o coeficiente de distribuição (relação entre a porcentagem de sal na porção aquosa da carne e a concentração final da salmoura) iguala a unidade. A pureza do sal também afeta a velocidade - pela ação retardadora dos íons Ca^{++} e Mg^{++} (1).

Admite-se, em geral, que a penetração do NaCl na carne é a celerada pelo uso do mesmo na forma sólida. Forma-se à superfície da carne uma solução saturada de sal, a partir da qual se estabelecem trocas osmóticas entre o meio externo e o interno. O equilíbrio

final só será atingido quando o máximo possível do NaCl houver pene-
trado e difundido por igual, através de toda a sua porção líquida. O
fator condicionante da adsorção é o limite da saturação da carne (1).

2.11. MODIFICAÇÕES DOS COMPONENTES PROTEÍNICOS DA CARNE POR EFEITOS DA SALGA

Aspectos gerais:

A salga, como já se frisou, é uma causa importante de des-
naturação das proteínas. Além de certas concentrações, a desidrata-
ção do músculo pelo NaCl resulta na destruição da estrutura natural,
quer pelo fato de íons Na^+ e Cl^- capturarem as moléculas polares da
água, quer pela circunstância de se quebrarem os próprios enlaces -
de hidrogênio que unem as cadeias peptídicas, ocasionando sua flocu-
lação. O efeito desidratante chega a atingir mesmo a própria água
fixa, unida em camada monomolecular aos grupos hidrófilos das prote-
ínas. A ação desnaturante manifesta-se numa perda parcial da solubi-
lidade proteica em solução salina (1).

A quantidade de proteínas extraídas do músculo depende da
concentração da salmoura, sendo máxima quando a salmoura contém de
6 a 9% de NaCl. A água destilada e as salmouras de concentração sa-
lina mais elevadas extraem somente pequenas quantidades de proteí-
nas (33).

2.12. DISPONIBILIDADE DE MATÉRIA PRIMA

Levantamento realizado pelo Departamento de Agricultura - dos Estados Unidos, registra um crescimento do rebanho de bovinos , caprinos e suínos em todo o mundo entre os anos de 1973-74, situando o Brasil entre os 10 maiores produtores das três espécies.

Dos 30 maiores produtores mundiais, apenas 3 países - União Soviética, China Continental e Brasil - figuram nas 3 relações; cinco outras - Argentina, Estados Unidos, Austrália, México e Inglaterra - figuram em duas relações e os demais aparecem como grandes-produtores de apenas uma das três espécies. O Brasil figura como detentor do 5º maior rebanho bovino do mundo, precedido apenas pela Índia, Estados Unidos, União Soviética e China. O México ocupa o 8º lugar.

Em termos percentuais, localiza-se no Brasil 6,6% do rebanho mundial de bovinos (13).

Quadro 4 - Rebanhos bovinos do mundo (em 1.000.000 de cabeças)

Países	1973	1974
Índia (1º)	239	239
Brasil (5º)	86	88
México (8º)	27	28
Total mundial	1.286	1.315

Há uma necessidade mundial imperativa de aumentar, por meio de todas as tecnologias de aplicação, sejam produções sanitárias, comerciais e de industrialização, a oferta de carnes para assegurar uma mais ampla distribuição de proteínas num mundo em que dois terços da população sofrem as consequências de sua carência.

Com esse objetivo, deverão realizar-se os maiores esforços para chegar a acordos mundiais para desenvolver ao máximo as capacidades e potencialidades das regiões do mundo que são naturalmente dotadas para produzir carnes de maneira eficiente, parecendo adequado iniciar e coordenar estudos que determinam a viabilidade levar a cabo ações concretas a nível internacional, tendentes a uma correta alimentação de toda a população mundial (49).

3. MATERIAL, E MÉTODOS

A matéria prima utilizada em nosso trabalho foi o músculo de carne bovina, adquirida nos mesmos dias de elaboração, em casas comerciais da cidade de Campinas, nas condições usuais.

Três lotes foram adquiridos: em março (15kg), em abril (9kg) e em junho (6kg).

3.1. INGREDIENTES E ADITIVOS

Usaram-se os ingredientes comumente empregados na elaboração de embutidos de carne. As quantidades foram ajustadas em ensaios preliminares, até definir a formulação que aparece no quadro 5.

Para as medidas de A_w usou-se um pequeno aparelho da Luft Durotherm, escala de 0,4 a 1,0 (12, 32). A resistência ao corte foi feita com aparelho Chatillon.

Quadro 5 - Componentes da fórmula de salsichas tipo Frankfurt, empregadas neste estudo (porcentagem na base de carne)

Grupos	Componentes	%
A	Ácido ascórbico (comercial)	0,10
	Sacarose (comercial)	1,00
	Nitrito de sódio (p.a.)	0,01
B	Gelo picado	20,00
	Tripolifosfato de sódio (comercial)	0,25
	Cloreto de sódio (comercial)	5,00
C	Leite em pó	3,00
	Banha de porco	15,00
	Amido de milho	5,00
D	Condimentos	2,00
	Glutamato monossódico (comercial)	0,50
	Sorbato de potássio	0,05

FUNÇÃO DOS DIVERSOS INGREDIENTES DAS FÓRMULAS DE SALSICHAS

O gelo permite manter a temperatura abaixo de 15^oC, para evitar a quebra da emulsão. Além disso, melhora a textura das salsichas que, de outro jeito, ficariam pouco macias.

A massa se emulsiona pela solubilização das proteínas cárneas e pela dispersão das partículas de gordura na mesma. A estabilidade da emulsão contribui para a redução da perda de água e de gor

dura durante a pasteurização (25, 26).

O sal adicionado tem três funções:

a) dissolvido na água, forma uma salmoura cuja concentração atua retardando o crescimento bacteriano;

b) auxilia a solubilização das proteínas (miosina), contribuindo para a emulsificação da gordura;

c) promove bom sabor.

Os fosfatos atuam como:

a) curantes - estandardizam e preservam a cor e o sabor, retardando a rancidez e a deterioração;

b) retentores de água - a carne perde água através de sinérise. Os fosfatos reagem com as proteínas (doando fosfato aos metabólitos (19)), impedindo a perda acentuada da fase líquida durante a armazenagem e cozimento. Isso contribui para a tenrura do produto;

c) facilitam a manutenção das gorduras em emulsão da proteção de uma rede de partículas proteicas ao redor das micelas;

d) sequestrantes e antioxidantes - os fosfatos reagem com os metais polivalentes da carne, evitando a ação pró-oxidante dos mesmos;

e) tampão - auxiliam na manutenção de determinado pH (9).

O leite em pó atua como agente ligante, já que promove a emulsão de gordura e previne o acúmulo da mesma nas paredes da membrana

na envoltória (tripa). Além disso, melhora a textura e dá melhor a parência ao produto.

O amido absorve água com facilidade e é por isso um agente de intumescimento, aumentando o volume da salsicha (25).

Os condimentos são necessários para dar sabor às salsi-chas, atuando alguns deles como bacteriostáticos e antioxidantes.

O sorbato de potássio é usado como agente antimicótico.

3.2. ELABORAÇÃO DAS SALSICHAS

Carne bovina limpa foi picada e moída em picador de carne, usando-se um disco com crivos de 3,5mm de diâmetro e a seguir foi pesada. Seguiu-se a adição dos compostos do grupo A, deixando amadurecer por duas horas, em temperatura entre 5°C e 10°C.

3.2.1. PREPARO DA EMULSÃO

Depois da maturação, passou-se a carne para o cutter, adicionando os ingredientes do grupo B. No cutter a massa foi misturada durante aproximadamente 3 minutos, período em que a carne mudou a sua estrutura de granulosa para gel. A temperatura manteve-se ao redor de 6°C.

Seguidamente, adicionaram-se os compostos do grupo C, na seguinte ordem: banha, leite em pó e amido. A emulsificação da banha levou aproximadamente 3 minutos, sendo que a temperatura da massa passou para 10°C. Finalmente, foram incorporados os condimentos,

previamente moídos, o glutamato e o sorbato.

No final da operação no cutter, a temperatura da massa ficou em 13°C. O tempo total da operação foi 10 minutos.

3.2.2. EMBUTIMENTO

A massa emulsionada das salsichas é transferida para a embutideira manual, onde, por extrusão, se enche a tripa de acetato - de celulose de 20mm de diâmetro.

Amarram-se manualmente as frações de salsichas tipo Frankfurt, com 10cm de comprimento, pesando aproximadamente 30g cada.

3.2.3. PASTEURIZAÇÃO

As salsichas foram pasteurizadas a 85°C, durante 45 minutos, esfriando-se posteriormente em água com gelo. O produto ficou armazenado em geladeira doméstica, até o dia seguinte.

3.3. SALGA DE SALSICHAS

A salga foi o método empregado para reduzir a A_w na salsicha. Efetuou-se por métodos úmidos e seco. A relação peso/volume na salga úmida foi de 1:5 e na seca de 1:3, peso/peso.

As salsichas foram pesadas para obter o rendimento e logo separadas em 5 lotes: um permaneceu como controle e os outros foram colocados em soluções salinas de 20%, 25% e saturada. O último lote foi colocado em salga seca.

Nos 4 lotes tratados foram determinados: peso, teor de umidade, A_w e cloretos, no início e depois, a cada hora, até completar 8 horas; em seguida, depois de 16 horas e, finalmente, após 24 horas.

3.4. EMBALAGEM E ESTOCAGEM

Depois da desidratação, as salsichas foram acondicionadas em sacos plásticos, contendo 7 salsichas cada, para posteriores determinações a cada 21 dias. As salsichas desidratadas foram armazenadas à temperatura ambiente, durante 111 dias, em lugar escuro (gavetas).

A figura 4 resume as distintas etapas de fabricação das salsichas de longa vida.

3.5. PROVAS DE REIDRATAÇÃO

As salsichas foram colocadas em água destilada, em relação 1:5 (P/V), à temperatura ambiente. O líquido foi agitado continuamente, usando-se um agitador magnético, com sua velocidade mínima, tomando as amostras de hora em hora para os testes.

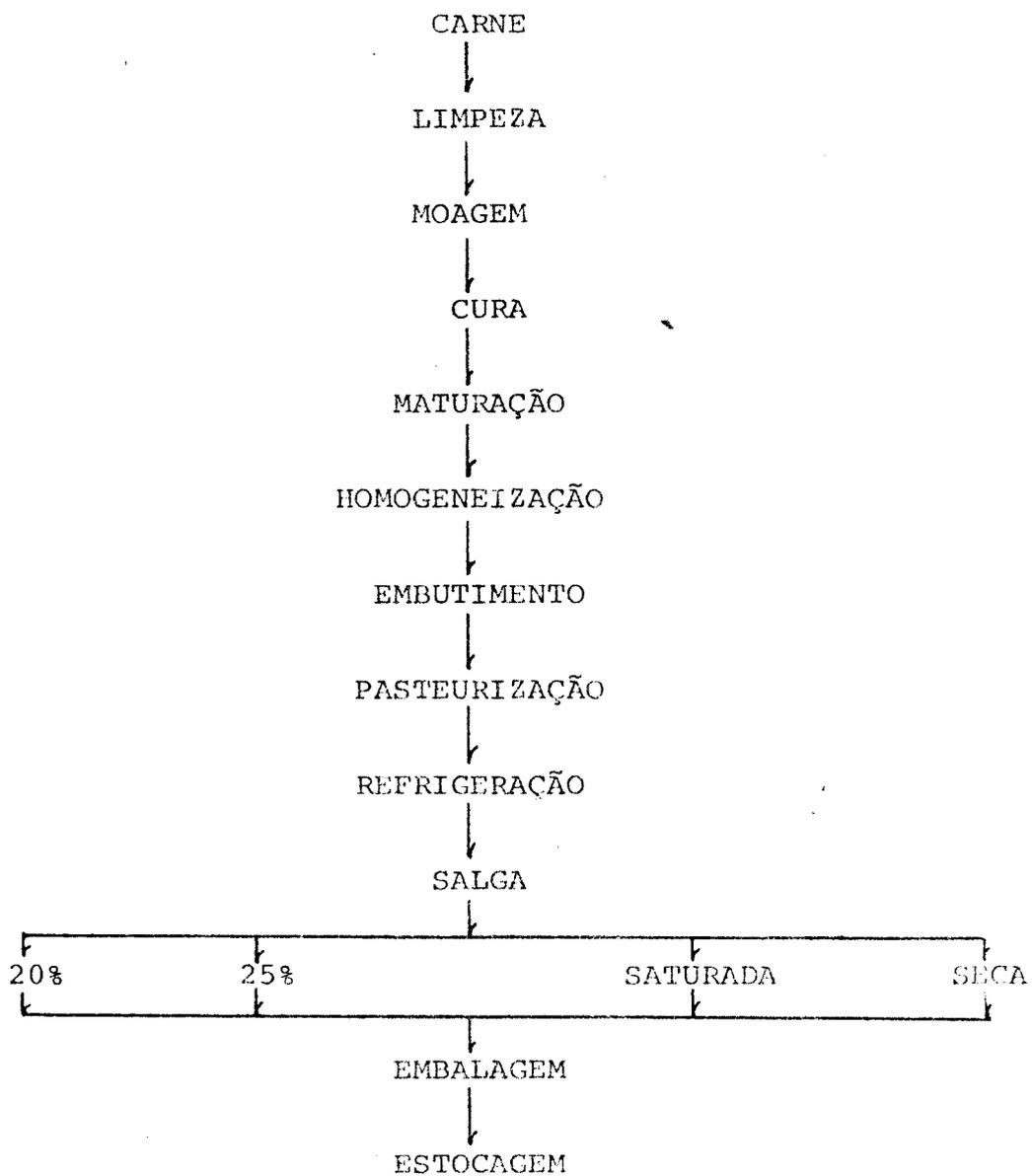


Figura 4 - Fluxograma das operações para fabricação das salsichas - de longa vida.

3.6. DETERMINAÇÕES

3.6.1. PREPARO DO MATERIAL PARA ANÁLISE

a) De cada salsicha do lote em estudo foi tirado aproximadamente 10g. Os pedaços foram moídos juntos numa moedora de carne manual e do material moído grosso foram separados 20g para as determinações de umidade.

b) Do material restante foram pesados 25g, jogados dentro do copo do liquidificador, resfriado previamente. No copo foram adicionados 25ml de água destilada fria e a mistura foi homogeneizada até adquirir consistência de creme. Nesta preparação foram feitas as análises de lipídios totais, ácidos graxos, peróxidos e solubilidade de proteínas.

3.6.2. UMIDADE

(4) Foi feita por dissecação do material moído grosso até peso constante. Foram feitos quadruplicados da umidade. O material-seco foi coletado, moído e conservado em dissecador para as análises de proteínas totais e cloreto de sódio.

3.6.3. PROTEÍNAS TOTAIS

Foram determinadas basicamente pelo método 24010 AOAC (4). As seguintes modificações foram introduzidas: a determinação foi verificada na amostra seca para evitar erros de homogeneização. Foram pesados aproximadamente 200mg do material seco e moído. Usando como

catalisador uma mistura de K_4SO_4 , $CuSO_4$ e selênio. A porcentagem de proteína na base seca foi recalculada na base úmida.

3.6.4. CLORETO DE SÓDIO

Foi usado o método 18014 AOAC (4) com as seguintes modificações: foram pesados 25g da amostra seca, residual da determinação de umidade. Adicionou-se 200ml de água destilada e aqueceu-se até $60-65^{\circ}C$ durante cinco minutos. Adicionou-se 5ml de ferrocianeto de potássio a 15% e 5ml de acetato de zinco a 30%. Aqueceu-se por mais 30 minutos, agitando-se vez por outra. Filtrou-se água destilada e completou-se o nível até 250ml. Tomou-se uma alíquota e titulou-se com $AgNO_3$ 0,1N, usando como indicador cromato de potássio. O cálculo do NaCl foi re-determinado em base úmida.

3.6.5. LIPÍDIOS TOTAIS

Foram determinados basicamente pelo método de Bligh-Dyer (6) que permite a obtenção dos lipídios em forma completa sem aquecimento. O método foi adaptado para salsichas da seguinte forma: da pasta preparada em 3.6.1. (b), foi pesada uma quantidade tal que tivesse 8g de água (10 a 12g). A pesagem foi feita dentro de um tubo com tampa de rosca de 70ml de capacidade. Após a pesagem, foram adicionados 20ml de metanol e 10ml de clorofórmio. O tubo foi agitado-energicamente por uma hora em shaker e em seguida deixado em repouso durante uma hora. A relação metanol:clorofórmio:água foi de -

2:1:08 em volume. A seguir, foram adicionados 10ml de clorofórmio e 10ml de água, dando uma relação de 2:2:1,8. Nesta relação o cloro - fórmio se separa contendo os lipídios, e a camada metanol-água contém as proteínas, açúcares e outros componentes hidrófilos. O conteúdo dos tubos foi filtrado a vácuo e os tubos são lavados com cloro fórmio. O filtrado foi jogado em uma proveta de 100ml e a camada inferior contendo os lipídios se deixa separar completamente. Anota-se o volume de clorofórmio e se elimina a camada de metanol-água. Uma alíquota se diseca a 80°C. O peso de lipídios da alíquota se multiplica pelo volume total de clorofórmio, dando os lipídios na quantidade original da pasta. Todas as análises de lipídios foram feitas em quadruplicatas, já que os lipídios obtidos foram usados para a determinação de ácidos graxos livres, índice de peróxidos e composição de ácidos graxos por cromatografia de gás.

3.6.6. ÁCIDOS GRAXOS LIVRES

Foi utilizado o método 28023 AOAC, 10a. edição, assim modificado: 25ml de extrato de clorofórmio, contendo 700-800mg de lipídios foram evaporados a 60°C. Em outro frasco colocam-se 50ml de álcool desnaturado, 2ml de fenolftaleína a 1% e adicionou-se suficiente quantidade de NaOH 0,1N até aparecimento da cor rósea. O conteúdo deste frasco foi adicionado ao frasco contendo o extrato evaporado e titulou-se com NaOH 0,25N. Os resultados foram expressos em grama de ácido oleico por 100g de lipídios.

3.6.7. ÍNDICE DE PERÓXIDOS

Foi realizado de acordo com o método 28023 AOAC (4). Foi medido um volume de clorofórmio contendo aproximadamente 500mg de lipídios totais.

3.6.8. SOLUBILIDADE DAS PROTEÍNAS EM NaCl 0,6N

Foram pesadas exatamente 25g de pasta preparada em 3.6.1. (b). A pasta foi transferida quantitativamente num balão volumétrico de 100ml, usando 50-60ml de água destilada gelada. A quantidade de NaCl fornecida pela amostra (dado obtido pela análise de cloreto) e ajustada a 0,6N pela adição do NaCl sólido. O balão é agitado suavemente até que a amostra se desagregue totalmente e o sal se dissolva. Então, o balão é preenchido até 100ml com água destilada fria e após invertido repetidas vezes, deixa-se na geladeira até o dia seguinte. Filtra-se uma alíquota de 20ml em papel Whatman n°40, 5ml do líquido filtrado é analisado pelo método Kjeldahl para obter o teor de proteína solúvel em NaCl 0,6N. O resultado se expressa em porcentagem da proteína total da pasta.

3.6.9. COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS POR CROMATOGRAFIA DE GÁS

Uma alíquota do extrato de clorofórmio, contendo 80 a 100 mg de lipídios é medida num tubo com tampa de rosca de 30ml. Utiliza-se N₂ para evaporar o solvente. O resíduo de lipídios se metila de acordo com o método Mercalfe L.D. et al. (34a). Os ésteres metí-

licos dos ácidos graxos em éter de petróleo se analisam por cromatografia de gás-líquido com o método usual (método do Laboratório de Análise de Alimentos da UNICAMP). As condições da cromatografia são as seguintes:

Cromatógrafo Perkin-Elmer 990

Coluna de aço de 6 pés de longitude

Fase líquida DEGS (Diethylenglycol-succinate)

Temperatura do injetor - 250°C; da coluna - 180°C; do detector -
250°C

Gás portador - N₂; detector de chama usando ar e H₂

Fluxo de N₂ - 30ml/minuto

Fluxo de ar e H₂ - 50ml/minuto e 40ml/minuto, respectivamente.

3.6.10. RESISTÊNCIA AO CORTE

Utiliza-se o aparelho Chatillon que serve para esta finalidade. As leituras foram feitas de acordo com a escala do aparelho, tomando-as como referência.

3.6.11. ATIVIDADE DE ÁGUA

Utilizou-se o aparelho Aw Wert-Messer (32). Calibrado o aparelho, colocou-se a amostra moída e após 3 horas, à temperatura de 20-25°C, procedeu-se à leitura direta da Aw.

3.6.12. DETERMINAÇÕES MICROBIOLÓGICAS

De um lote de salsichas, abertas na hora, tomou-se certa quantidade e foi moído no liquidificador estéril com água destilada e estéril. Fizeram-se as diluições até 10^{-7} e foram sementeadas em placas contendo o meio Plate Count Agar (PCA), para contagem total de bactérias aeróbicas. A contagem foi feita após 24 horas de incubação a 37°C . Das diluições acima, foram feitas contagens totais de fungos e leveduras, utilizando Potato Dextrose Agar (PDA) como meio de cultura, após 72 horas de incubação a 37°C (46).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

Três lotes de salsichas serviram de base nestes estudos , tendo a seguinte composição centesimal média:

Quadro 6 - Composição centesimal dos lotes das salsichas após pasteurização

Constituintes	g/100g de salsichas
Proteínas	13,6
Lipídios	9,3
Umidade	63,4
Cinzas	3,1
Carboidratos (por diferença)	10,6

O primeiro dos três lotes foi empregado nos ensaios preliminares apenas para acertar as condições de salga, enquanto que os outros dois lotes serviram para continuação dos estudos em causa.

Observam-se pequenas diferenças na composição centesimal dos vários lotes, devido à composição variável da carne. Os outros ingredientes têm composição mais uniforme.

Visto que o objetivo desta tese é o estudo das condições-

de fabricação na qualidade do produto, as referências são feitas apenas aos ingredientes que possam ter influência na vida útil do mesmo.

4.2. SALGA DAS SALSICHAS

4.2.1. DESIDRATAÇÃO PARCIAL DAS SALSICHAS PELA SALGA

Um dos parâmetros críticos para a conservação é o teor de água do produto. A salga fornece uma opção para desidratar até o nível desejado, mediante a regulação da concentração da salmoura e do tempo de contato. A figura 5 apresenta a variação do teor da água - em função dos parâmetros acima mencionados.

Observa-se claramente que a perda de água ocorre nas primeiras horas, naturalmente devido à grande diferença entre as pressões osmóticas do fluido interno do produto e da salmoura externa. À medida em que a diferença entre as pressões osmóticas diminui, a saída de água também diminui; após 24 horas, foi atingido um estado de quase-equilíbrio, exceto para o tratamento na salga a seco. O fator predominante para o rápido equilíbrio deve-se, principalmente, ao estado de homogeneização da carne (emulsão) e à forma geométrica dos produtos, principalmente ao pequeno diâmetro (20mm). A salga de carnes (1) e de peixes (5) é mais demorada.

A salga em salmoura de 20% deixou o produto com 61% de água em 24 horas; a salga em salmoura de 25% reduziu a umidade para

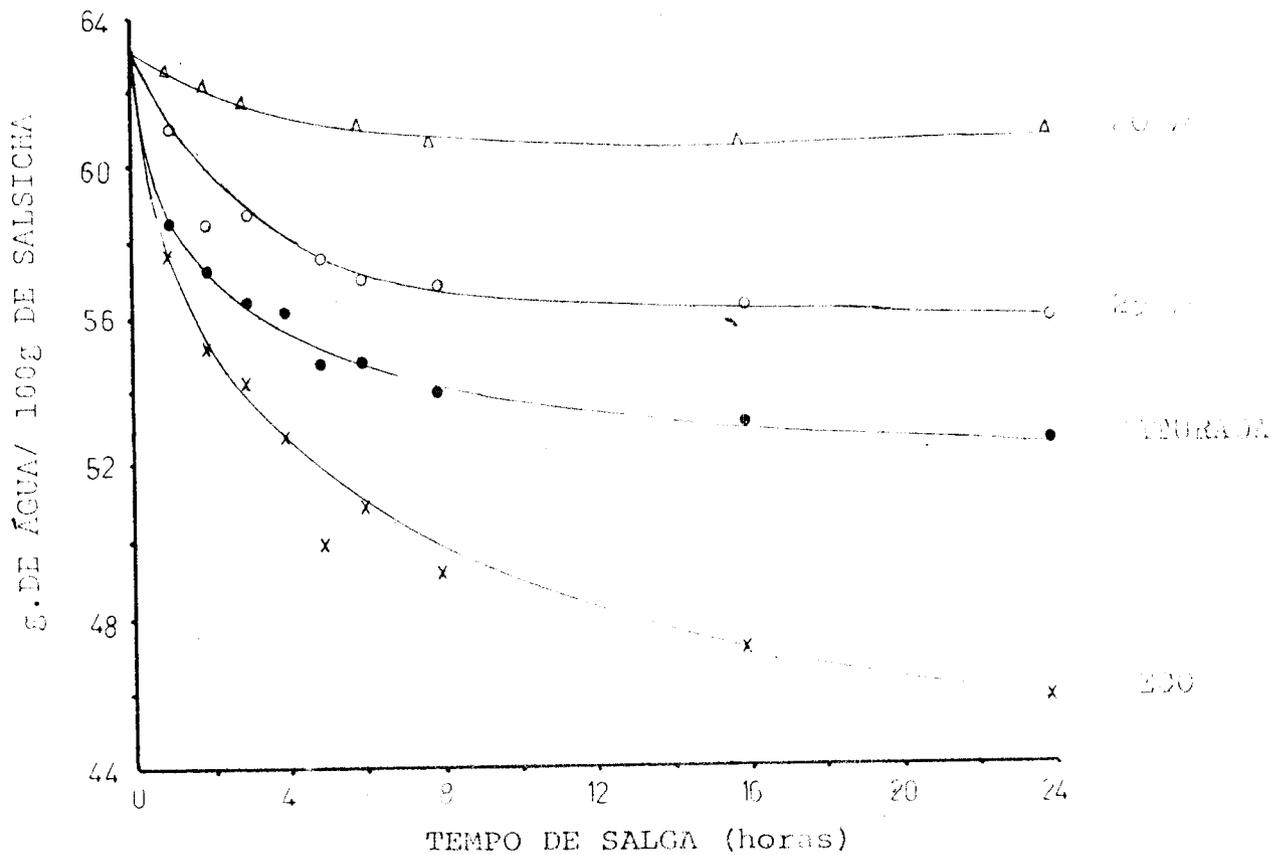


Figura 5 - Variação de umidade das salsichas tipo Frankfurt submetidas a salga em salmouras e salga a seco.

55,9%; a saturada para 52,6% e a salga a seco para 45,9%, no mesmo período. Destes produtos, apenas os três últimos podem ser considerados produtos de umidade intermediária ou, em outras palavras, alimentos concentrados.

4.2.2. VARIAÇÃO DO PESO

A figura 6 registra as variações de peso das salsichas através da salga.

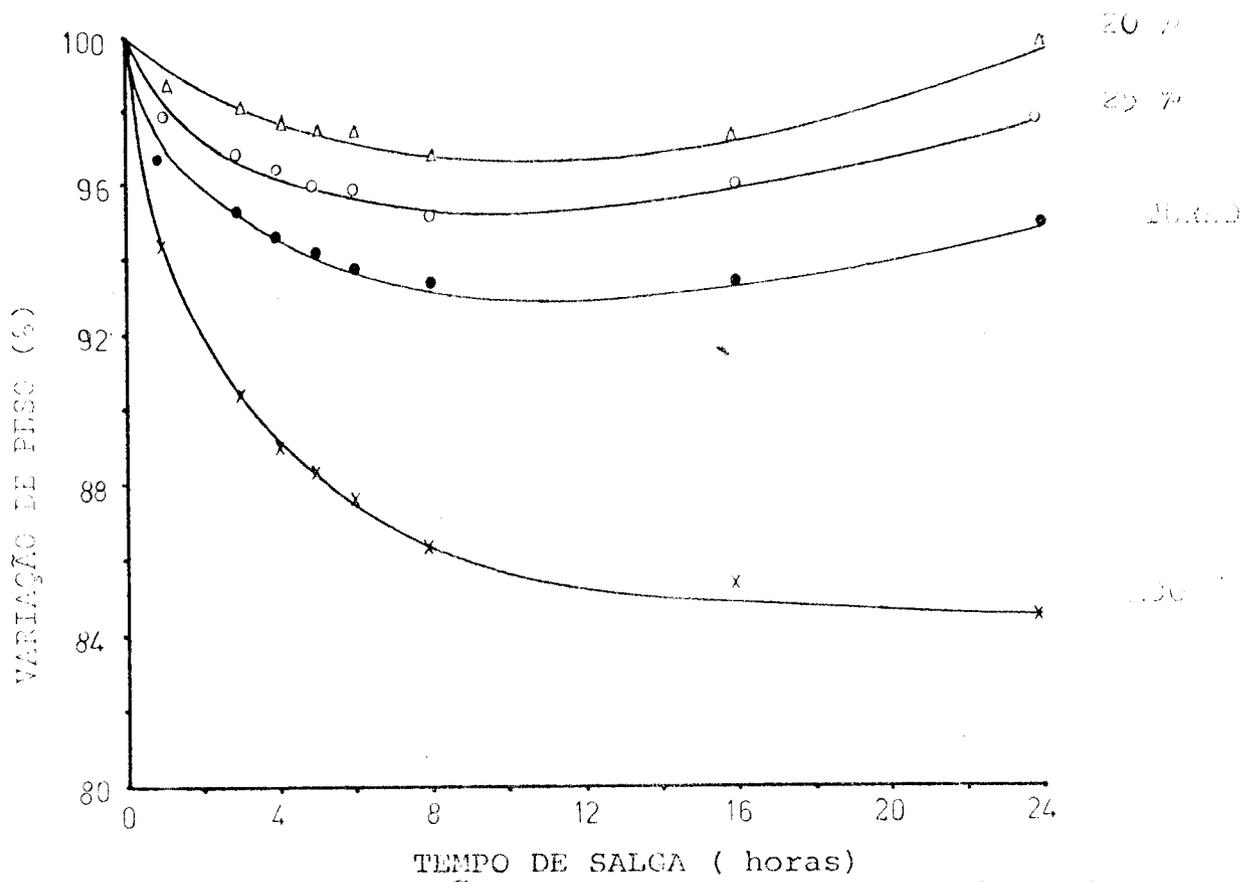


Figura 6 - Variação de peso das salsichas submetidas a salga em salmouras e salga a seco em relação ao peso inicial.

Com água pura ou salmoura de muito baixa concentração, a variação de peso das salsichas é função, principalmente, das perdas ou ganhos de líquido e de transferência de sólidos solúveis para o exterior. Resulta daí que os valores de absorção (ou desorção) da água podem ser avaliados aproximadamente pelas variações de peso do produto. À medida em que a concentração da salmoura cresce, torna-se cada vez mais acentuado o efeito da quantidade de sal absorvido, no aumento de peso das salsichas.

Após 24 horas, as salsichas tiveram uma perda de peso de 5,09% e 2,12% para os produtos em salmoura saturada e a 25%, respectivamente. Este fato significa que o rendimento em peso do produto é quase o original.

Na salga a seco ocorre uma desidratação mais ou menos intensa que pode chegar a uma desidratação quase total, se houver sal sólido suficiente para absorver toda a água. Nas condições do ensaio, a perda de peso foi de 15,4%.

A salga em salmoura de baixa concentração (20%), incluída apenas como demonstração, mostra que após 24 horas o produto ficou com um peso quase igual ao inicial.

4.2.3. PENETRAÇÃO DO SAL

Na salga em salmouras, a impregnação da carne pelo cloreto de sódio estaria terminada quando a relação entre a porcentagem de sal na porção aquosa da carne (salsichas) e a concentração final da salmoura fosse igual à unidade. Porém, na prática, a porcentagem de sal no fluido interno será sempre algo inferior à concentração da salmoura externa, demonstrando que em um produto biológico a difusão do sal é regulada pelo conjunto de interações eletrostáticas e capilares que desviam o sistema do comportamento ideal.

Na salga a seco, a penetração depende da quantidade de sal utilizada. O equilíbrio final só será atingido quando o máximo possível de NaCl (sem tomar as perdas por exsudação) houver penetrado-

e difundido por igual através de toda a sua fração líquida.

A figura 7 mostra a penetração de sal nas salsichas durante 24 horas de salga. Nesta figura verifica-se que a penetração do sal é rápida nas primeiras horas. Após 16 horas, na salmoura de 20%, o produto apresentou 7,8% de sal e uma umidade de 61,2% (figura 5). O cálculo da concentração de sal na fase aquosa interna da salsicha

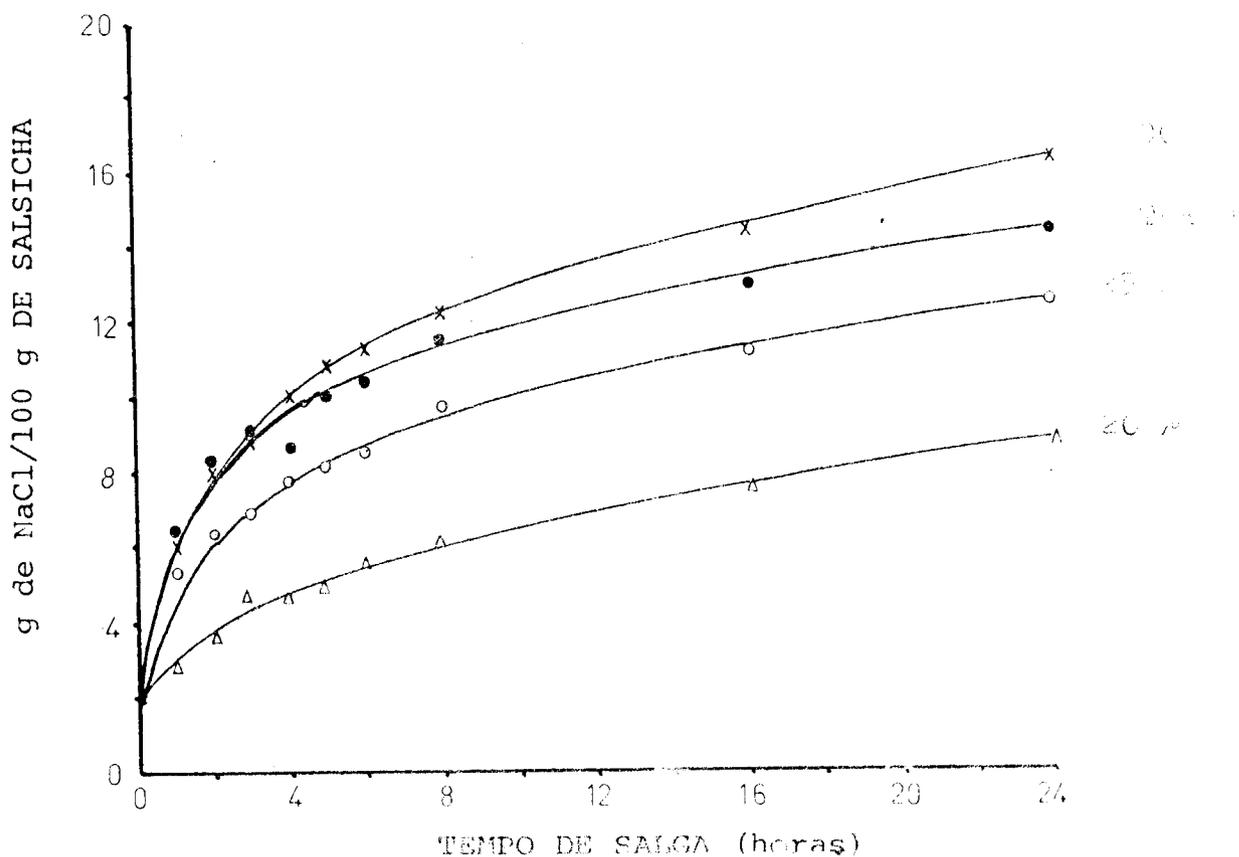


Figura 7 - Penetração do NaCl durante a salga das salsichas em salmouras e salga a seco

estaria ao redor de 11,3%, valor muito baixo para garantir um efeito bacteriostático (de bactérias patogênicas e saprófitas que crescem até 16%).

Nas amostras salgadas em salmouras de concentração superior a 20%, a penetração de sal é maior, atingindo-se níveis de 11,2%, 13,1% e 14,4% nas amostras desidratadas com salmoura de 25%, na solução saturada e na salga a seco, respectivamente. É importante notar que, mesmo após 24 horas, estes produtos continuam ganhando sal, embora a perda de água, com exceção da amostra desidratada a seco, tenha chegado a valores mínimos.

Quadro 7 - Valores obtidos das porcentagens de sal e unidade

Processo de salga	Tempo h	Sal g/100g prod.	Unidade g/100g prod.	Relação %sal/ unidade, x 100
20%	16	7,8	61,2	11,3
	24	8,9	61,6	12,7
25%	16	11,2	56,2	16,6
	24	12,5	55,9	18,2
Saturada	16	13,1	53,1	19,7
	24	14,4	52,5	21,5
Seca	16	14,4	47,2	23,3
	24	16,4	45,9	26,3

4.2.4. VARIAÇÃO DA ATIVIDADE DE ÁGUA (A_w)

Quando o sal se dissolve na fase aquosa interna, a pressão de vapor da solução diminui. Dado o peso molecular pequeno do NaCl, e pela Lei de Raoult, a solução aquosa do cloreto de sódio causará redução uniforme da A_w à medida em que sua concentração aumente.

A interação iônica entre Na^+ e Cl^- e a água (H^+ + OH^-) pode ser responsável pela queda significativa da A_w . Os produtos iônicos ou não-iônicos causam mudanças no grau de associação das moléculas da água (24).

A figura 8 apresenta os valores de A_w determinados nas salichas, experimentalmente em distintos estágios da salga. Na mesma figura pode-se apreciar que o valor crítico de A_w é atingido rapidamente na salga a seco (4 horas), indo de 0,97 a 0,85. Após 24 horas o valor da A_w atingiu valores tão baixos como 0,73. Estes dados permitem predizer que o produto terá uma preservação microbiológica satisfatória. Nas amostras processadas em salmouras, o valor crítico é alcançado após 5 horas na amostra saturada e 19 horas na amostra de 25%. Na salmoura de 20%, esse valor não é atingido, mesmo após 24 horas de contato.

O valor crítico se fixou em 0,85 porque abaixo desse valor a grande maioria das bactérias não se desenvolve.

É conveniente notar-se a diferença que apresenta o cálculo da A_w pela Lei de Raoult e as determinações experimentais. O va-

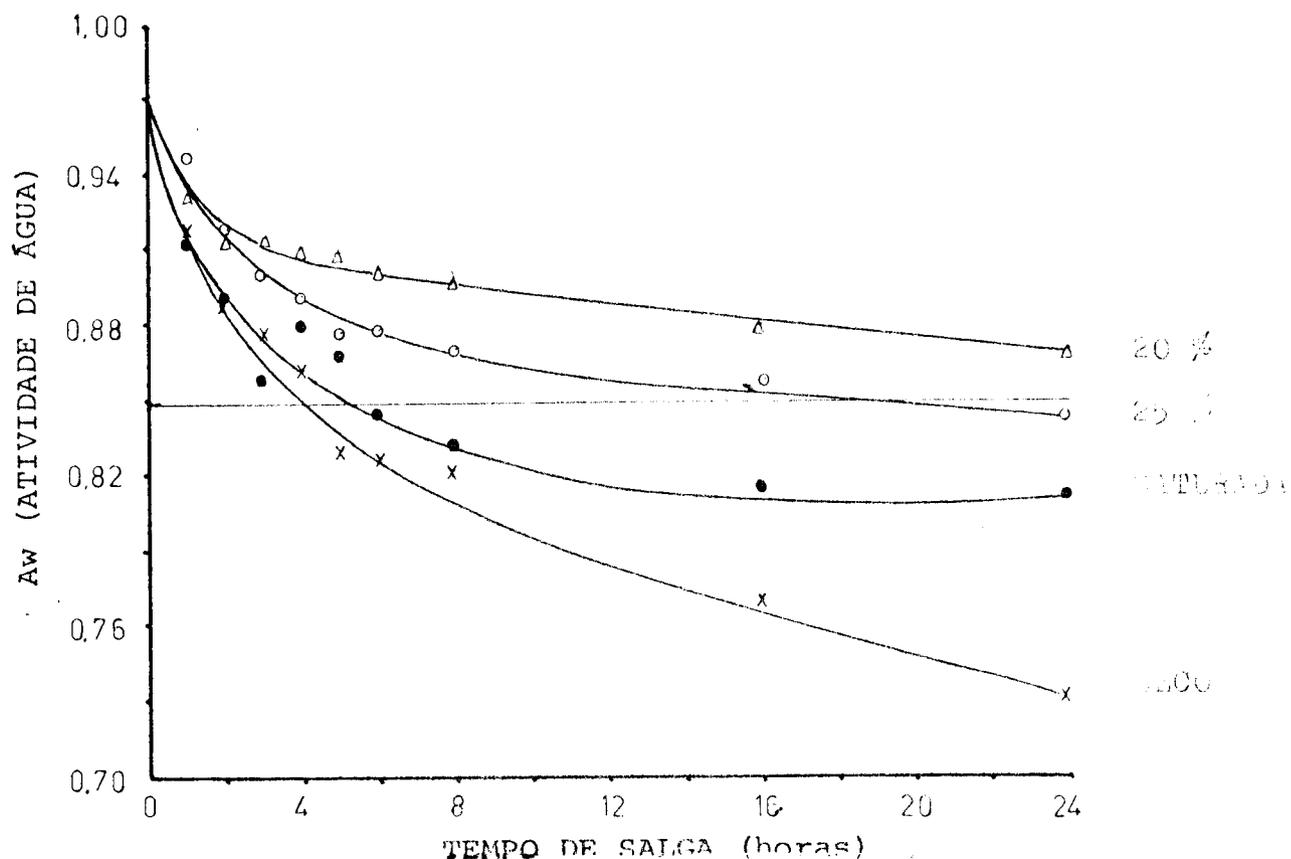


Figura 8 - Variação da Aw em salsichas submetidas a salga em salmouras e salga a seco.

lor teórico calculado seria, no produto salgado a seco, de 0,90; o valor experimental do mesmo foi de 0,73. Isto indica que os solutos presentes na salsicha, tais como aminoácidos, peptídios, creatinina, nitrito de sódio, ácido ascórbico, açúcar e, especialmente, o triplo fosfato de sódio, contribuem para uma maior fixação de água, fazendo com que sua pressão de vapor seja menor que a teórica. Além disso, a emulsificação das proteínas com a gordura, deve colaborar também para a redução da Aw. Estas duas considerações levam a concluir que as salsichas, devido ao seu caráter de emulsão, constitu-

em ótimo material, possível de preservação através da unidade intermediária.

O quadro seguinte mostra os resultados da A_w teóricos e experimentais nos 4 processos, após 24 horas:

Quadro 8 - Valores teóricos e experimentais da A_w

Método de salga	Valor teórico	Valor experimental
20%	0,96	0,87
25%	0,93	0,84
Saturada	0,92	0,81
Seca	0,90	0,73

4.3. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PRODUTO DESSALGADO

Dado o caráter de emulsão das salsichas, duvidou-se se a salga causaria uma quebra da emulsão, tornando o produto pouco elástico ou afetando de qualquer modo a textura característica das mesmas. Foram então realizados vários testes físico-químicos que permitiram avaliar os efeitos dos diferentes tratamentos de salga sobre as propriedades funcionais.

4.3.1. TESTES DE REIDRATAÇÃO DAS SALSICHAS SALGADAS

As salsichas foram reidratadas em água destilada à temperatura ambiente, como foi descrito em Materiais e Métodos, obtendo-

se as curvas da figura 9.

Tomando-se como referência o teor de umidade das salsichas sem salga (63,5%), os produtos salgados em salmoura de 25% e saturada atingiram esse valor de umidade após 3 e 5 horas, respectivamente; o produto salgado a seco atingiu esse valor após 13 horas de reidratação. A reidratação de todos os produtos ultrapassou o ní

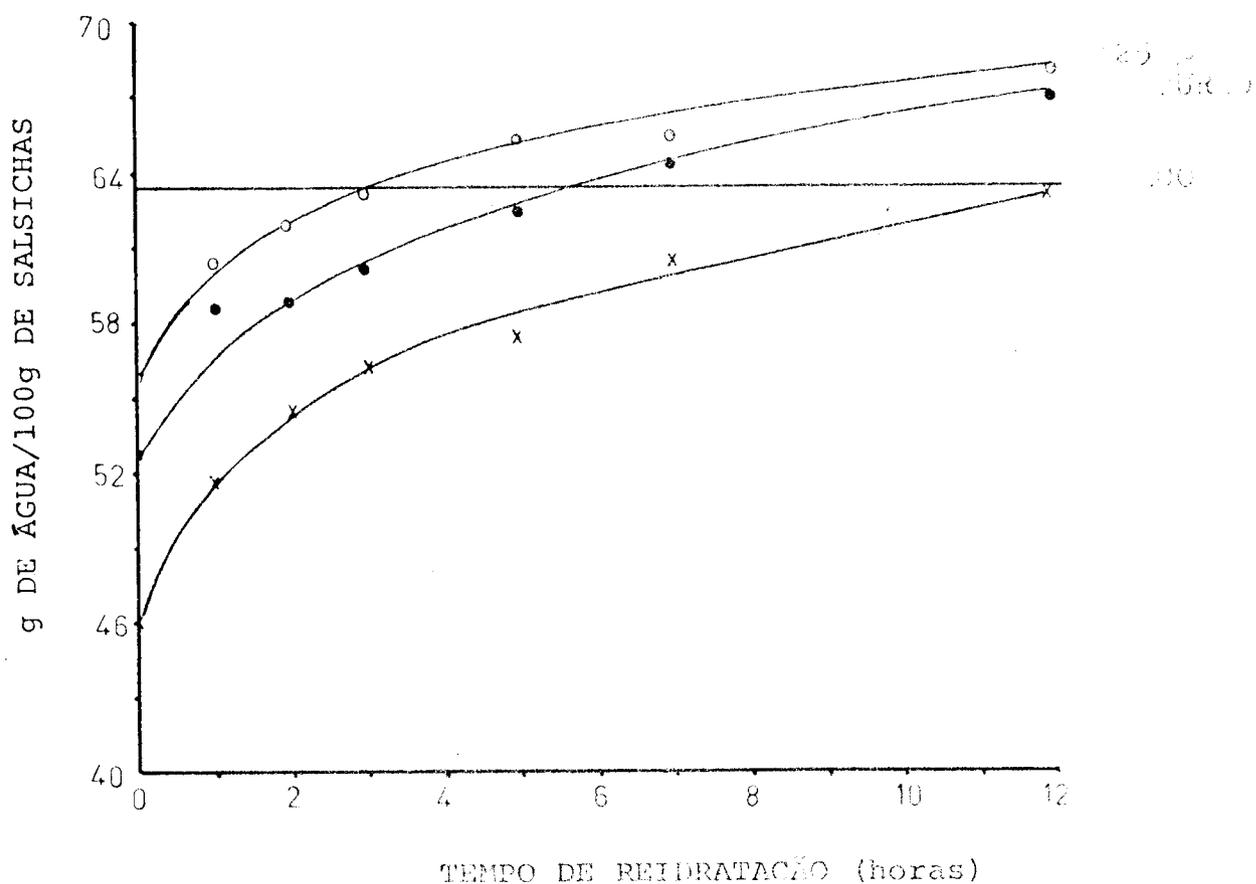


Figura 9 - Reidratação das salsichas salgadas a temperatura ambiente.

vel do produto fresco, quando a reidratação se fez durante 24 horas. Os produtos que tinham sido desidratados com menor intensidade, atingiram o teor de 63,5% em menor tempo, devido ao seu maior teor de água inicial. Quando o ganho de água é expresso em função do teor de água inicial, obtêm-se resultados (figura 10), que demonstram que o ganho efetivo é maior nas amostras mais salgadas.

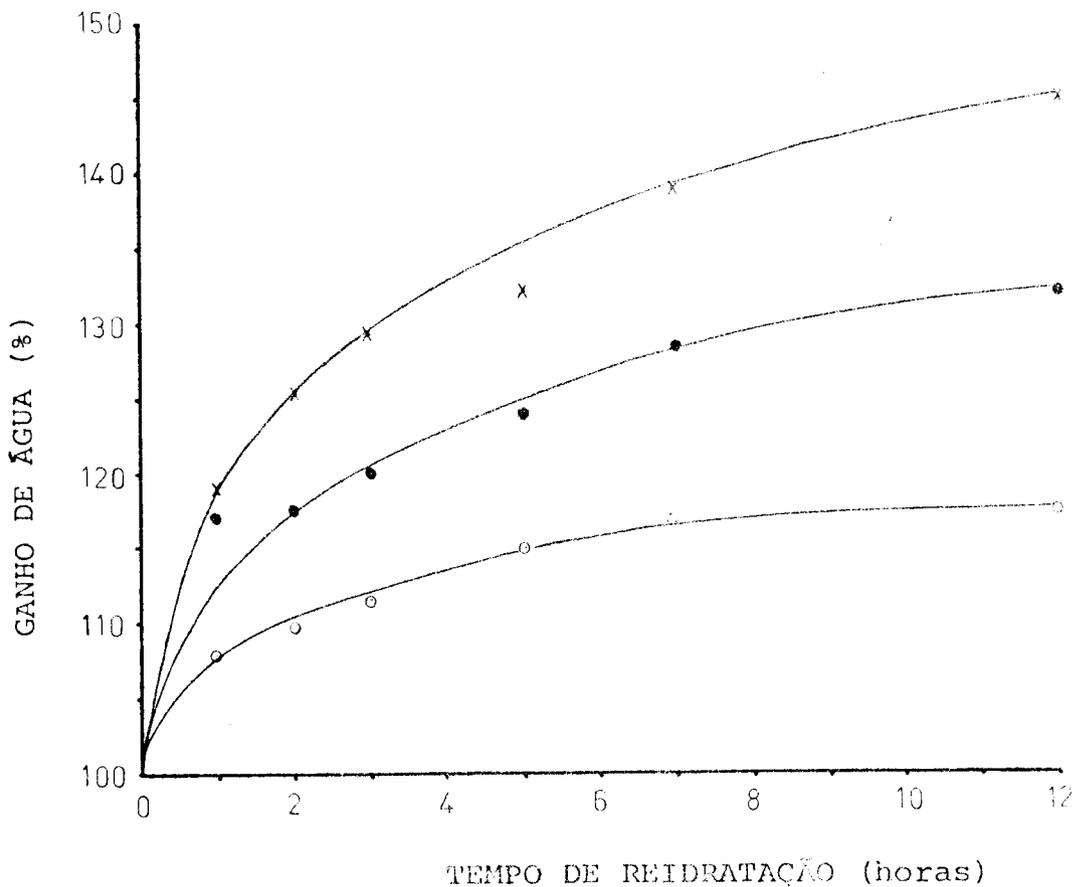


Figura 10 - Reidratação das salsichas salgadas em relação ao teor inicial de unidade.

As figuras 9 e 10 permitem deduzir que, do ponto de vista da reidratação, não há maiores problemas.

A porcentagem de reidratação está estreitamente ligada ao volume do produto. Em termos absolutos, as salsichas salgadas com salmouras de 25% apresentam maior volume (figura 11). O volume é um fator importante na aceitação pelo consumidor, já que a excelência-

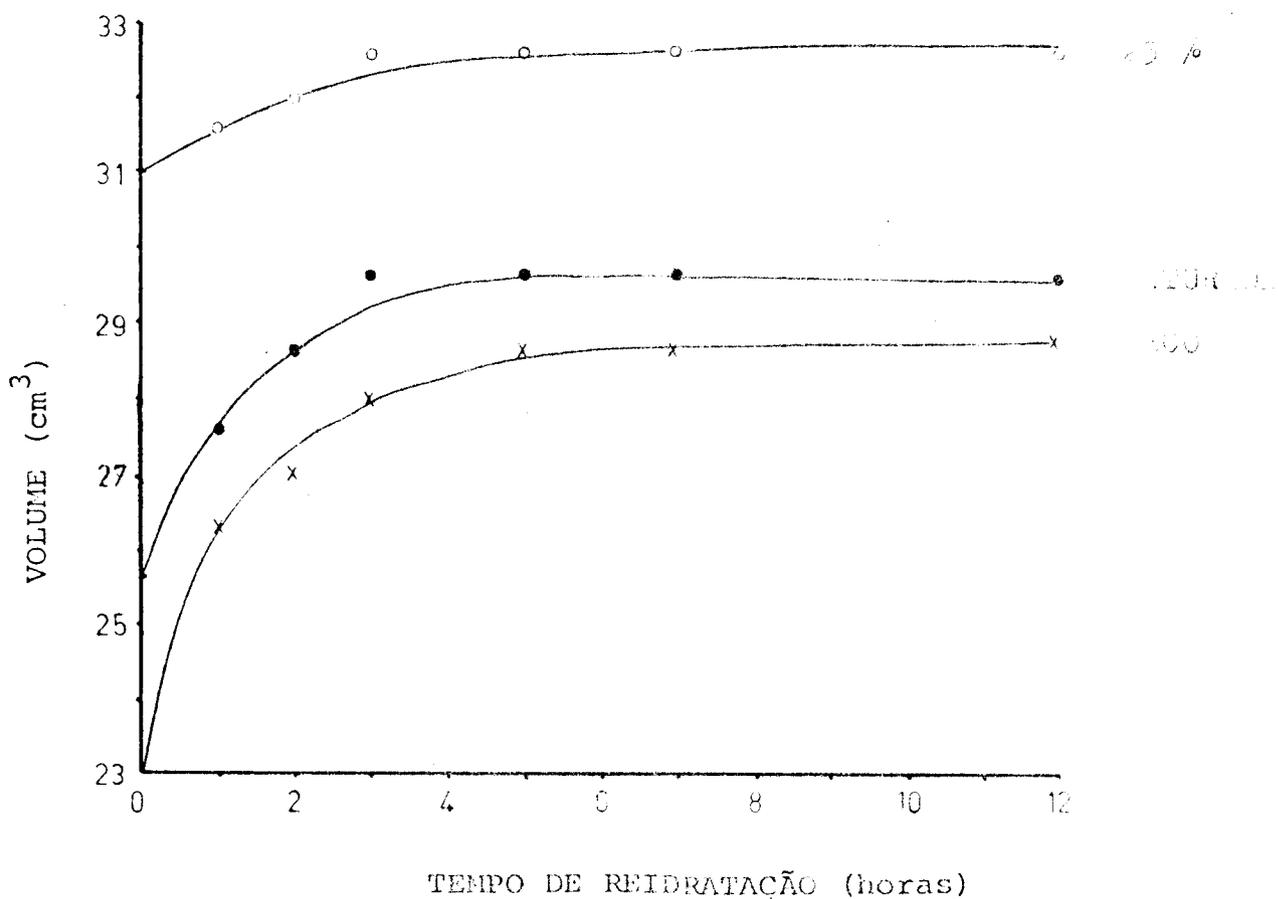


Figura 11 - Variação do volume durante a reidratação das salsichas salgadas.

do produto é geralmente tomada face ao tamanho e suculência após cocção.

Os produtos reidratados foram submetidos à água fervente por 5 minutos, não exibindo mudanças importantes no teor de água nem no seu volume. Isto indica que a água de reidratação ficou retida firmemente, não constituindo uma simples inibição, porém uma verdadeira ligação nos componentes hidrófilos da salsicha.

4.3.2. DESORÇÃO DE CLORETOS

A figura 12 registra a diminuição de cloreto de sódio através da reidratação. Praticamente em todas as amostras o NaCl é liberado com a mesma velocidade.

As amostras alcançam o teor de 2% de sal ao redor das 6 horas de dessalga (figura 13). Esse valor é normal em salsichas. A dessalga abaixo desse valor deixa o produto insípido. Outro fato observado foi que a dessalga excessiva afeta também o sabor, já que vários compostos integrantes do sabor e aroma (peptídios, nucleotídeos e óleos essenciais dos condimentos) são também lixiviados com o cloreto de sódio. Desta forma, a condimentação destes produtos foi dupla.

4.4. ESTOCAGEM DE SALSICHAS SALGADAS

Visto que se objetiva alimentos de vida prolongada e sem necessidade de refrigeração, foi feito um estudo de sua vida útil, à

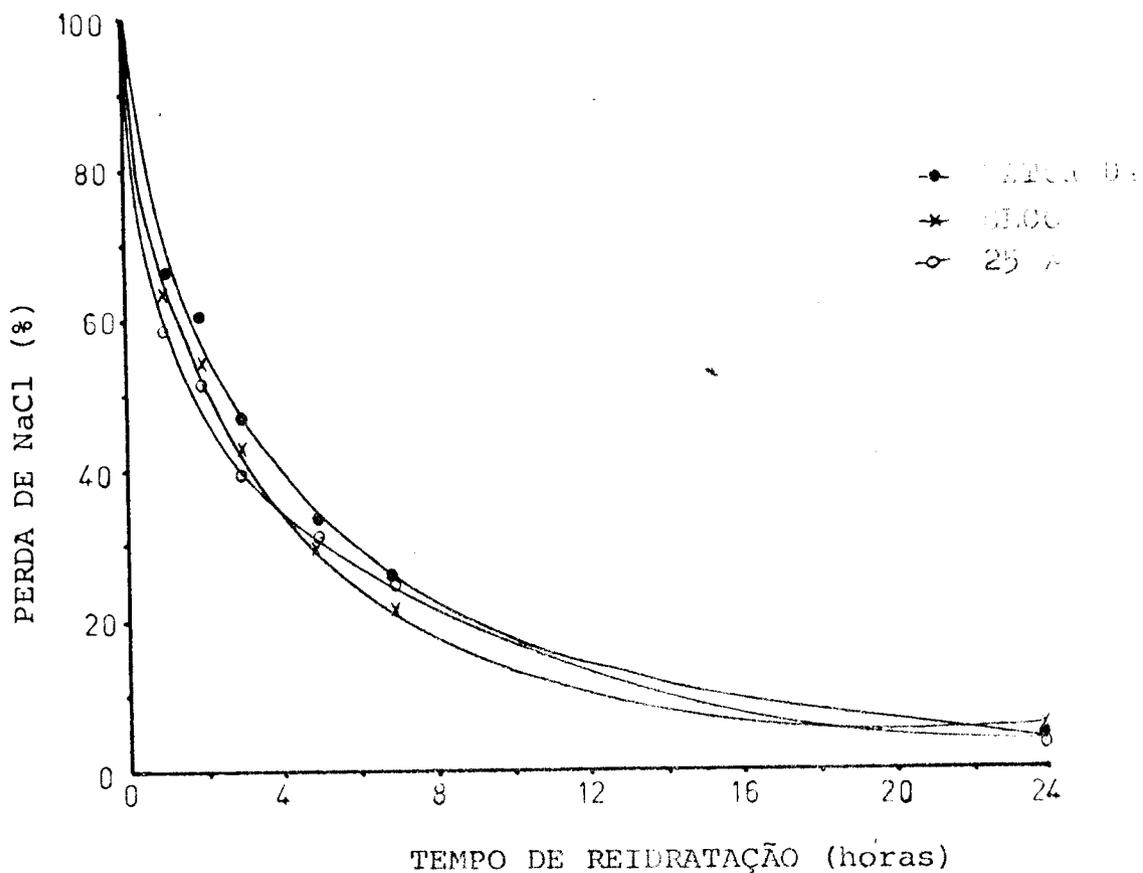


Figura 12 - Perda do NaCl durante a reidratação das salsichas salgadas em relação ao teor inicial.

temperatura ambiente, determinando-se vários parâmetros de ordem físico-química e microbiológica.

4.4.1. ATIVIDADE DE ÁGUA DURANTE A ESTOCAGEM

A figura 14 contém dados de A_w durante os 111 dias de estocagem.

As determinações da A_w mostram-se irregulares, provavelmente por diferenças na amostragem. Entretanto, pode-se observar u-

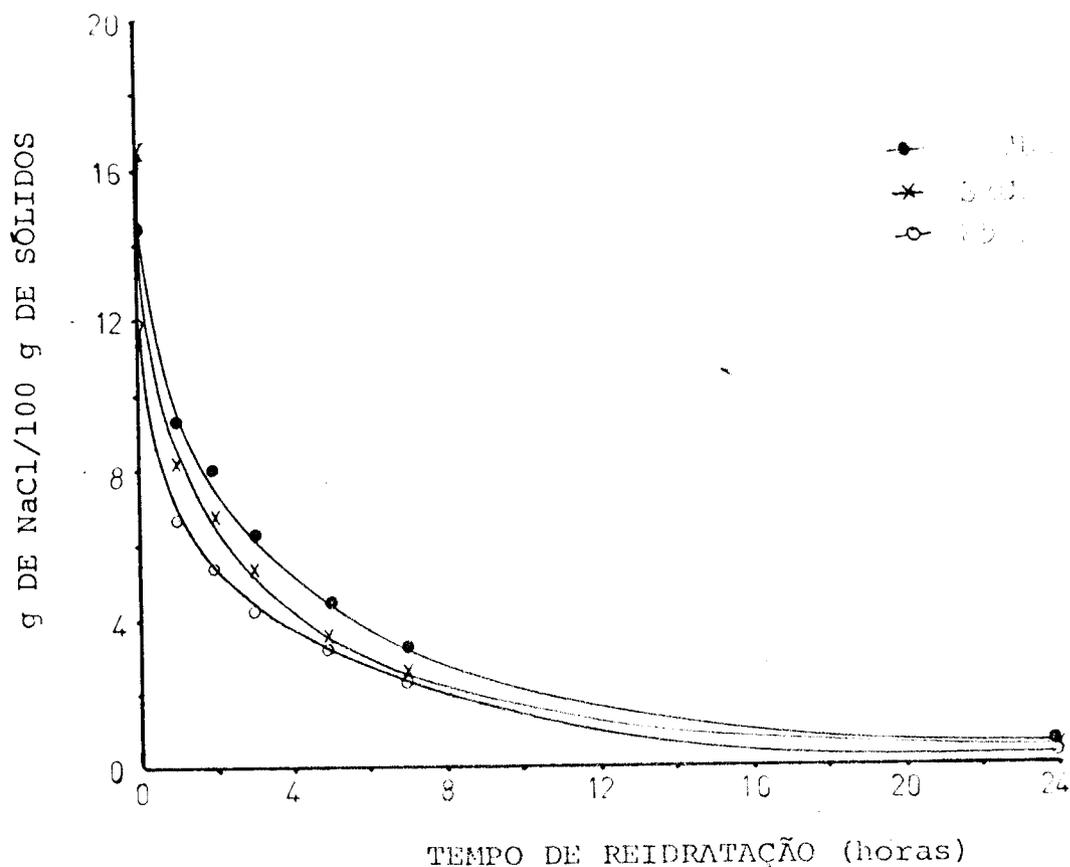


Figura 13 - Perda do NaCl durante a reidratação das salsichas salgadas.

ma tendência de aumento da A_w com o tempo de estocagem. Como exemplo, as amostras desidratadas em salmoura saturada evidenciam a A_w inicial de 0,81 e final de 0,84, enquanto que as amostras desidratadas a seco partiram de A_w de 0,73 e terminaram com A_w de 0,75. A nosso ver, esse aumento pode ser devido a modificações na emulsão carne/gordura/água, seja por reagrupamento da gordura em partículas maiores ou por transformações da fração proteica, que, como será explicado posteriormente, apresentou aumento de solubilidade. De qualquer modo, há que se admitir que houve um aumento de pressão de va-

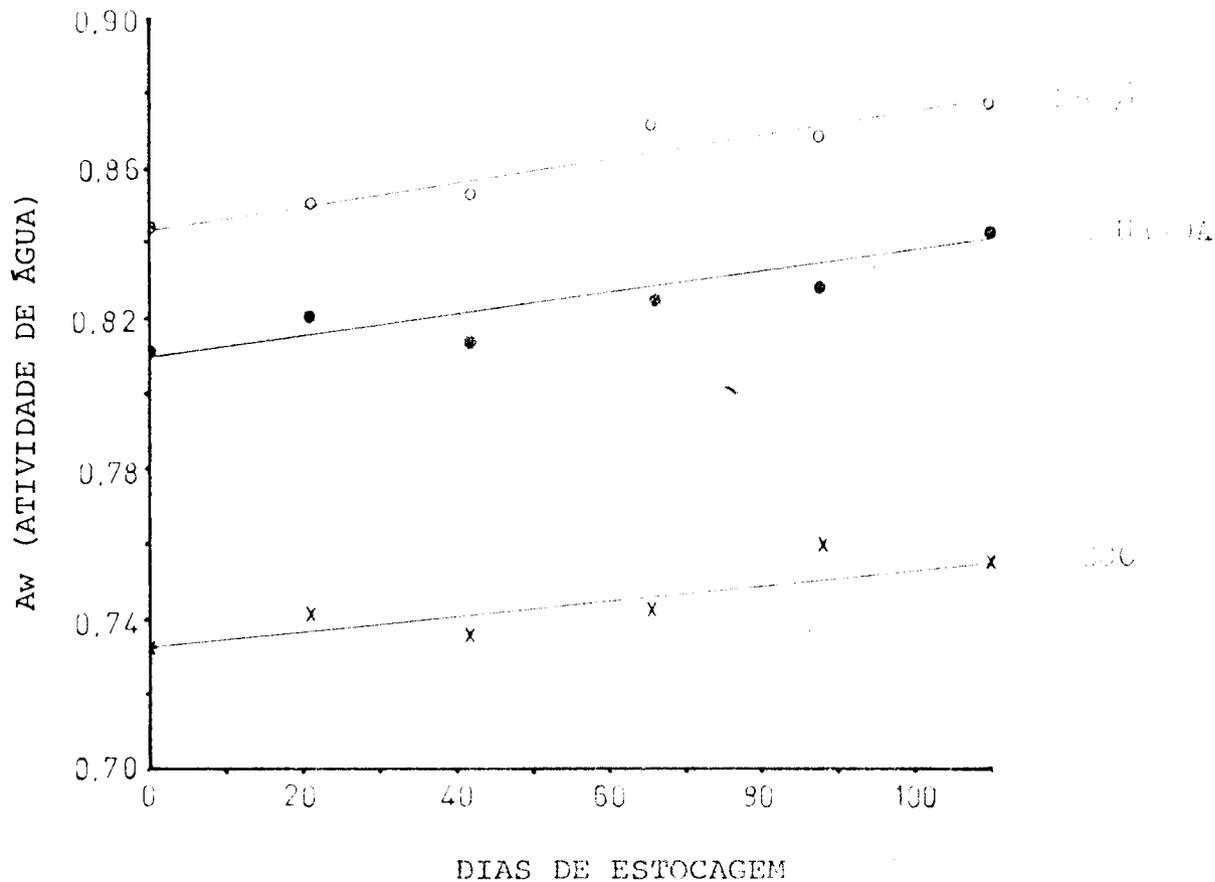


Figura 14 - Variação da Aw das salsichas salgadas durante a estocagem.

por no alimento, causado pelo abrandamento provável das forças moleculares de ligação de água no meio.

4.4.2. VARIAÇÃO DA SOLUBILIDADE DAS PROTEÍNAS DURANTE A ESTOCAGEM

O teor de nitrogênio total das amostras foi constante durante a estocagem. De acordo com Obanu, Ledward & Lawrie (36, 39), nos produtos proteicos de umidade intermediária ocorrem mudanças de entrecruzamento e rompimentos das estruturas das proteínas. A degradação se manifesta pelo aumento de nitrogênio não-proteico e pela

diminuição de solubilidade em dodecil-sulfato de sódio. A solubilidade em NaCl 0,6N, porém, pode manter-se constante, ou mesmo aumentar.

A figura 15 contém as determinações de solubilidade das proteínas em NaCl 0,6N. As curvas mostram que houve algum fator que promoveu a solubilização das proteínas. A pasteurização (45 minutos, a 85°C) deveria inativar completamente as catepsinas, cuja resistên-

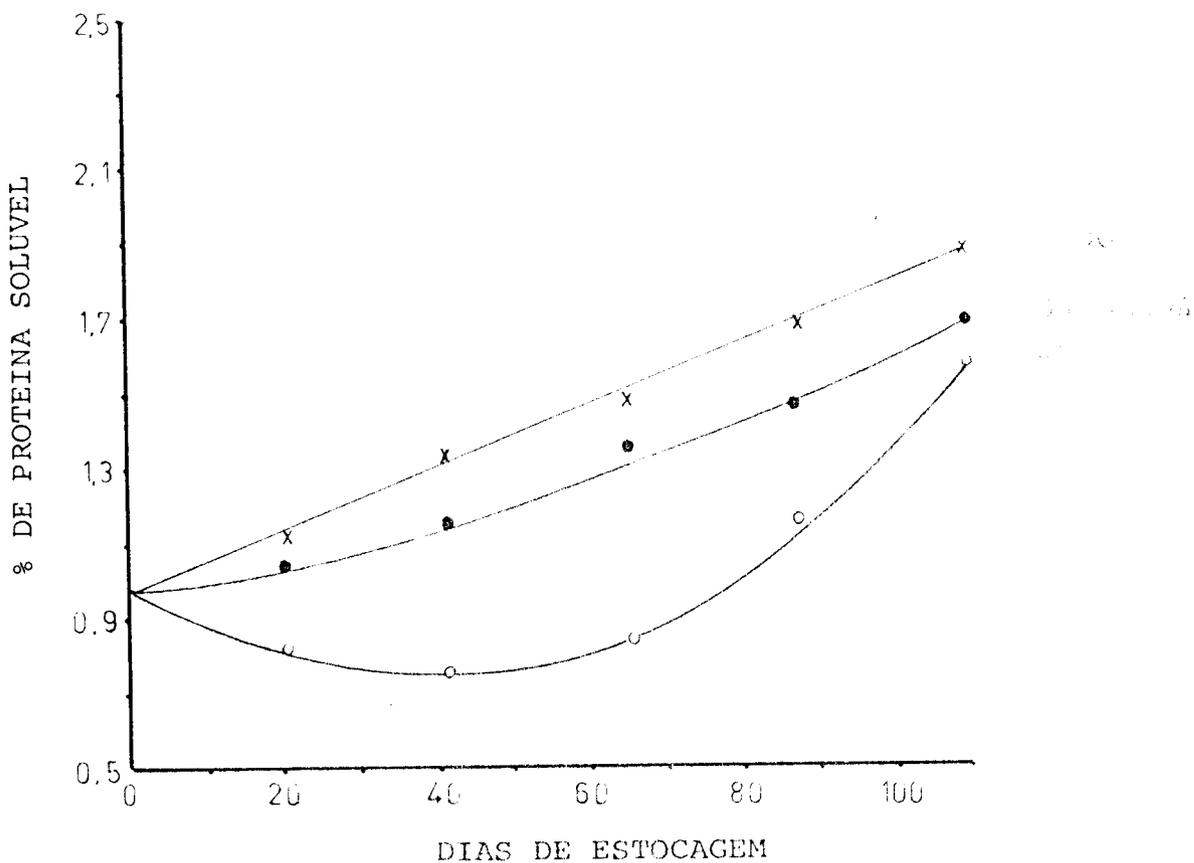


Figura 15 - Variação do % de proteína solúvel em NaCl 0,6N durante a estocagem das salsichas salgadas

cia térmica é pequena. Além da pasteurização, a inibição das catepsinas é conseguida com apenas 5% de sal. A contribuição das enzimas proteolíticas dos microrganismos também não deveria ser importante, dada a baixa contagem microbiana encontrada.

O aumento da solubilidade poderia ser de ordem puramente química, já que, segundo Obanu, Ledward & Lawrie (37), a temperatura ambiente foi suficiente para degradar o colágeno da carne de umidade intermediária, com aumento da hidroxiprolina livre, de aproximadamente 50% em 20 semanas. Essa reação provavelmente foi catalisada por algum componente da formulação, como o ácido ascórbico, açúcar, tripolifosfato de sódio.

Finalmente, tenta-se uma explicação puramente física dos re-arranjos que poderiam ocorrer na emulsão, que de alguma forma poderiam ter contribuído para maior extração das proteínas solúveis.

4.4.3. MODIFICAÇÕES DA RESISTÊNCIA DAS SALSICHAS AO CISALHAMENTO

A figura 16 apresenta a variação da resistência ao corte dos diferentes produtos ao longo da estocagem. Este parâmetro apresentou valor inicial diferente para cada produto, demonstrando claramente a influência do processo de salga-desidratação na resistência ao corte. O produto salgado a seco, com menor teor de água, foi o mais resistente e variou pouco com a estocagem. O produto desidratado com salmoura a 25% apresentou maior resistência inicial e decresceu marcadamente, em comparação com os outros durante a estocagem.

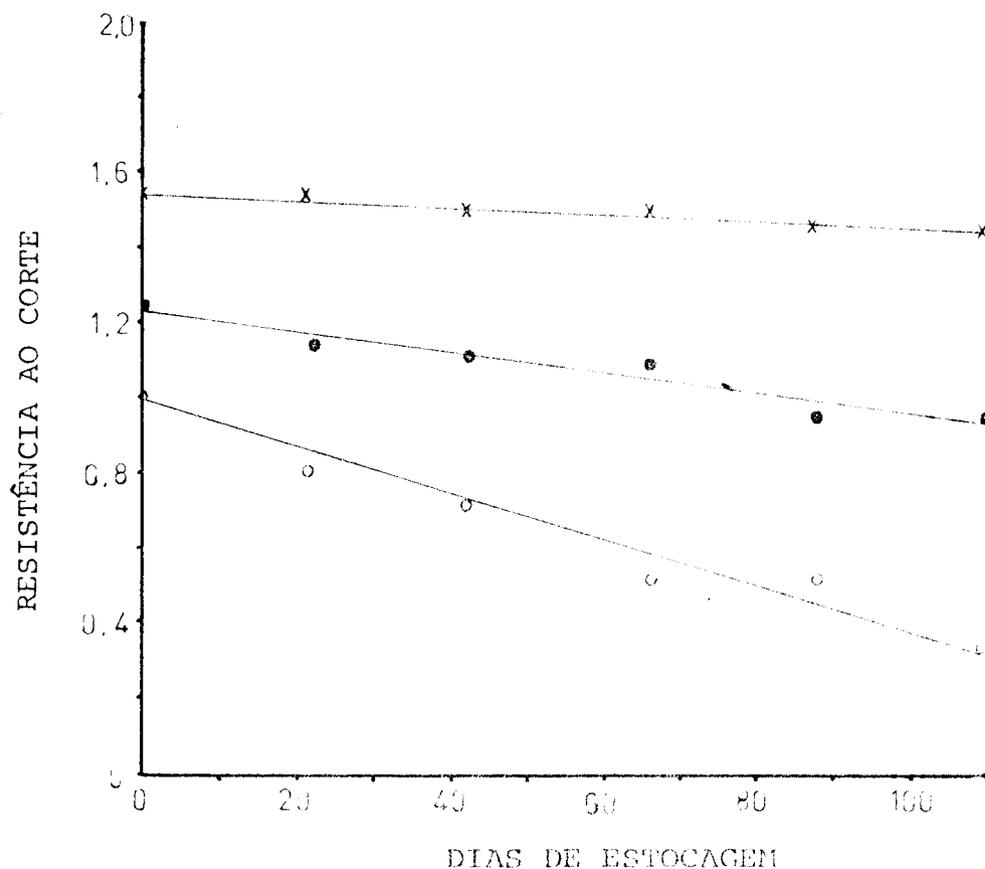


Figura 16 - Variação da resistência ao corte das salsichas durante a estocagem.

Provavelmente o aumento da solubilidade das proteínas contribuiu de algum modo para diminuir a resistência ao corte. Sua contribuição, porém, deve ser pequena quando comparada com a influência das alterações na estrutura da emulsão (reagrupamento das gorduras, associação das proteínas em partículas maiores, etc.), por ter esta amostra uma umidade maior do que as outras e a água presente facilitar o movimento desses compostos que é favorecido pelo tempo de estocagem e temperatura ambiente.

Nas emulsões de proteína/gordura/água, as gotículas de gordura ficam no interior, rodeadas por uma camada de proteína no meio aquoso. Na emulsão das salsichas, as micelas têm pouca liberdade de se organizar, ao contrário do que ocorre nas emulsões líquidas. Provavelmente nas emulsões semi-sólidas, as partículas estariam constituídas pelo gel semi-sólido de proteínas/água/cloreto de sódio, envolvido pela camada de gordura, também semi-sólida. Esta, pelas limitações próprias da máquina emulsificadora (cutter), não é transformada numa emulsão no exato sentido físico-químico, mas sim numa fina mistura de gordura e proteínas gelificadas.

4.4.4. MUDANÇAS NO CONTEÚDO DE ÁCIDOS GRAXOS LIVRES DURANTE A ESTOCAGEM

Este parâmetro tem sua devida importância, já que sua presença é indício de hidrólise dos triglicerídios. Além disso, sabe-se que os ácidos graxos livres são mais suscetíveis à oxidação do que as gorduras não-hidrolisadas.

A figura 17 mostra a variação do conteúdo de ácidos graxos livres durante a estocagem das salsichas. Em geral, todas as amostras apresentaram aumento dos ácidos graxos livres, porém, os ácidos graxos exibiram um valor mínimo entre a terceira e sexta semanas. A partir desse período, notou-se aumento bem mais acentuado nas amostras mais úmidas (25% e saturada). O ponto mínimo, poderia ter explicação na reação entre os ácidos graxos livres ($R-COO^-$) e

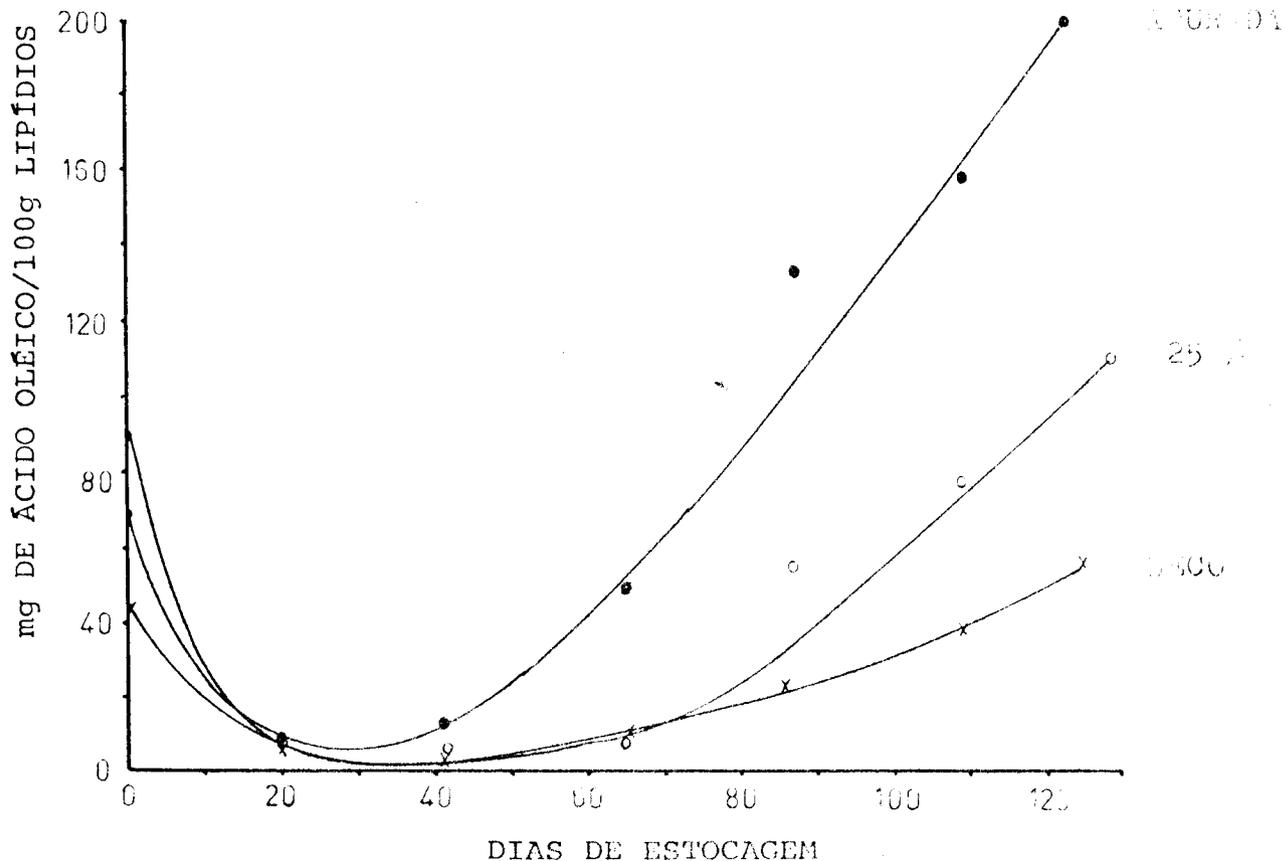


Figura 17 - Variação dos ácidos graxos livres durante a estocagem das salsichas salgadas.

xistentes no produto inicial e os grupos reativos das proteínas ($\text{NH}_3^+ - \text{P}$) formando componentes insolúveis nos solventes usados para extração dos lipídios. A partir da 6a. semana, outros fatores passam a influir na produção de ácidos graxos livres, desta vez originando-se triglicerídios. É difícil explicar as causas desse fenômeno, que parece não ser de natureza bioquímica ou microbiológica. Segundo Obanu, Ledward & Lawrie (37), a carne de umidade intermediária com A_w de 0,80 a 0,86 exibiu também um aumento significativo no índice de TBA (teste de ácido tiobarbitúrico) após 6 semanas de esto-

cagem. No período inicial houve uma diminuição do índice de TBA original como se os carbonilos tivessem reagido com um substrato qualquer, não ficando livres para participar da reação com o mesmo (37).

A deterioração dos lipídios pode gerar como produtos iniciais uma série de ácidos graxos, derivados dos triglicerídios. Esta alteração deve ocorrer principalmente pelas lipases de origem microbiana.

4.4.5. PEROXIDAÇÃO DOS LIPÍDIOS DURANTE A ESTOCAGEM

A figura 18 mostra o aumento do índice de peróxidos com o tempo de estocagem. Há um aumento constante nas amostras preparadas com salmoura saturada, tal como ocorre com os ácidos graxos livres. Os peróxidos parecem ter sido gerados integralmente durante a estocagem, já que inicialmente não foram evidenciados. Se a embalagem tivesse sido completamente hermética, a disponibilidade de oxigênio teria sido mínima, diminuindo a presença dos peróxidos. Entretanto, pelo fato de tratar-se de um produto com muito sal e compostos hemáticos (mioglobina desnaturada) permitem prever que a formação de peróxidos constituiria um risco certo em qualquer etapa da estocagem.

Deve-se também lembrar que a luz catalisa a oxidação das gorduras. A radiação ultravioleta e outras formas, induzem a formação de radicais livres que reagem com o oxigênio molecular para formar inicialmente peróxidos que logo atraem prótons das moléculas vi

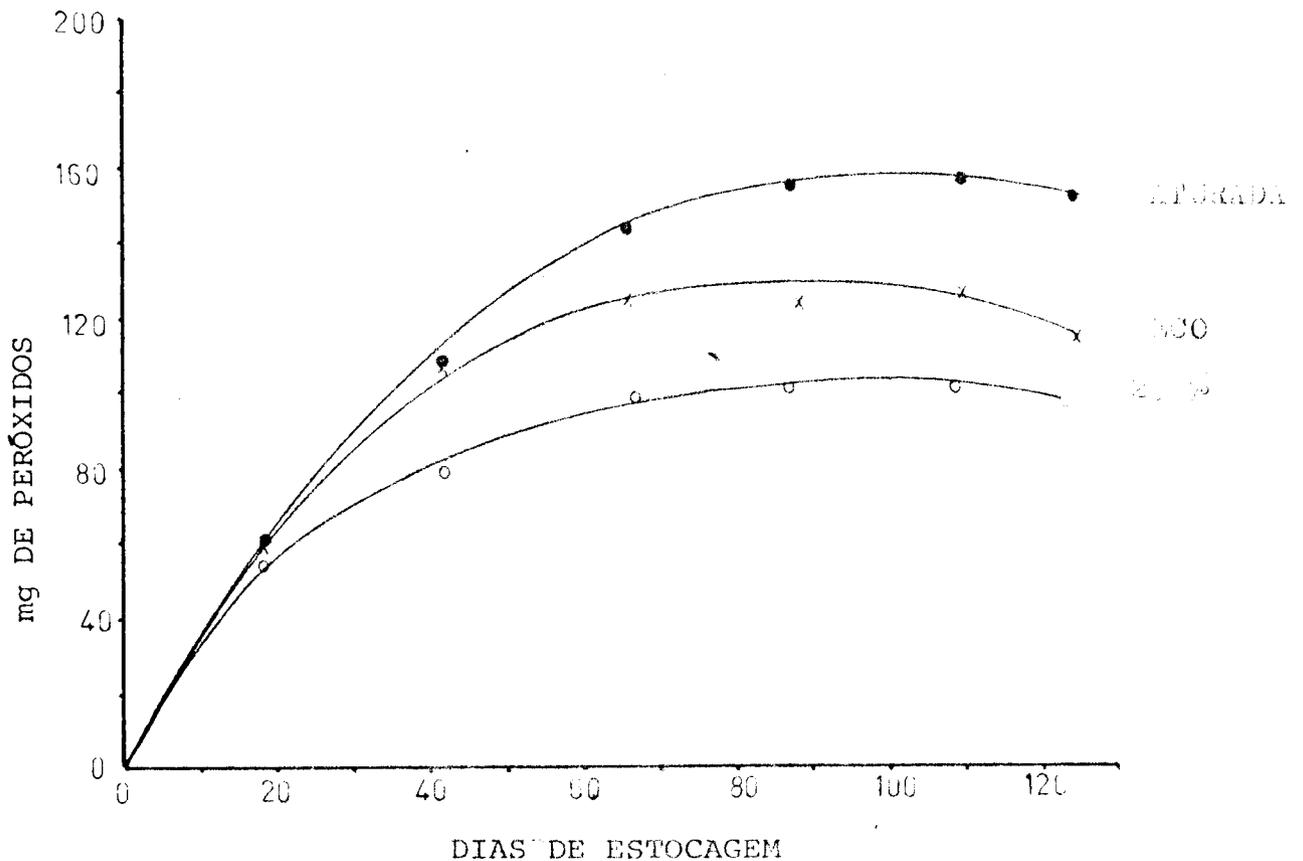


Figura 18 - Variação dos peróxidos durante a estocagem das salsichas salgadas.

zinhas, dando hidroxiperóxidos relativamente estáveis.

As salsichas destas experiências não foram protegidas completamente da ação da luz.

A decomposição de peróxidos é também acelerada pelo calor e catalisada por íons metálicos (Fe e Cu) resultando compostos carbonílicos voláteis.

Devido a esta série de fatores catalíticos atuantes no produto, recomenda-se o uso de antioxidante nas fórmulas de salsichas-

de longa vida.

4.4.6. MUDANÇAS NA COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DOS LIPÍDIOS

O estudo das alterações dos lipídios foi acompanhado pela análise dos ácidos graxos constituintes da fração lipídica. O extrato de lipídios obtido pelo método de Bligh & Dyer (6) foi metilado e os ésteres metílicos foram analisados por cromatografia de gás-líquido. O quadro abaixo apresenta esses resultados:

Quadro 9 - Comparação entre a composição de ácidos graxos dos produtos recém-salgados e após 111 dias de estocagem (éster - metílico/100g de ésteres metílicos totais)

Éster do ácido graxo	Antes da estocagem		Após estocagem	
	Saturada	A seco	Saturada	A seco
Mirístico (C14:0)	1,42	1,53	1,53	1,54
Palmítico (C16:0)	24,78	24,38	26,43	26,23
Palmitoleico (C16:1)	2,24	2,34	2,34	2,69
Esteárico (C18:0)	12,32	12,41	12,50	13,16
Oleico (C18:1)	48,58	48,47	48,34	48,77
Linoleico (C18:2)	8,17	8,62	6,63	6,47
Linolênico (C18:3)	1,47	1,35	1,03	0,74
Outros não-identificados	1,00	1,00	1,00	1,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Os resultados apresentados no quadro anterior demonstram que no tempo 'zero' de estocagem, a composição relativa dos ácidos graxos dos lipídios das salsichas a despeito do método de salga a que foram submetidas é bastante similar. Essa composição representa a mistura de ácidos graxos da gordura bovina e da banha que entram na fórmula. A banha contribui com o ácido linoleico e linolênico que não são encontrados na gordura bovina.

Após 111 dias de estocagem os ácidos di-insaturados e poli-insaturados diminuíram notoriamente. O ácido linoleico diminuiu em 19% e 25% do teor inicial no produto em salmoura e no produto salgado a seco, respectivamente. O ácido linolênico diminuiu ainda mais, perdendo-se 30% no produto em salmoura e 45% no produto salgado a seco.

Os ácidos saturados, palmítico e esteárico, aumentaram em porcentagens relativas após a estocagem.

Pode-se concluir que os peróxidos detectados durante a estocagem se originaram a partir dos ácidos insaturados. Aparentemente, a oxidação é um fator crítico para a estocagem das salsichas e deveria ser evitada pelo uso de antioxidantes e embalagem apropriada.

4.4.7. CONTAGEM MICROBIOLÓGICA DURANTE A ESTOCAGEM

Entre os principais fatores que afetam o crescimento microbiano podem-se citar: a temperatura de estocagem, o tipo e quan

tidade dos agentes antimicrobianos, atmosfera dentro da embalagem e a Aw do produto.

A tolerância ao NaCl é muito variável por parte dos diferentes microrganismos; para os fungos e leveduras a resistência ao sal é maior na temperatura ótima de crescimento.

Escherichia coli e Salmonella são inibidas em concentração de sal de 10% a 37°C. Para o Clostridium botulinum o crescimento e formação de toxina são impedidos por concentrações de sal da ordem de 6,25 a 7,12%. O Stafilococcus aureus resiste a concentrações de sal de 15% e, ocasionalmente, 20%.

É aparente que os produtos cárneos de umidade intermediária não suportam crescimento bacteriano, como se mostra pela diminuição, durante a estocagem, da contagem total em placa e ausência de fungos e leveduras. Isto é também confirmado pela constância do pH durante a estocagem (36). Nesses estudos observa-se apenas uma pequena queda do pH. A sua medida após 111 dias de estocagem foi 5,7 para a amostra desidratada a seco e 5,5 para a de solução saturada.

Como se pode ver no quadro 10, para a segunda prova, aos 57 dias de elaboração, houve um aumento na contagem total e para os 111 dias de estocagem a contagem foi mínima. A amostra que se apresentou mais estável foi a desidratada a seco, vindo a seguir a saturada; em outras palavras, quanto mais baixa a Aw, maior foi a inibição dos microrganismos.

Quadro 10 - Contagem total de aeróbios

1a. Contagem - Produto recém-pasteurizado

	25%	Saturada	Seca
Contagem total	2×10^2 bact/g	1×10^2	2×10^3
Fungos	-	-	-
Leveduras	-	-	-

2a. Contagem - 57 dias de estocagem à temperatura ambiente, em saco plástico

	25%	Saturada	Seca
Contagem total	2×10^7	$7,7 \times 10^3$	2×10^3
Fungos	-	-	-
Leveduras	-	-	-

3a. Contagem - 111 dias de estocagem à temperatura ambiente, em saco plástico

	25%	Saturada	Seca
Contagem total	-	-	-
Fungos	-	-	-
Leveduras	-	-	-

Para controlar o desenvolvimento de fungos e leveduras, a utilização de sorbato de potássio revelou-se eficaz, fato este estabelecido por Labuza et al. (28) em produtos de Aw entre 0,70 e 0,85, à semelhança do caso em estudo.

5. CONCLUSÕES

- 5.1. Pode-se atingir limites de A_w inferiores a 0,85, em salsichas, mediante tratamento (desidratação + incrementos de sal), com NaCl, em solução de 25% p/v ou superior, ou a seco, em poucas horas.
- 5.2. A avaliação experimental da A_w revelou valores inferiores aos teóricos, calculados pela fórmula de Raoult, demonstrando que os diversos solutos da composição da salsicha contribuem para a redução dessa A_w .
- 5.3. A reidratação das salsichas desidratadas à temperatura ambiente demorou aproximadamente 4 horas nos produtos tratados com salmouras, sendo mais demorada nos produtos desidratados a seco. Porém, nestes últimos, o ganho efetivo de água é maior. Os produtos reidratados têm características texturais próximas do produto tradicional.
- 5.4. Na reidratação, o NaCl é liberado com a mesma velocidade em todas as amostras tratadas.
- 5.5. A formação de peróxidos parece ser o fator limitante na preservação desses produtos.
- 5.6. A umidade intermediária, ou baixa A_w controlada, constitui fa

tor decisivo para a preservação de salsichas sem auxílio de refrigeração.

5.7. Os produtos salgados pelo método seco mostraram maior estabilidade à deterioração físico-química e microbiológica e aprimoramento deste processo permitirá a obtenção de salsichas de longa vida, com propriedades bastante próximas aos produtos tradicionais.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Abreu, F.M.M. de, e da Cruz, J.B.. Estudo sobre a salga das carnes. Boletim Pecuário, 38(1): 7-115, Portugal, 1970.
2. Acker, L.W.. Water activity and enzyme activity. Food Technology, 23(10): 1257, 1969.
3. Albuquerque, L.. A preservação de produtos cárneos. Revista Nacional de Carne, nº6, abril, 1977.
4. A.O.A.C. - Official Methods of Analysis, 11th Ed., Washington, 1975.
5. Bastos, J.R.. Influência da secagem sobre algumas propriedades físico-químicas do músculo do cação branco, Carcharias poro sus ranzani. Tese de Mestrado, UNICAMP, 1977.
6. Bligh, E.G. e Dyer, W.J.. A rapid method of total lipid extraction and purification. J. Biochem. Physiol. 37: 911, 1959.
7. Bone, D.. Water activity in intermediate moisture foods. Food Technology, 27(4): 71-76, 1973.
8. Brockman, M.C.. Development of intermediate moisture foods for military use. Food Technology, 24(8): 896-900, 1970.
9. Cassidy, J.P.. Phosphates in meat processing. Food Product Development, 11(4): 74, 1977.
10. Chou, H.E. e Labuza, T.P.. Antioxidant effectiveness in intermediate moisture content model systems. Journal of Food Science,

- 39(3): 479-483, 1974.
11. Coretti, K.. Embutidos: elaboración y defectos. Ed. Acribia, 1971.
 12. Cunniff, L.C.. Newer techniques for process measurement. Food - Product Development, 11(2): 76, 1977.
 13. Departamento de Agricultura dos E.E.U.U. - Os grandes rebanhos. Revista Nacional de Carne, Jan/Fev, 1977.
 14. Frazier, W.C.. Microbiología de los alimentos . Ed. Acribia, 2a. Edición, 1972.
 15. Gee, M.; Farkas, D.; Rahman, A.R.. Some concepts for the development of intermediate moisture foods. Food Technology, 31(4): 58, 1977.
 16. Gerrard, F.. Sausage and small production. Leonard Hill Books, London, 1969.
 17. Haas, G.J.; Bennett, D.; Herman, E.P. and Collette, D.. Microbiological stability of intermediate moisture foods. Food Product Development, 9(3): 86, 1975.
 18. Harrigan, W.F. and McCance, M.E.. Laboratory methods in microbiology. Academic Press, 1966.
 19. Haurowitz, F.. Introducción a la bioquímica. Ed. Omega, 1959.
 20. Hermansson, A.M.. Functional properties of proteins for foods water vapour sorption. Journal of Food Technology, 12(2): 177-187, 1977.

21. Ingram, M. and Kitchell, A.G.. Salt as a preservative for foods. *Journal of Food Technology*, 2(1): 1-15, 1967.
22. Jay, J.M.. *Microbiologia moderna de los alimentos*, Ed. Acribia, 1973.
23. Kaplow, M.. Commercial development of intermediate moisture foods. *Journal of Food Technology*, 24(8): 889-893, 1970.
24. Karmas, E.; Chen, C.C.. Relationship between water activity and water binding in high and intermediate moisture foods. *Journal of Food Science*, 40(4): 800, 1975.
25. Karmas, E.. Sausage processing. *Food Processing Review*, 1972.
26. Kramlich, Person and Tauber.. *Processed meats*. The AVI Publishing Co. Inc., 1973.
27. Labuza, T.P.; McNally, L.. Stability of intermediate moisture foods. *Journal of Food Science*, 37(1): 154-153, 1972.
28. Labuza, T.P.; Cassil, S. and Sinskey, A.J.. Stability of intermediate moisture foods. *Journal of Food Science*, **37(1)**: 160, 1972.
29. Labuza, T.P.; Tannenbaum, S.R. and Karel, M.. Water content and stability of low moisture and intermediate moisture foods. *Food Technology*, 24(5): 543-548, 1970.
30. Labuza, T.P.. Sorption phenomena in foods. *Food Technology*, 22(1): 15, 1968.

31. Lee, S.H.; Labuza, T.P.. Destruction of ascorbic acid as a function of water activity. *Journal of Food Science*, 40(2): 370-373, 1975.
32. Leistner, L.; Rödel, W.; Wirth, F.. Transportable Messgeräte für Fleisch verarbeitende Betriebe. *Die Fleisch Wirtschaft*, Heft 2, 190, Februar, 1975.
33. Lawrie, R.A.. *Ciencia de la carne*. Ed. Acribia.
34. Loncin, M.; Bimbenet, J.J. and Lenges, J.. Influence of the activity of water on the spoilage of foodstuffs. *Journal of Food Technology*, 3(3): 131-142, 1968.
- 34a. Mercalfe, L.D.; Schmitz, A.A.; Pelka, J.R.. *Analytical Chemistry*, 38, 514-515, 1966.
35. Obanu, Z.A.; Ledward, D.A.. On the nature and reactivity of the hematin complexes present in intermediate moisture beef. *Journal of Food Technology*, 10(6): 675-680, 1975.
36. Obanu, Z.A.; Ledward, D.A. and Lawrie, R.A.. The protein of intermediate moisture meat stored at tropical temperature I. *Journal of Food Technology*, 10(6): 657-667, 1975.
37. Obanu, Z.A.; Ledward, D.A. and Lawrie, R.A.. The protein of intermediate moisture meat stored at tropical temperature II. *Journal of Food Technology*, 10(6): 667-671, 1975.
38. Obanu, Z.A.; Ledward, D.A. and Lawrie, R.A.. The protein of

- intermediate moisture meat stored at tropical temperature III. *Journal of Food Technology*, 11(2): 187-196, 1976.
39. Obanu, Z.A.; Ledward, D.A. and Lawrie, R.A.. The protein of intermediate moisture meat stored at tropical temperature IV. *Journal of Food Technology*, 11(2): 575-581, 1976.
40. Ostrovski, A.. *Fundamentos de la tecnología de los productos alimenticios*. Ed. Mir, Moscu.
41. Price, J.F. and Schweiger, B.S.. *The science of meat and meat products*. 2nd. Edition, W.H. Freeman and Co., 1970.
42. Quast, D.G.; Teixeira Neto, R.O.. Atividade da água em alguns alimentos de teor intermediário de umidade. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, 6(1): 203-232, 1975.
43. Quast, D.G.. Físico-química da água em alimentos desidratados. *Boletim do Centro Tropical de Pesquisas e Tecnologia de Alimentos*, nº13, março, 1968.
44. Rockland, L.B.. Water activity and storage stability. *Journal of Food Technology*, 23(10): 1241-1251, 1969.
45. Ross, K.D.. Estimation of water activity in intermediate moisture foods. *Journal of Food Technology*, 29(3): 26-34, 1975.
46. Tanner, F.. *Microbiology of foods*. II Ed., Garrard Press, 1944.
47. Troller, J. A.. Statistical analysis of Aw measurements obtain-

- ed with the sinascope. Journal of Food Science, 42(1): 86, 1977.
48. Warren, R.M. and Labuza, T.P.. Comparison of chemically measured available lysine with relative nutritive value measured by a Tetrahymena bioassay during early stages of non-enzymatic browning. Journal of Food Science, 42(2): 429, 1977.
49. Próximo Congresso talvez seja no Brasil; Revista Nacional de Carnes, outubro 1976.
50. Yokoya, F.. Microbiologia de processos e produtos alimentícios. Vol. I, Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia, 1974.