

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DO EFEITO DE
HIDROCOLÓIDES EM SISTEMAS CARNE-ÁGUA

Parecer

*Este exemplar corresponde a
redação final da tese de-
fendida por Crispin Humberto
Garcia Cruz e aprovada
pela Comissão Julgadora
em 26.01.90*

CRISPIN HUMBERTO GARCIA CRUZ

QUÍMICO FARMACÊUTICO INDUSTRIAL



ORIENTADOR:

PROFa. DRa. ADILMA REGINA PIPPA SCAMPARINI

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos,
para a obtenção do Título de Doutor em Ciências de Alimentos.

1989

CLASSIF. T
AUTOR G889c
V. _____ EX _____
TOMBO BC / 12138

CM-00018001-5

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

CONTRIBUIÇÃO AO ESTADO DO TÍTULO DE
HIDROCOLÓIDES EM SISTEMAS CARNE-ÁGUA

Handwritten notes:
Em seguida comparem os
resultados finais da
análise por métodos
físico-químicos e
microscópicos. Verificar
a influência da
temperatura de
cozimento e do
tempo de cozimento
na formação dos
hidrocolóides.
1983

ORIENTADOR
PROF. DR. ADILMA REGINA PIPPA SCAMPARINI

Este trabalho é apresentado à Faculdade de Engenharia de Alimentos
para a obtenção do Título de Doutor em Ciências de Alimentos.

BIBLIOTECA CENTRAL
UNICAMP

A SILVIA

&

DENISE.

AGRADECIMENTOS

- Ao Diretor da Faculdade de Engenharia de Alimentos, Prof. Dr. César Francisco Ciacco pelas condições proporcionadas para a realização deste trabalho.
- À Profa. Dra. Adilma Regina Pippa Scamparini pela orientação durante a realização desta pesquisa.
- À Profa. Dra. Débora de Queiroz Tavarez pela valiosa contribuição na parte de fotomicrografias.
- Aos Profs. Drs. Paulo Anna Bobbio e Felix Guilherme Reyes Reyes pelas valiosas sugestões.
- Ao Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) na pessoa do Dr. Nelson José Beraquet pela valiosa contribuição na parte de preparação de salsichas.
- Ao CAPES pela bolsa fornecida.
- Ao CNPq pelo auxílio financeiro desta pesquisa.
- Ao meu amigo Viktor Christian Wilberg pelos valiosos comentários.
- À Asmara Giorgetti dos Santos pela revisão literária da tese.
- À Roseli Chiodeto por sua dedicação na datilografia deste trabalho.
- À Profa. Dra. Delia B. Rodriguez Amaya pela revisão do Summary.
- À Selma Craveiro Gusmão pela confecção dos desenhos.
- A ABIA, pelas cópias da tese.

CONTEÚDO

| | Pág. |
|--|------|
| Índice de Figuras | i |
| Índice de Quadros | ii |
| Resumo | v |
| Summary | vii |
| 1. Introdução | 1 |
| 2. Revisão Bibliográfica | 3 |
| 2.1 Hidrocolóides | 3 |
| 2.1.1. Alginatos | 4 |
| 2.1.2. Carragenas | 5 |
| 2.1.3. Goma Guar | 7 |
| 2.1.4. Goma Locusta | 8 |
| 2.1.5. Goma Tragacanta | 10 |
| 2.1.6. Goma Arábica | 11 |
| 2.1.7. Carboximetilcelulose de Sódio | 13 |
| 2.1.8. Pectina | 14 |
| 2.1.9. Gelatina | 16 |
| 2.1.10. Goma Xantana | 17 |
| 2.1.11. Amido | 20 |
| 2.2. Emulsão de carne | 22 |
| 2.2.1. Tipo de Carne | 24 |
| 2.2.2. Capacidade de Retenção de Água da Carne | 24 |
| 2.2.3. Solubilidade | 25 |
| 2.2.4. Capacidade Emulsificante | 28 |
| 2.2.5. Estabilidade da Emulsão | 31 |

| | Pág. |
|--|------|
| 2.2.6. Polifosfatos | 33 |
| 2.2.7. Gordura | 35 |
| | |
| 3. Material | 39 |
| 3.1. Carne | 39 |
| 3.2. Óleo | 39 |
| 3.3. Gordura | 39 |
| 3.4. Polifosfatos | 39 |
| 3.5. Hidrocolóides | 39 |
| 3.6. Reagentes | 40 |
| 3.7. Equipamentos | 40 |
| | |
| 4. Métodos | 42 |
| 4.1. Métodos Analíticos | 42 |
| 4.1.1. Umidade | 42 |
| 4.1.2. Gordura | 42 |
| 4.1.3. Proteína | 42 |
| 4.2. Preparo do Sistema Carne-Água Contendo Diferentes Concentrações de Hidrocolóides | 42 |
| 4.3. Controle | 42 |
| 4.4. Preparo da Dispersão Coloidal | 43 |
| 4.5. Polifosfatos | 43 |
| 4.6. Gordura | 43 |
| 4.7. Determinação da Capacidade Emulsificante | 43 |
| 4.8. Determinação do índice de Solubilidade de Nitrogenio | 44 |
| 4.9. Determinação da Estabilidade ao Calor por Diferen- tes Métodos | 44 |
| 4.9a. Determinação da Estabilidade ao Cozimento | 44 |
| 4.9b. Determinação da Estabilidade do Sistema | 45 |
| 4.10. Determinação da Capacidade de Retenção de Água do Sistema | 45 |
| 4.11. Determinação da Tensão Superficial | 46 |
| 4.12. Análise Microscópica dos Sistemas Carne-Água | |

| | |
|--|----|
| e Carne-Água-Goma Xantana | 46 |
| 4.13. Elaboração das Salsichas | 47 |
| 4.13a. Fórmula | 47 |
| 4.13b. Procedimento | 48 |
| 4.14. Determinação da Textura | 48 |
| 4.15. Avaliação Sensorial | 49 |
| 4.16. Análise Estatística | 49 |
| 4.17. Enlatamento das Salsichas | 49 |
| 5. Resultados e Discussão | 50 |
| 5.1. Tensão Superficial das Dispersões Coloidais | 50 |
| 5.2. Seleção dos Hidrocolóides | 51 |
| 5.3. Estabilidade ao Calor por Diferentes Métodos | 57 |
| 5.3a. Estabilidade ao Cozimento | 57 |
| 5.3b. Estabilidade do Sistema | 58 |
| 5.4. Capacidade Emulsificante | 60 |
| 5.4a. Capacidade Emulsificante dos Hidrocolóides Selecionados | 60 |
| 5.4b. Capacidade Emulsificante dos Hidrocolóides Selecionados em Sistemas Óleo-Água | 61 |
| 5.4c. Capacidade Emulsificante dos Hidrocolóides na con- centração que Proporciona Maior Estabilidade ao Sistema | 62 |
| 5.5. Características Físico-Químicas dos Sistemas Carne-Água-Hidrocolóide | 63 |
| 5.6. Influência da Adição de Polifosfatos no Sistema Carne-Água | 65 |
| 5.7. Efeito da Adição de Gordura | 68 |
| 5.8. Observações ao Microscópio | 71 |
| 5.9. Preparação das Salsichas | 75 |
| 5.10. Determinação do Teor de Umidade | 76 |
| 5.11. Determinação da Textura | 77 |
| 5.12. Avaliação Sensorial | 78 |
| 6. Conclusões | 86 |
| 7. Bibliografia | 87 |

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Efeito da temperatura do processamento na textura de salsichas preparadas com amido de mandioca (controle), goma guar e goma xantana. 79
- Figura 2. Efeito do tempo de armazenagem na textura de salsichas preparadas a 50°C com amido de mandioca (controle), goma guar e goma xantana. 80
- Figura 3. Efeito do tempo de armazenagem na textura de salsichas preparadas a 60°C com amido de mandioca (controle), goma guar e goma xantana. 81
- Figura 4. Efeito do tempo de armazenagem na textura de salsichas preparadas a 75°C com amido de mandioca (controle), goma guar e goma xantana. 82
- Figura 5. Distribuição dos valores de frequência, obtidos da escala hedônica, para as salsichas preparadas com amido de mandioca (controle), goma guar e goma xantana. 85

ÍNDICE DE QUADROS

| | Pág. |
|--|------|
| Quadro 1. Tensão superficial a 20°C de soluções contendo diferentes concentrações de hidrocolóides. Tensão superficial da água 72.8 (dinhas/cm). | 52 |
| Quadro 2. Efeito da adição de diferentes hidrocolóides na estabilidade do sistema carne-água | 54 |
| Quadro 3. Efeito da adição de baixas concentrações dos hidrocolóides que proporcionaram 100% de estabilidade no sistema carne-água, na concentração de 2%. | 55 |
| Quadro 4. Efeito dos hidrocolóides utilizados na elaboração de um sistema carne-água durante o teste da estabilidade ao cozimento. | 58 |
| Quadro 5. Efeito dos hidrocolóides utilizados na elaboração de um sistema carne-água durante o teste de estabilidade do sistema. | 59 |
| Quadro 6. Capacidade Emulsificante dos hidrocolóides em sistemas contendo carne. | 61 |
| Quadro 7. Capacidade Emulsificante dos hidrocolóides selecionados. | 62 |
| Quadro 8. Efeito dos hidrocolóides utilizados na elaboração de um sistema carne-água na capacidade emulsificante. | 63 |

| | |
|--|----|
| Quadro 9. Efeito dos hidrocolóides selecionados, na concentração de 1.0%, nas características físico-químicas dos sistemas carne-água-hidrocolóide. | 65 |
| Quadro 10. Efeito da concentração do polifosfato (P) nos sistemas carne-água (C-A); carne-água-goma xantana (1%) (C-A-X) e carne-água-goma xantana(0,5%) durante o teste da estabilidade ao cozimento. | 67 |
| Quadro 11. Efeito da adição de gordura na elaboração de sistema carne-água(C-A); carne-água-goma xan-(1%); carne-água-goma xantana(0,5%); carne-água-polifosfato (0,5%) e carne-água-goma xantana (0,5%)-polifosfato (0,5%), durante o teste da estabilidade ao cozimento. | 70 |
| Quadro 12. Efeito da adição de goma guar e goma xantana na estabilidade das salsichas. | 75 |
| Quadro 13. Determinação do teor de gordura de salsichas enlatadas preparadas goma guar e goma xantana, esterilizadas a 115°C por 90 min. | 76 |
| Quadro 14. Teor de umidade das salsichas elaboradas com goma guar e goma xantana. | 77 |
| Quadro 15. Análise de variância dos resultados obtidos na avaliação sensorial das salsichas produzidas com os hidrocolóides goma guar e goma xantana. | 83 |

Quadro 16. Representação dos valores médios de preferência obtidos durante a análise sensorial.

RESUMO

Foram testados diferentes tipos de hidrocolóides comerciais num sistema carne-água na proporção 1:2. Utilizaram-se diferentes concentrações (1 - 6%) dos hidrocolóides: carboximetilcelulose de sódio, gelatina, amido de mandioca, amido modificado por fosfatação, goma arábica, goma guar, goma tragacanta, goma xantana, goma locusta, carragena, alginato de sódio, pectina de alto e baixo teor de metoxilação e a mistura das gomas xantana-locusta. Dos resultados obtidos, selecionaram-se aqueles hidrocolóides que proporcionaram maior estabilidade ao sistema após o cozimento. Os hidrocolóides selecionados foram as gomas guar, xantana, locusta e a mistura xantana-locusta sendo que destes, a goma xantana, a goma guar e goma locusta proporcionaram melhores resultados na estabilidade do sistema ao cozimento (99,0%, 90,5% e 91,0% respectivamente) e a menor sinerese (0,01 ml, 0,08 ml e 0,10 ml/g de pasta) na concentração de 1,0%. Determinou-se também a capacidade emulsificante dos hidrocolóides anteriormente selecionados. Os resultados obtidos mostraram que a goma xantana proporcionou a capacidade emulsificante mais elevada, quando comparada com a capacidade emulsificante obtida com as gomas guar, locusta e a mistura xantana-locusta. Foram obtidas fotomicrografias dos sistemas formados por carne-água e carne-água-goma xantana. Destas fotografias foi deduzido que a goma xantana atua somente como um estabilizante do sistema.

Uma vez que o sistema formado por carne-água-goma xantana apresentou melhor estabilidade ao cozimento e melhor capacidade emulsificante, escolheu-se este sistema para realizar testes mais específicos. Foi estudado o efeito da adição de polifosfatos no sistema formado por carne-água-goma xantana e foi observado que esse sistema é tão estável ao cozimento quanto o sistema formado por carne-água-polifosfato. Entretanto, o sistema formado pela mistura xantana-polifosfato (0,5% de cada um destes) foi superior ao sistema

formado só com a goma xantana (0,5%) ou só com polifosfato (0,5%), pois as quantidades de caldo liberado foram 0,3 ml quando se usou polifosfato na concentração de 0,5% e 0,34 ml quando se utilizou goma xantana na concentração de 0,5%, enquanto que o sistema carne-água-polifosfato (0,5%)-goma xantana (0,5%) liberou 0,20 ml de caldo. Foi estudado também o efeito da adição de gordura. A gordura foi adicionada nas concentrações de 6,0, 12,5, 25,0 e 30,0% nos sistemas formados por carne-água, carne-água-goma xantana (1,0%), carne-água-goma xantana (0,5%), carne-água-polifosfato (0,5%) e carne-água-goma xantana (0,5%)-polifosfato (0,5%). Foi observado que a adição de gordura diminuiu a sinerese em todos os sistemas estudados. Dos sistemas testados, o sistema formado por carne-água-goma xantana (0,5%)-polifosfato (0,5%) foi o que mostrou a menor sinerese. Foram preparadas salsichas contendo goma xantana, goma guar e amido de mandioca. Estas salsichas apresentaram a mesma estabilidade ao tratamento térmico assim como não apresentaram diferenças significativas quanto a preferência. Entretanto, as salsichas enlatadas preparadas com goma xantana retiveram maior conteúdo de gordura, dando um produto com melhor aparência.

SUMMARY

Different types of commercial hydrocolloids were evaluated in a system of meat-water at a proportion of 1:2. Different concentrations (1 - 6%) of the following were used: sodium carboxymethylcellulose, gelatin, cassava (manihot) starch, starch modified by phosphatation, arabic gum, guar gum, tragacanth gum, xanthan gum, locust bean gum, carrageenan, sodium alginate, high methoxy pectin and low methoxy pectin and the mixture of xanthan gum-locust bean gum. From the results obtained, those hydrocolloids that gave more stability of the system after cooking were selected. The gums chosen were guar, xanthan, locust bean and the mixture xanthan-locust bean, with the first three gums having the best results in the system stability of cooking (99.0%, 90.5% and 91.0% respectively) along with lower sineresis (0.01 ml, 0.08 ml and 0.10 ml/g of batter) at the concentration of 1.0%. The emulsifying capacity of the selected hydrocolloids was also determined. The xanthan gum demonstrated higher emulsifying capacity. Photomicrographs of meat-water and meat-water-xanthan gum were obtained, showing that xanthan gum acts only as system stabilizer.

Since the system formed by meat-water-xanthan gum showed the best stability on cooking and the best emulsifying capacity, this system was studied with respect to the effect of the addition of polyphosphates to the system meat-water-xanthan gum. It was observed that this system is more stable on cooking than the system meat-water-polyphosphate. The xanthan-polyphosphate mixture (0.5% each) was better than only xanthan gum (0.5%) or only phosphate (0.5%) meat-water system because the quantity of juice exudated were 0.20 ml, 0.34 ml and 0.30 ml respectively. The effect fat addition was studied as well. The fat was added at concentrations of 6.0, 12.5, 25.0 and 30.0%, to the mixtures made of meat-water, meat-water-xanthan gum (1.0%), meat-water-xanthan gum (0.5%), meat-water-polyphosphate (0.5%). It was observed that fat addition

lowered the sineresis in all the mistures studied, with the one formed by meat-water-xanthan gum (0.5%)-polyphosphate (0.5%) showing the lowest sineresis. Sausages containing xanthan gum, guar gum and cassava starch were prepared. These sausages presented no significant differences in terms of thermal stability and flavor. However, the canned sausages with xanthan gum retained a greater amount of fat thus having a better appearance.

1. INTRODUÇÃO.

Na indústria de alimentos, os hidrocolóides ou gomas, como são comumente conhecidos, são utilizados como agentes modificadores da textura em diferentes tipos de produtos. O termo gomas refere-se a uma ampla variedade de compostos que inclui polissacarídeos de origem vegetal, microbiana e proteína animal. (ANDRÉS, 1975a). Estas gomas têm uma ampla gama de propriedades funcionais, podendo ser utilizadas como agentes espessantes e gelificantes, ou seja, como agentes formadores de textura (IGOE, 1982).

Embora os hidrocolóides sejam amplamente utilizados na produção de grande número de alimentos, poucas têm sido as tentativas de sua incorporação em produtos de carne processada. No Japão, têm-se misturado proteínas não-cárneas com hidrocolóides, para serem usados como aditivos em salsichas feitas com carne bovina (NAKAO e AMAMI, 1980) e em salsichas feitas com carne de peixe (DPCO, 1983). Nos Estados Unidos tem-se feito, também, algumas tentativas para aumentar o uso dos hidrocolóides em produtos cárneos. WALLINGFORD e LABUZA (1983) usaram diferentes métodos físico-químicos para medir a capacidade de retenção de água de diversos hidrocolóides macromoleculares em sistemas contendo água, gordura e carne de porco; concluíram que os métodos utilizados não mostraram correlação entre si. FOX et al (1983) adicionaram goma xantana e carragena em salsichas tipo frankfurter usadas para picles para evitar o efeito deteriorativo do ácido na emulsão.

Com base no exposto anteriormente, torna-se necessário um estudo mais amplo do uso de hidrocolóides em sistemas cárneos. Uma vez que, o uso de equipamento em escala piloto requer grandes quantidades de matéria prima ocasionando um aumento do custo da experimentação, bem como, um difícil controle dos parâmetros envolvidos, portanto, é conveniente, na fase inicial, a utilização de um sistema modelo em escala de laboratório, no qual estes parâmetros envolvidos sejam facilmente controlados minimizando

material, tempo e custo.

O presente trabalho tem como finalidade estudar:

- a) O efeito de diferentes hidrocolóides macromoleculares, pré-selecionados, nas estabilidade de sistemas modelo carne-água usando os métodos de TOWNSEND et al (1968) e de MORRISON et al(1971).
- b) O efeito de diferentes hidrocolóides na capacidade de retenção de água e no índice de solubilidade de nitrogênio no sistema modelo carne-água
- c) O efeito de hidrocolóides em sistemas carne-água-polifosfato.
- d) O efeito de hidrocolóides em sistemas carne-água-gordura.
- e) O efeito de hidrocolóides em sistemas contendo carne-água-polifosfato-gordura.
- f) O efeito de hidrocolóides na capacidade de retenção de água e gordura na textura de salsichas.
- g) O efeito de hidrocolóides na avaliação sensorial de salsichas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Hidrocolóides

Os colóides hidrofílicos ou hidrocolóides são polímeros de elevado peso molecular que se dissolvem ou dispersam em água para agir como agente espessante ou gelificante e mostram propriedades secundárias de emulsificação, de estabilização e de encapsulação (GLICKSMAN, 1986). Os hidrocolóides são classificados normalmente como polissacarídeos e agrupados de acordo com a sua origem (IGOE, 1982). Quando utilizados na preparação de emulsões, não são emulsificantes verdadeiros. Isto é, eles não atuam por meio de seus grupos hidrofílicos ou lipofílicos; eles atuam como estabilizantes ou protetores das emulsões. A função dos hidrocolóides é, essencialmente, aumentar a viscosidade da fase aquosa, o que diminui a tendência da fase dispersa de coalescer, e conseqüentemente, a emulsão é estabilizada (GLICKSMAN, 1979). A Tabela 1 mostra os hidrocolóides mais comumente utilizados em alimentos, bem como suas respectivas funções nos mesmos (PEDERSEN, 1979).

TABELA 1. Hidrocolóides e suas funções nos alimentos.

| Hidrocolóide | FUNÇÃO | | |
|-----------------------|------------|-------------|---------------|
| | Espessante | Gelificante | Estabilizante |
| Goma guar | + | - | - |
| Goma locusta | + | - | - |
| Pectina | - | + | + |
| Alginato | + | + | + |
| Ágar | - | + | + |
| Carragena | - | + | + |
| Derivados de Celulose | + | - | - |
| Goma Tragacanta | + | - | - |
| Goma Arábica | + | - | + |
| Amido | + | - | + |
| Goma Xantana | + | - | + |

2.1.1. Alginatos

Os alginatos são extraídos das algas marrons (*Phaeophyceae*) e têm sido utilizados por muitos anos em alimentos (JONES, 1972; COTTRELL e KOVACS, 1980). A molécula de alginato é um polímero linear formado por monômeros de ácido D-manurônico e ácido L-gulurônico e contém certas regiões compostas somente de um ou outro ácido, referidos como blocos M ou G, e regiões onde os dois monômeros alternam-se. As propriedades reológicas da solução aquosa de um tipo de alginato dependem da proporção e distribuição entre os resíduos de ácido manurônico e gulurônico (GLICKSMAN, 1979). Os géis preparados com alginatos ricos em ácidos gulurônico são mais firmes e menos elásticos do que os preparados com alginatos ricos em ácido manurônico. Os alginatos podem formar géis a frio adicionando-se cálcio para induzir as associações intermoleculares (GRANT, et al, 1973). Estes mesmos autores sugeriram que o gel tem uma estrutura tipo "caixa de ovos" quando os íons cálcio ligam-se nas cadeias do polímero.

Os alginatos são utilizados como estabilizantes efetivos em sorvetes e em sobremesas recheadas com pedaços de frutas "in natura". A estabilidade ao calor dos géis de alginato permite seu uso em sistemas gelificantes termorreversíveis. Por exemplo, as tiras de pimenta vermelha, que são largamente utilizadas para enchimento de azeitonas, permanecem intactas durante o cozimento se preparadas com alginato, mas se desintegram e saem do interior das azeitonas, se preparadas com carragena (SANDERSON, 1981).

Devido a suas excelentes propriedades espessantes e estabilizantes, os alginatos são utilizados em molhos e bebidas a base de leite e como recheios em produtos de panificação (creme batido, creme congelado, pudins). Os alginatos gelificam ou precipitam a baixos valores de pH e, por este motivo, não podem ser adicionados como estabilizantes de muitos produtos ácidos, tais como: molhos franceses, molhos para saladas e sucos de frutas. Nestas condições, utiliza-se alginato de propilenoglicol, no qual os

grupos de ácido carboxílico foram parcialmente esterificados com óxido de propileno para evitar gelificação ou precipitação. O alginato de propilenoglicol usado em baixas concentrações proporciona excelente estabilidade na espuma da cerveja (SANDERSON, 1981; ANDRÉS, 1975b).

Recentemente, os alginatos têm sido utilizados na fabricação de produtos que imitam alimentos. O alginato faz parte da mistura matriz (formada com o alimento cortado em pedaços e uma solução de alginato de sódio) que é extrudada em moldes, para se ter a forma final desejada, dentro de um banho de sal de cálcio coagulante. Entre estas imitações encontram-se anéis de cebola, cerejas, análogos de carne e imitação de caviar (GLICKSMAN, 1987).

2.1.2. Carragenas

O termo carragena descreve alguns polissacarídeos sulfatados extraídos de várias algas vermelhas (*Rhodophyceae*). Possui três grandes frações: kappa (κ), iota (ι), e lambda (λ). Todas as três frações são formadas por resíduos de galactose sulfatados em graus diferentes, ligados alternativamente $\alpha 1 \rightarrow 3$ e $\beta 1 \rightarrow 4$, e seu mecanismo de gelificação é bem entendido a nível molecular (MORRIS et al, 1980).

As frações kappa e iota formam géis termicamente reversíveis por um mecanismo baseado na formação de uma estrutura de dupla hélice pelos polímeros da carragena (REES, 1969). Em solução aquosa os polímeros da carragena existem como cadeias ao acaso; mas com resfriamento, os polímeros formam uma rede tridimensional, na qual as moléculas em forma de hélices são os pontos de junção das cadeias dos polímeros. Durante o resfriamento provoca-se a agregação destas zonas de junção, promovendo o desenvolvimento da estrutura do gel (REES, 1972).

A presença de íons metálicos afeta a formação do gel pelos diversos tipos de carragenatos. A κ -carragena com íons potássio forma géis quebradiços propensos a sinerese; com íons de cálcio

resulta um gel de estrutura rígida. Na presença de íons cálcio, os géis de ι -carragena são mais elásticos do que os formados com κ -carragena e a λ -carragena não gelifica com estes íons. As carragenas são misturas das três frações e, portanto, deve-se selecionar a melhor combinação para uma aplicação determinada (SANDERSON, 1981).

A solubilidade é outro fator importante e está relacionada com a quantidade de grupos sulfatados na molécula da carragena. A carragena é bem conhecida por sua capacidade de estabilizar as proteínas do leite e sua utilização é ampla nestes produtos. Esta capacidade deve-se à interação que ocorre entre os grupos sulfato da carragena e os grupos carregados da proteína (IGOE, 1982). A adição de uma fração de carragena (κ , ι , λ) em maior concentração do que a outra, pode modificar as propriedades do gel formado. Por exemplo, os géis rígidos da κ -carragena podem ser mais elásticos e com menor tendência à sinerese pela inclusão de ι -carragena. Misturas comerciais de ambos tipos são úteis na elaboração de sobremesas, coberturas e produtos fluidos de leite (IGOE, 1982). O sinergismo da goma locusta com ι -carragena não está relacionado com a força do gel e sim com a temperatura de gelificação e o modelo reológico. Os géis produzidos pela ι -carragena têm uma temperatura de gelificação baixa e mostram modelo tixotrópico. A adição de uma parte de goma locusta para dez de ι -carragena, aumenta a temperatura de gelificação e produz um gel com melhores propriedades de fluxo (IGOE, 1982).

Em misturas para sorvete, a carragena é um componente estabilizante que evita a separação das fases ou sinerese durante a armazenagem. Dentre as gomas que podem promover a interação das carragenas com as proteínas temos sal de sódio de carboximetilcelulose, goma guar, goma locusta, e goma xantana. A adição de 0,01 - 0,02% de carragena (com base no peso total da mistura) fornecerá maior estabilidade e melhor funcionalidade à mistura das sobremesas congeladas (THOMAS, 1981).

2.1.3. Goma Guar

A goma guar é obtida por moagem da semente de Cyanopsis tetragonolobus (Família Leguminosae). A goma guar é uma galactomanana que consiste de uma cadeia principal de unidades β -D-manopiranosil ligadas em 1 \rightarrow 4 e cadeias laterais formadas por unidades de α -D-galactopiranosil ligadas em 1 \rightarrow 6 (HIRST e JONES, 1948; WHISTLER e DURSO, 1951; 1952; BAKER e WHISTLER, 1975). A hidrólise enzimática da goma guar dá manobiose, manotriose e 6-O- α -D-galactopiranosil-D-manopiranosose. A relação de D-galactose para D-manose na goma guar é 1:2. O grau de ramificação na goma é responsável pela sua fácil hidratação, assim como, pela sua facilidade para formar pontes de hidrogênio.

A principal propriedade da goma guar é sua capacidade para formar soluções coloidais viscosas quando hidratada. Devido a sua natureza não-iônica, é compatível com eletrólitos num amplo intervalo da concentração destes. Concentrações elevadas (acima de 5%) de sais multivalentes afetam a hidratação e produzem géis. Por exemplo: os íons boratos atuam como agentes de ligações cruzadas quando a goma guar é hidratada para formar a estrutura do gel. Polissacarídeos com numerosos grupos hidroxila adjacentes na posição cis podem formar géis de borato tridimensionais (DEVEL et al, 1948). Os géis de borato são reversíveis. Géis podem ser formados utilizando-se outros íons metálicos (CHRISP, 1967).

Em queijos (0,25 — 0,35%), a goma guar ajuda a diminuir a sinerese e produz melhor textura. Em sorvetes usa-se 0,3% de goma guar para melhorar sua textura e mastigabilidade (WERBIN, 1950). Em coberturas de açúcar, 1 parte de goma guar misturada em 250 partes de açúcar e 30 partes de água, evita que a cobertura fique pegajosa e se adira à embalagem (HEER, 1977). A goma guar tem sido utilizada como espessante em molhos para salada, pickles e temperos em concentrações que variam entre 0,2 e 0,8%. A goma guar só, ou combinada com agar na concentração de 0,5% , é útil no processamento de produtos enlatados de carne, pois evita a migração

de gordura durante o armazenamento e diminui a sinerese. As misturas de goma guar e carragena são usadas em bebidas de cacau, bem como em xaropes de chocolate. A goma guar é um ligante de água eficiente em produtos de carne moída (salsichas, hambúrguer, quibe), patês e vários outros alimentos congelados (SANDERSON, 1981).

A goma guar e a goma locusta são compatíveis com muitos outros polissacarídeos e em alguns casos é observada uma interação sinérgica com ágar, carragena ou goma xantana (DEA et al, 1972; 1977). Esta interação é muito maior na goma locusta por ser menos ramificada e, portanto, forma maior número de associações intermoleculares, o que pode resultar na formação de um gel permanente. Na goma guar, devido a seu alto grau de substituição e a suas interações menos pronunciadas, provoca-se um aumento na viscosidade, em lugar de uma tendência para gelificar (DEA et al, 1977).

2.1.4. Goma Locusta

A goma locusta é obtida da semente de *Ceratonia siliqua* e consiste de 88% de galactomananas, 3 — 4% pentosanas, 5 — 6% proteína, celulose e cinzas. A viscosidade de suas soluções aquosas depende do tamanho molecular. A goma locusta é um polímero de D-manose, contendo entre cada 4 ou 5 unidades de D-manose, unidades de D-galactose ligadas no C-6 (WHISTLER e SMART, 1953; BAKER e WHISTLER, 1975). A goma locusta deve ser aquecida para ser dissolvida, já que é parcialmente solúvel em água fria. A goma locusta é um polissacarídeo neutro e a viscosidade de suas soluções não é afetada pelo pH num intervalo de 3 — 11; mas dependendo do tamanho molecular, suas soluções são opacas e cinzentas (SANDERSON, 1981). A goma locusta pode influenciar a gelificação de outros polissacarídeos; forma géis numa ampla faixa de pH com carragena e KCl (BAKER, 1949; 1954; BAKER et al, 1949). Géis contendo 85% de ágar e 15% de goma locusta são mais elásticos que os géis contendo somente ágar (DEUEL et al, 1950).

A goma locusta é amplamente usada industrialmente sendo excelente estabilizador de sorvetes cremosos devido à capacidade de absorver água e ao seu alto poder de inchamento. A goma locusta dá excelente resistência ao choque térmico nos sorvetes e não é afetada pelo ácido láctico ou pelos sais de cálcio; é um estabilizante de baixo custo e não mascara o sabor do produto. A goma locusta atua como ligante e estabilizante em carnes processadas, salame e salsicha; tem efeito lubrificante na matriz, facilitando as operações de extrusão e adição do recheio. A goma proporciona um produto mais homogêneo, com melhor textura e também diminui a perda de peso durante o armazenamento. Na elaboração de queijos frescos, a goma locusta acelera a coagulação, aumenta em 10% o rendimento dos sólidos no coalho e permite a melhor separação do soro. O queijo resultante tem uma excelente textura, é mais homogêneo, mais suave e reluzente, além de perder água em menor quantidade. A goma locusta, quando utilizada em sucos de frutas, proporciona um produto claro nas concentrações de 1 — 2% do peso total (GLICKSMAN, 1986).

Em produtos de padaria, a utilização de goma locusta de alta qualidade produz pastas mais uniformes, com maior capacidade de retenção de água, maior elasticidade e rendimentos mais altos. A adição de goma locusta em massas de bolo e biscoitos também proporciona maiores rendimentos, resultando economia na adição de ovos. A estrutura dos bolos e biscoitos é mais macia e tem um tempo de envelhecimento menor. Eles retêm melhor sua forma durante o processamento e são mais fáceis de fatiar. A goma locusta é utilizada como estabilizador e ligante em muitos alimentos preparados, tais como: misturas para sopas, molhos, massas congeladas, pratos prontos de peixes e vegetais. Tem sido utilizada para estabilizar creme batido, maionese, ketchup de tomate, bem como molhos para saladas (MEER, 1977). A goma locusta apresenta sinergismo quando misturada com outros hidrocolóides. Com goma xantana, dependendo das proporções e das concentrações utilizadas destes polissacarídeos, forma um gel (SANDERSON, 1981).

2.1.5. Goma Tragacanta

A goma tragacanta é obtida da exsudação de várias espécies de Astragalus (Família Leguminosae). Quando a goma tragacanta é misturada com água, somente a fração solúvel chamada tragacantina se dissolve para formar uma solução coloidal. Entretanto, a fração insolúvel, formada de 60 — 70% de bassourina incha dando um gel. Quimicamente, tragacantina é uma mistura complexa de polissacarídeos ácidos, contendo por exemplo o ácido D-galacturônico. Os outros açúcares obtidos por hidrólise são: D-galactose, L-fucose, (6-desoxi-L-galactose), D-xilose, L-arabinose, (JONES e SMITH, 1949). A bassourina parece ser um polissacarídeo ácido metilado. A celulose e o amido estão presentes em pequenas quantidades.

Uma propriedade importante da goma tragacanta é sua capacidade para formar soluções com alta viscosidade a baixas concentrações (a solução a 1% mostra uma viscosidade aparente de 3.600 cps a 60 rpm, num viscosímetro Brookfield) e nas concentrações de 2 — 4% forma gel. A viscosidade inicial máxima das soluções de goma tragacanta ocorrem a pH 8, mas a viscosidade máxima estável é perto de pH 5. Comparada com outras gomas, a goma tragacanta é completamente estável num intervalo de pH amplo e sendo estável a pH 2, é utilizada em molhos a base de vinagre (SANDERSON, 1981).

A goma tragacanta é estável ao calor e à acidez sendo largamente utilizada em muitas indústrias como estabilizante de emulsões. A goma tragacanta é amplamente utilizada na preparação de molhos para salada, temperos, bases para condimentos, licores doces para picles, produtos gelificados macios, tais como: massas com peixe, caldos, bebidas, sorvetes, coberturas utilizadas em padaria e recheios; e na elaboração de cremes (GLICKSMAN, 1969). Devido a sua resistência a ácidos, a goma tragacanta é utilizada como espessante em molhos tipo italiano, francês, roquefort, pois estes, contém não menos que 35% de óleo vegetal em sua formulação. Geralmente usa-se de 0,4 — 0,75% da goma, baseando-se no peso total do molho e em

molhos dietéticos onde o conteúdo de óleo é 1 — 5%, o conteúdo da goma é 0,5 — 1,2% do peso total do molho (MEER, 1977). A vantagem do uso da goma tragacanta em molhos é que forma um molho cremoso, de aparência mais natural e com vida útil considerável (MEER, 1977).

Nos condimentos que são obtidos por aquecimento de especiarias em soluções ácidas a goma tragacanta atua como um estabilizador da emulsão e como um espessante da fase aquosa (BURRELL, 1958). A goma deverá ser adicionada ao condimento no final do período de ebulição e a mistura será resfriada num trocador de calor. A concentração da goma utilizada é 0,4 — 0,8% do peso total do condimento.

A goma tragacanta é utilizada para estabilizar emulsões e recheios em panificação, nos quais podem suspender-se purés de frutas, aromas naturais e artificiais. A goma forma um recheio cremoso, com bom brilho e transparência, proporcionando uma vida média longa. A goma tragacanta tem sido utilizada em misturas para sorvete nas concentrações de 0,2 — 0,35% mostrando a capacidade de manter e aumentar sua viscosidade durante o processo de aquecimento (MEER, 1977). A patente de Perin (1948) sugere o uso de goma tragacanta para preservar leite.

2.1.6. Goma Arábica

A goma arábica ou goma acácia é uma mistura complexa dos sais de cálcio, magnésio e potássio do ácido arábico. É uma molécula complexa, altamente ramificada e fortemente empacotada. A estrutura molecular principal é uma cadeia de unidades de β -galactopirranose com algumas substituições na posição do C-6 com várias ramificações. A hidrólise completa fornece basicamente 4 açúcares: L-arabinose, D-galactose, L-ramnose e ácido D-glucurônico (HIRST, 1966; ANDERSON, 1971; GLICKSMAN, 1979).

A goma arábica é muito solúvel e suas soluções têm viscosidade baixa se comparadas com a de outros hidrocolóides. A viscosidade aumenta ligeiramente até a concentração de 25% e, em concentrações

superiores, a viscosidade cresce mais rapidamente, tornando-se possível preparar soluções acima de 50%. A goma arábica forma soluções pseudoplásticas que têm a viscosidade reduzida consideravelmente com o aumento de temperatura e é o hidrocolóide mais amplamente utilizado principalmente pela sua solubilidade, características gelificantes e estabilidade ao pH. A goma arábica é compatível com outras gomas, proteínas, carboidratos e amido (SHARMA, 1981).

A utilização da goma arábica depende da sua ação como colóide protetor ou estabilizante, da adesividade de suas soluções aquosas e do seu poder espessante. A goma arábica serve para estabilizar as espumas produzidas na elaboração de bebidas de baixo teor alcoólico e de cerveja. A goma arábica atua como emulsificante em solução, onde a emulsão resultante pode ser seca por atomização para encapsular ou fixar o sabor. Desta maneira, óleos essenciais podem ser retidos em níveis de 20 — 25%. Estes sabores são utilizados em misturas para sobremesas em pó, sopas, bolos e bebidas (SANDERSON, 1961).

A goma arábica é utilizada também em produtos do leite, como por exemplo sorvetes, onde sua função é retardar a cristalização e o crescimento dos cristais. Uma mistura das gomas arábica e carragena foi patenteada como estabilizador de sorvetes por Le GLOAHEC (1951).

A goma arábica é largamente empregada na indústria de confeitaria, onde é utilizada para emulsificar gorduras e para retardar a cristalização. É também utilizada como glacê em doces e derivados e como um componente em goma de mascar (chiclete), balas contra tosse e balas em geral. Em jujubas e pastilhas, nos quais o conteúdo de açúcar é alto e, o conteúdo de umidade comparativamente baixo, evita cristalização do açúcar e ajuda a distribuir homogeneamente as gorduras no produto, impedindo que estas últimas não migrem à superfície e formem uma camada gordurosa que se possa oxidar facilmente. Para fabricação de confeitos a goma arábica é dissolvida em água e, após filtração da solução, adiciona-se o açúcar e aquece-se. O sabor desejado deve ser adicionado lentamente,

sem muita agitação, para minimizar a formação de bolhas ou manchas opacas. Também são preparadas balas de goma arábica pela mistura de açúcar em pó ou finamente moído com uma pasta de goma arábica. Balas duras pouco doces ou dietéticas e jujubas podem ser preparadas pela combinação de goma arábica, sorbitol e manitol. A goma arábica em níveis de 1 -- 3% formará balas duras, de 5 -- 35% formará balas com centro menos consistente e pode-se obter uma bala macia utilizando aproximadamente 70% da goma. Acima desta porcentagem, produz-se balas de maior maciez e melhor mastigabilidade (SANDERSON, 1981).

A goma arábica forma filmes protetores firmes, finos, claros, transparentes e adesivos ao redor de nozes e encapsula óleos e sabores. A goma arábica também melhora as propriedades das farinhas de trigo e centeio, quando adicionada em níveis tão baixos quanto 0,015% (STEMMER, 1959).

2.1.7. Carboximetilcelulose de Sódio

A carboximetilcelulose de sódio é preparada pela reação do monocloroacetato de sódio com celulose em meio fortemente alcalino. As propriedades da carboximetilcelulose de sódio dependem da distribuição dos substituintes, bem como, do grau de substituição e de polimerização. A carboximetilcelulose de sódio forma filmes transparentes e fortes, resistentes à ação de óleos, gorduras ou solventes orgânicos (BATDORF e ROSSMAN, 1973).

As soluções de carboximetilcelulose de sódio mostram comportamento pseudoplástico, onde o modelo reológico é função do peso molecular (SHARMA, 1981). A carboximetilcelulose de sódio mostra efeito sinérgico quando misturada com hidroxipropilcelulose ou hidroxietilcelulose. A presença de outros eletrólitos no sistema reduz o efeito deste sinérgismo (SHARMA, 1981). A gelatina pode ser seca junto com carboximetilcelulose de sódio para obter um produto solúvel em água fria. As propriedades da solução preparada com este pó são comparáveis às propriedades de uma

solução contendo ambas, mas na qual a gelatina tinha sido previamente dissolvida (GANZ, 1969).

A função básica da carboximetilcelulose de sódio é ligar água ou aumentar a viscosidade na fase aquosa e assim, estabilizar os outros ingredientes evitando sinerese. As funções da carboximetilcelulose de sódio nos sorvetes são: possibilitar maior incorporação de ar; evitar a formação de cristais e aumentar a estabilidade ao choque térmico. A carboximetilcelulose de sódio pode ser utilizada em sorvetes, em combinação com gelatina, pectina ou goma locusta. Devido a sua alta capacidade de ligar água, a carboximetilcelulose de sódio pode ser utilizada para aumentar o volume em produtos dietéticos, ou como complemento das propriedades funcionais de outros hidrocolóides. Sua adição em enchimento de pastéis, a base de amido e alginatos, diminui a sinerese. Ademais, carboximetilcelulose de sódio pode evitar precipitação de proteínas como caseinatos de soja em valores de pH próximos do ponto isoelótico. Uma desvantagem da carboximetilcelulose de sódio é que ela perde viscosidade e tem tendência para precipitar a pH baixos (SANDERSON, 1981). Como regra geral, cátions monovalentes formam sais solúveis de carboximetilcelulose de sódio; cátions divalentes formam soluções turvas de viscosidade reduzida; e cátions trivalentes formam sais insolúveis (SHARMA, 1981).

2.1.8. Pectina

A pectina é uma molécula estruturalmente complexa que consiste em uma cadeia principal formada por ácido poligalacturônico parcialmente metilado e, às vezes, contendo ramnose. A cadeia principal é similar às encontradas nos exsudados da goma karaya e tragacanta (ASPINALL, 1970). Normalmente as fontes comerciais de pectina são o mesocarpo dos frutos cítricos, polpa das maçãs dos processos de extração de sucos e polpa residual da beterraba da produção de açúcar. A pectina é solúvel em água fria, com solubilidade ótima (70%) a 70°C. A metilação do ácido galacturônico

produz um aumento nos blocos moleculares nas regiões metilesterificadas, fazendo com que a pectina seja relativamente instável e, conseqüentemente, estas cadeias laterais possam ser removidas rapidamente por hidrólise básica branda. As unidades de ácido galacturônico metilesterificadas conferem uma instabilidade adicional, já que, podem sofrer β -eliminação com clivagem da cadeia. As pectinas comerciais são tratadas com ácido para evitar esta reação (SANDERSON, 1981).

Para propósitos práticos, as pectinas são classificadas de acordo com o grau de esterificação. Em geral, as pectinas com baixo teor de metoxila (BTM) têm um grau de metoxilação menor que 50% e são caracterizadas pela sua capacidade de formar géis em presença de ions cálcio. O mecanismo de gelificação é similar mas não idêntico ao encontrado em alginatos e envolve a associação de blocos de ácido galacturônico não-esterificados, os quais têm uma forma similar a dos blocos G dos alginatos (GIDLEY et al, 1979).

As pectinas de alto grau de metoxilação (ATM) são consideravelmente mais importantes e mais amplamente usadas como agentes gelificantes na produção de geléias, frutas em calda e confeitaria. As pectinas de alto grau de metoxilação têm um grau de metoxilação maior que 50% e, a gelificação sucede não pelo cálcio e sim por resfriamento em presença de ácido e açúcar. O ácido neutraliza a repulsão das cargas intermoleculares, enquanto o açúcar compete com a pectina pela água disponível. O efeito combinado de ambos induz à associação entre as cadeias e, portanto, à formação do gel. A temperatura de formação do gel é controlada não somente pelas quantidades relativas de ácido e açúcar, mas também, pelo grau de esterificação da pectina.

As pectinas de gelificação rápida têm um grau de esterificação de aproximadamente 75%, enquanto as pectinas de gelificação lenta têm aproximadamente 60% (PASS, 1977). As pectinas também são úteis como estabilizantes e espessantes em molhos para saladas, sobremesas congeladas e bebidas maltadas de leite (ANDRÉS, 1975b).

2.1.9. Gelatina

A gelatina é um sólido vítreo, quebradiço, de cor amarelo-pálido. É obtida do extrato refinado dos tecidos animais que contém altas concentrações de colágeno. Quando a gelatina é colocada em água, hidrata-se com ligeiro inchamento das partículas. Com um aquecimento suave estas partículas incham até fundir na solução formando géis termicamente reversíveis. As propriedades importantes destas soluções são função do pH, conteúdo de cinzas, método de produção e concentração (ANDRÉS, 1975b). A gelatina não é uma fonte adequada de aminoácidos para a nutrição de mamíferos, pois é deficiente em triptofano e em aminoácidos sulfurados (ELIAS, 1970).

A propriedade mais importante da gelatina é a capacidade para formar géis reversíveis ao calor. Estes podem ser firmes ou fracos, dependendo de certas características físico-químicas da gelatina (IGOE, 1982). As gelatinas se classificam de acordo com sua forma de obtenção. O tipo A é obtido do tecido tratado com ácido e seu ponto isoelétrico está na faixa de pH entre 7 e 9. O tipo B é derivado do tecido tratado com base e tem um ponto isoelétrico entre os valores de pH 4.7 e 5.0 (VEIS, 1964).

A gelatina é utilizada em sorvetes, para evitar a formação de cristais grandes de gelo e lactose, em cremes ácidos, queijos "cottage" e outros produtos do leite para ligar água e manter a suavidade da textura. A gelatina é utilizada em produtos congelados, onde menos de 0,25% é necessária para elaborar tortas de creme, bolos de queijo e outras sobremesas onde evita a formação de cristais de gelo grandes e assegura a estabilidade do produto proporcionando uma textura fina. É utilizada também em molhos para alimentos congelados onde evita a separação das fases (ANDRÉS, 1975b). A gelatina é um ingrediente importante em "marshmallow", já que aumenta a estabilidade da mistura pela diminuição da tensão interfacial do xarope, estabiliza e fixa a espuma pelo aumento da viscosidade e retarda a cristalização dos açúcares (ANDRÉS, 1975b). A gelatina é utilizada na indústria da carne, na preparação de

carnes para lanches, rolos de frango e peru, presunto em lata e outros produtos da carne para evitar sinérese (ANDRÉS, 1975b).

Uma outra propriedade importante da gelatina é sua capacidade para formar coacervatos. Um coacervato simples é formado pela gelatina em solução, controlando pH, temperatura e concentração da gelatina. Esta reação de coacervação tem sido utilizada em microencapsulação. Coacervatos complexos formam-se quando duas macromoléculas com cargas opostas se atraem formando um precipitado. A gelatina misturada com goma arábica tem sido usada para formar coacervatos que se depositarão ao redor das gotas de óleo dispersadas para produzir esferas microencapsuladas. Estes tipos de coacervatos têm sido investigados e utilizados como fixadores de sabor, para vários tipos de alimentos (GLICKSMAN, 1969).

2.1.10. Goma Xantana

A goma xantana é um polissacarídeo de alto peso molecular produzido por fermentação da glicose ou outra fonte de carbono pelo microrganismo Xanthomonas campestris. Após fermentação, a goma é recuperada por precipitação com álcool isopropílico, seca e moída (COTTRELL et al, 1980). Quimicamente a goma xantana está constituída por D-glucose, D-manose, ácido D-glucurônico, ácido acético e ácido pirúvico nos teores 2,8:3,0:2,0:1,7:0,51 - 0,63, respectivamente (SLONEKER e JEANES, 1962).

A goma xantana é o único polissacarídeo microbiano permitido em alimentos, uma vez que foi testada extensivamente com respeito a sua segurança. A molécula tem um esqueleto celulósico solúvel em água, devido à presença de cadeias laterais ligadas em cada segundo resíduo de glucose na cadeia principal. Como consequência desta estrutura primária, a molécula existe em solução como um bastão rígido estabilizado por interações não covalentes entre o esqueleto e as cadeias laterais (MORRIS, 1977; MORRIS et al, 1977). Segundo SANDERSON (1981), esta conformação ordenada é responsável pelas seguintes propriedades em solução:

a) Viscosidade alta em repouso e baixa em cisalhamento, como resultado de interações moleculares fracas, em concentrações baixas da goma.

b) Alta pseudoplasticidade. Por exemplo: as soluções altamente cisalhadas têm viscosidade menor devido ao alinhamento progressivo das moléculas rígidas com a força do cisalhamento.

c) A viscosidade aumenta em presença de sais, os quais estabilizam a conformação de bastão.

d) A viscosidade é estável em temperaturas elevadas e também num amplo intervalo de pH. Quando sais estão presentes conferem-lhe estabilidade adicional ao bastão rígido.

e) Apresenta sinergismo com as gomas guar e locusta, provocando um aumento na viscosidade. Em maiores concentrações e sob condições apropriadas, produzem géis termo-reversíveis.

Estas propriedades em solução são utilizadas amplamente em alimentos. A goma xantana dispersa-se rapidamente em água (fria ou quente) obtendo-se alta viscosidade, o que permite seu uso em produtos em pó, tais como "milkshakes", recheios para produtos de panificação, molhos, bebidas e sobremesas (IGOE, 1982). A alta viscosidade de suas soluções à baixa tensão de cisalhamento permite a formulação de suspensões, emulsões e espumas altamente estáveis. É muito comum, principalmente nos Estados Unidos, colocar goma xantana como estabilizante nos molhos para salada e sucos de fruta, já que a goma xantana é virtualmente independente do pH, e os valores de pH encontrados nestes produtos não têm nenhum efeito contrário neste espessante. Devido a sua alta pseudoplasticidade, os molhos que contêm goma xantana fluem rapidamente da garrafa e recuperam sua alta viscosidade inicial em repouso, resultando em uma boa adesão ao alimento (SANDERSON, 1981).

A goma xantana reage sinergisticamente com as gomas guar e locusta. Com goma guar forma soluções viscosas à temperatura ambiente ou com aquecimento, e com goma locusta forma géis termorreversíveis quando suas soluções são aquecidas ou resfriadas. Esta diferença na sua reatividade está diretamente relacionada à sua

estrutura química, pois a goma guar é mais ramificada do que a goma locusta (KOVACS, 1973). A goma xantana também reage sinergisticamente com goma tara, outra galactomanana, para produzir um gel termicamente reversível quando suas soluções são aquecidas ou resfriadas. Este sistema não é comercializado, em vista da goma tara não ser muito utilizada (GLICKSMAN, 1974).

Como regra geral, a adição de polissacarídeos em alimentos prejudica o sabor. As soluções com baixa concentração de goma xantana (sob cisalhamento) na boca, dão excelente liberação de sabor. Em alimentos espessados com amido, o sabor é melhorado sensivelmente quando a goma xantana substitui parte deste amido. Em alguns produtos enlatados, a goma xantana é utilizada para facilitar, pela sua pseudoplasticidade, as operações de bombeamento e enchimento. É usada também para substituir parte do amido, permitindo uma penetração do calor mais rápida, o que resulta numa menor deterioração na qualidade do produto. As combinações amido-goma xantana estão sendo estudadas como uma tentativa para modificar a funcionalidade do amido sem necessitar de uma modificação química. A adição de pequenas quantidade de goma xantana em produtos congelados, que utilizam amido como espessante, produzem um aumento significativo na estabilidade ao choque térmico (SANDERSON, 1982).

Em meio ácido a goma xantana pode reagir com proteínas provocando precipitação e/ou floculação. A reatividade goma xantana-proteína em sistemas ácidos pode ser controlada por carboximetilcelulose e a adição desta produz as propriedades funcionais desejadas. A mistura goma xantana-carboximetilcelulose é utilizada em bebidas que contêm polpa de fruta (JACKMAN, 1979), xaropes e coberturas para obter as condições adequadas de reologia. A mistura goma xantana-goma locusta-carboximetilcelulose é utilizada na preparação de géis de leite ácido (IGOE, 1977) e de iogurte (IGOE, 1979).

2.1.11. Amido

Amido é um polissacarídeo de reserva das plantas. Encontra-se amplamente distribuído na natureza e é o hidrocolóide mais comumente utilizado em alimentos devido ao seu custo relativamente baixo. Tem um amplo intervalo de propriedades funcionais e pode ser usado em forma natural ou em forma modificada (WHISTLER e PASCALL 1965; 1967). Em estado nativo, o amido existe como esferas ou grânulos insolúveis, os quais têm uma forma característica (dependendo da sua origem botânica) e alguma cristalinidade (como indicado pela sua birrefringência e seu padrão de difração de raios X) (SANDERSON, 1981).

Os amidos são polímeros de glucose e normalmente contêm amilose e amilopectina como componentes. A amilose é uma cadeia linear, formada por um polímero de α -1-4-glucopirranose; a amilopectina, entretanto, tem uma configuração ramificada de α -1,4 glucopirranose com ramificações periódicas de cadeias laterais com ligação α 1,6 (GLICKSMAN, 1979).

As propriedades gelificantes dos amidos são dependentes do componente amilose, pois sua estrutura pode formar ligações por pontes de hidrogênio com as moléculas vizinhas e construir uma rede tridimensional. A amilopectina, sendo altamente ramificada, evita a associação próxima entre as moléculas e, conseqüentemente, a gelificação. Tipicamente, a gelificação é provocada pelo aquecimento da dispersão do amido acima da temperatura de gelatinização, seguido do resfriamento (SHARMA, 1981).

Quando colocamos os grânulos de amido em água fria não é observada nenhuma mudança substancial. Com o aumento da temperatura acima de 50°C, em excesso de água, os grânulos individuais de amido perdem birrefringência no intervalo de temperatura entre 50 — 65°C, ocorrendo um inchamento pequeno nestas condições. Se continuar o aquecimento a 80 -- 95°C, observa-se um inchamento maior e um aquecimento prolongado pode romper o grânulo. Se detivermos o aquecimento abaixo da temperatura na qual os grânulos perdem sua

birrefringência, resultará uma fusão dos grânulos (COLKKU, 1978; GREENWOOD, 1979). Se estes grânulos são aquecidos posteriormente, o intervalo de gelatinização é diminuído em 2 ou 3°C. Com a redução da atividade de água (aw) no sistema (pela adição de solutos tais como glucose ou sacarose, ou pela redução do conteúdo de água) retarda-se o início da gelatinização até que uma temperatura maior seja obtida (BLANSHARD, 1979). Para um sistema em particular, a funcionalidade ótima do tratamento térmico está especificamente definida pela proporção de amilose e amilopectina nos grânulos de amido (SHARMA, 1981).

Também é de grande importância o comportamento das pastas de amido cozidas e resfriadas, onde encontramos o fenômeno de retrogradação. Este fenômeno refere-se a associação linear das moléculas de amilose, a qual pode provocar um aumento na viscosidade, na turbidez, na gelificação ou na precipitação. É necessário um controle da retrogradação para obter produtos alimentícios de boa qualidade após transporte e armazenamento. Embora cada amido cru tenha sua própria viscosidade característica e seu próprio perfil de temperatura (como resultado da sua composição granular e estrutural) alguns níveis de controle podem ser conseguidos pela simples seleção do tipo de amido. Em muitos casos, entretanto, as propriedades desejadas podem ser obtidas somente pela modificação química (OSMAN, 1975).

Em termos gerais, os amidos podem ser divididos em dois tipos (GLICKSHAN, 1969): os obtidos de raízes, tubérculos e talos e os obtidos de cereais. Os grânulos dos amidos de raízes ou tubérculos incham rapidamente com o aquecimento dando viscosidades altas, mas se desintegram rapidamente durante o aquecimento prolongado perdendo viscosidade. Os amidos de cereais têm um poder de inchamento menor e mostram viscosidades mais moderadas no aquecimento. Entretanto, no resfriamento, há um aumento substancial na viscosidade devido a retrogradação das cadeias lineares de amilose (SCHOCH, 1967).

A modificação das cadeias do polissacarídeo pela substituição

parcial com grupos éter ou éster podem eliminar retrogradação ou reduzi-la a níveis aceitáveis. Os amidos modificados por ácidos apresentam baixa resistência térmica e formam géis rapidamente quando resfriados, por conterem grande proporção de moléculas lineares. Por esta razão o amido de milho modificado com ácido é utilizado na indústria confeitaria na preparação de geléias (GLICKSMAN, 1969).

Devido à ampla gama de tratamentos físicos, enzimáticos e químicos que podem ser usados na modificação do amido, este pode ser utilizado em muitos produtos alimentícios sem importar a sua origem. A pré-gelatinização é um tratamento físico no qual uma pasta aquosa altamente concentrada de amido cru é cozida e posteriormente seca em rolos aquecidos. O produto seco incha ou dissolve em água fria e, desta forma pode ser usado em muitos alimentos processados, que são levemente aquecidos, ou na formulação de produtos instantâneos. Recentemente têm sido desenvolvidos vários produtos derivados do amido, tais como: mingau de batata, salgadinhos de batata e de milho e alguns produtos semi-prontos à base de batata (LUALLEN, 1985).

2.2. Emulsões de Carne

Uma emulsão é uma mistura de dois líquidos imiscíveis. É um sistema de duas fases e nos alimentos, as duas fases estão constituídas por óleo e uma solução aquosa, formando uma emulsão óleo em água; na qual as gotas de óleo estão dispersas na fase aquosa contínua, ou uma emulsão água em óleo, onde ocorre o contrário. Para formar uma emulsão estável é necessário adicionar um agente emulsificante. O tipo de emulsão formada dependerá da proporção das duas fases, do agente emulsificante e do método de emulsificação (FRIBERG, 1976).

HANSEN (1960) e SWIFT et al (1961) introduziram, nos Estados Unidos da América, o termo "emulsão de carne" e a descreveram como sendo uma mistura, na qual os constituintes da carne (finamente divididos) estão dispersos em uma emulsão tipo óleo em água, onde a

matriz protéica, localizada na interface óleo-água, é responsável pela estabilização da emulsão. Esta estabilização é devida à presença de grupos reativos nas proteínas, os quais são orientados na interface óleo-água (BECHER, 1965). Fotomicrografias de Froning e NEELAKANTAN (1971) demonstraram que, nas emulsões de carne existe grande coesividade entre os fragmentos; que a matriz protéica é espessa; e que os glóbulos de gordura não são muito uniformes.

SULZBACHER (1973) concluiu que o efeito ligante nas massas para fabricação de salsichas é resultado da desnaturação, acompanhada de mudanças de solubilidade das proteínas emulsificantes que recobrem as gotículas de gordura. Com o aquecimento, há coagulação das proteínas que estabilizam a emulsão, de maneira que, a gordura é mantida em suspensão por tempo ilimitado.

Segundo WIRTH (1974), o termo "emulsão de carne" não é exato, já que do ponto de vista físico-químico co-existem pelo menos 3 sistemas: 1) uma suspensão de partículas grosseiras de tecidos em água, 2) um gel formado pelo material protéico e pelo tecido adiposo e, 3) uma mistura, tipo emulsão, das gorduras, proteínas e água.

Estudos realizados por SCHUT (1976) concluem que, a estabilidade da emulsão de carne é influenciada pelos fatores: capacidade de retenção de água da carne; porcentagem de carne, água, gordura, sal e aditivos não-cárneos na formulação; tratamento mecânico e tratamento térmico.

Os produtos de carne finamente moída têm sido considerados comumente como um tipo especial de alimento emulsionado, possuindo propriedades similares à das emulsões óleo em água; entretanto, as emulsões de carne apresentam-se geralmente como uma dispersão grosseira de gordura sólida (fase dispersa) em água (fase contínua) com proteínas salino-solúveis como agentes emulsificantes (RANDALL, 1979).

2.2.1. Tipo de Carne

É amplamente aceito que a qualidade e tipo de carne influem na formulação de produtos tipo salsicha. SAFFLE (1968) dividiu os diversos tipos de carnes, baseado nas suas propriedades ligantes, em grupos de: ligante alta, ligante média e ligante baixa. A carne de boi, de acordo com CARPENTER e SAFFLE (1964), é melhor emulsificante do que as outras carnes (ligante alta), desde que se adicione água na mistura, dentro de um certo limite para aumentar o rendimento e auxiliar na extração e solubilização das proteínas, melhorando assim, a estabilidade da emulsão (SAFFLE, 1968; MORRISON et al, 1971; SOFOS, 1983).

2.2.2. Capacidade de Retenção de Água da Carne

HAMM (1960) relata que, uma das características mais importantes da carne é sua capacidade para reter água, pois o músculo retém 75% de água, que se adere mais ou menos fortemente. A capacidade para reter água ou hidratação da carne está intimamente relacionada ao sabor, frescor, cor, assim como, outras características na qualidade da carne. Tais características são modificadas pelas condições físicas do animal antes do abate e as condições de armazenamento da carne.

Os termos capacidade para reter água e capacidade de ligar água são, freqüentemente usados como recíprocos na literatura para se referir à capacidade da carne para "segurar" água sob certas condições (LABUZA e BUSK, 1979). Entretanto, a capacidade de ligar água é a capacidade da carne para absorver e reter água quando cozida num líquido, moída finamente num líquido ou injetada com salmoura e, a capacidade para reter água é a propriedade da carne para reter sua própria água (CRANKEN, 1976).

As proteínas são as principais estruturas que retém água nos organismos vivos. Portanto, é natural que na carne as proteínas do músculo tenham a mesma função. As proteínas miofibrilares são

consideradas como as principais retentoras de água e a quantidade da mesma é proporcional aos espaços entre os filamentos, estando, por sua vez, relacionada com as cargas superficiais nas proteínas fibrilares e, por consequência com o valor do pH (JEFFREY, 1983).

A capacidade da carne para reter água pode ser medida por métodos que são divididos em dois grupos: no primeiro grupo, são técnicas de laboratório pelas quais a água é removida da carne aplicando determinadas forças externas e medindo sua quantidade. A mais conhecida destas, é o método "Press Grau-Hamm" no qual, uma quantidade de carne é prensada contra um papel filtro e, é determinada a área umedecida pela água extraída (HAMM e DEATHERAGE, 1960). Outro método é pesar o papel filtro seco e após a prensagem da carne (KARMAS e TURK, 1976). Outros pesquisadores utilizam centrifugação como força externa (BENDALL, 1954; WIERBICKI e DEATHERAGE, 1958; SMITH et al, 1971; REGENSTEIN et al, 1979; QUINN e PATON, 1979; RASPER e De MAN, 1980; JAUREGUI et al, 1981), ou atração capilar num bloco poroso de gesso (HOFMANN, 1975). Estes métodos podem ser aplicados na carne cozida, produtos cárneos ou outras misturas, bem como em carne crua não processada. No segundo grupo, encontram-se métodos que medem diretamente algumas propriedades da carne sob condições pré-determinadas como, gotejamento (TAYLOR e DANT, 1971) ou perda por cozimento (SHERMAN, 1961; TOWNSEND et al, 1968, POHJA, 1974).

2.2.3. Solubilidade

A solubilidade é uma característica, sob várias condições, muito útil para seleção das condições ótimas na extração de proteínas a partir de fontes naturais (CHANG et al, 1970; BETSCHART e KINSELLA, 1973; WANG e KINSELLA, 1976). A curva de solubilidade proporciona um bom índice do potencial de aplicação das proteínas, além de fornecer informações úteis durante o processamento, bem como determinar o efeito do tratamento térmico. O perfil de solubilidade do nitrogênio, num dado intervalo de pH, vem sendo utilizado como

guia de funcionalidade da proteína, pois este se relaciona diretamente com a capacidade de emulsificar, de formar espuma e de gelificar (MATTIL, 1971; BETSCHART, 1974). Uma boa solubilidade amplia o potencial de uso das proteínas e atua como índice prático de desnaturação durante o processamento. KINSELLA (1976), menciona que têm sido usado vários termos, com propósitos comerciais, para designar a solubilidade das proteínas de alimentos. Por exemplo: proteína hidrossolúvel (WSP), proteína hidrodispersível (WDP), índice de dispersibilidade da proteína (WDI) e índice de solubilidade do nitrogênio (SNI). O índice de solubilidade do nitrogênio e o índice de dispersibilidade da proteína são utilizados como métodos oficiais da American Oil Chemists Society (AOCS, 1977).

As etapas básicas na determinação da solubilidade têm sido descritas por LAWHON e CATER (1971), BETSCHART (1974) e HERMANSSON (1975). Tais etapas envolvem a dispersão da proteína em água, ajuste do pH com HCl ou NaOH até o valor de pH desejado, centrifugação da dispersão ou solução e determinação do conteúdo de nitrogênio do sobrenadante.

PANT e TULSIANI (1969) demonstraram que a composição do extrato protéico de numerosos legumes varia com o agente de extração utilizado. LAWHON e CATER (1971) enfatizaram a deficiência do método de determinação da solubilidade do nitrogênio de uma proteína quando se usa um determinado valor de pH (normalmente o valor de pH equivalente a 0.02 N de NaOH). Estes mesmos autores, mostraram que, quando se usa só um valor de pH o índice de solubilidade do nitrogênio não pode ser relacionado com a funcionalidade da proteína.

MATTIL (1971) determinou os perfis de solubilidade para preparados protéicos a base de sementes (coco, girassol, algodão) e farinha de peixe. Este autor observou que os sais têm efeitos diferentes na solubilidade das proteínas e que tais efeitos dependem do tipo de proteína e do valor de pH. Estes estudos revelaram, além do mais, a influência do tipo de íon, sua concentração e sua interação na faixa de pH utilizada com os componentes normais dos alimentos na solubilidade das proteínas. O

mesmo autor recomenda que estes fatores devam ser estudados e avaliados para cada tipo de proteína.

BETSCHART (1974) revisou o efeito dos métodos de preparação e avaliou a influência do pH, força iônica, concentração da proteína e temperatura na solubilidade da proteína de alfafa. Este autor concluiu que o perfil de pH-solubilidade de uma proteína deve ser a primeira propriedade funcional a ser medida, já que atua como índice prático da desnaturação durante o processamento. Esta determinação deve ser realizada em cada estágio, tanto na preparação, quanto no processamento do alimento. No ano seguinte, SUN e HALL (1975) avaliaram o efeito destes mesmos fatores para proteína de legumes e chegaram às mesmas conclusões.

HERMANSSON (1975) estudou os fatores que afetam a solubilidade das proteínas do leite, soja e peixe. Relatou um comportamento diferente para cada proteína em diferentes valores de pH e concentração salina. Também revisou os efeitos do sal em termos de "salting in" e "salting out" (efeito eletrostático) e concluiu que a efetividade do sal segue a série de Hofmeister. Também observou que estes efeitos foram influenciados pela temperatura. TYBOR et al (1973) estudaram o efeito da temperatura na secagem de sangue bovino contendo ou não lactose por "spray-drying" (a 160°C e 193°C) na solubilidade das proteínas do sangue. Estes autores observaram que em maior temperatura a solubilidade das proteínas diminuiu 20% e que a presença de lactose diminuiu também o efeito do aquecimento na solubilidade das proteínas.

Segundo KINSELLA (1976), a facilidade para determinar o perfil de solubilidade e a padronização dos métodos utilizados fazem desta propriedade uma determinação obrigatória no estudo de novos tipos de proteínas ou de proteínas modificadas. O perfil de solubilidade serve também para avaliar os efeitos dos diversos tratamentos, durante o processamento, nas propriedades funcionais destas proteínas.

2.2.4. Capacidade Emulsificante

WIRTH (1985) define a capacidade emulsificante como o volume em ml que pode ser emulsificado por um grama de proteína antes de que ocorra a quebra ou inversão da emulsão.

SWIFT et al (1961) desenvolveram um método para determinar os fatores que influenciam a capacidade da carne para emulsificar gordura, bem como as características das emulsões e a relativa eficiência das proteínas como estabilizantes. Observaram que a capacidade emulsificante da carne, moída apropriadamente, aumentou com o aumento da fase salina e com a diminuição da velocidade de mistura e da temperatura. O efeito destas variáveis correspondeu aos conceitos da teoria clássica de emulsificação, especialmente aos conceitos pertencentes a emulsões estabilizadas por membranas rígidas (HANSEN, 1960). Investigações posteriores, de SWIFT e SULZBACHER (1963), dos fatores que influenciam a efetividade das proteínas como estabilizantes da gordura nas emulsões de carne, mostraram que a capacidade emulsificante das proteínas hidrossolúveis aumenta com o aumento da concentração de NaCl.

HEGARTY et al (1963) listaram as proteínas da carne na ordem decrescente de capacidade emulsificante: actina (na ausência de sal), miosina, actomiosina, proteínas sarcoplasmáticas (hidrossolúveis) e actina em 0,3M de NaCl. Miosina e actomiosina produziram emulsões com uma estabilidade superior. A actina produziu emulsões muito estáveis em qualquer condição. Os mesmos autores observaram também que a quantidade de proteína utilizada na formação da interfase óleo-água está relacionada com a estabilidade da emulsão resultante e que o nitrogênio não protéico presente no músculo ($\cong 7\%$), não teve nenhuma influência na formação da emulsão.

CARPENTER e SAFFLE (1964) observaram que a quantidade de proteína solúvel, a velocidade de mistura, a temperatura final da emulsão e a quantidade de óleo inicialmente adicionada, influenciaram na capacidade emulsificante da proteína hidrossolúvel. A ve-

locidade de adição do óleo não afetou a quantidade de óleo adicionado e qualquer diferença nesta pode ser atribuída à temperatura. Posteriormente, os mesmos autores, em 1965, relataram que a capacidade emulsificante das proteínas hidrossolúveis da carne depende da forma em solução e da carga parcial da molécula protéica, e que a capacidade emulsificante das proteínas em solução salina foi influenciada tanto pela carga total quanto pela forma das moléculas.

PEARSON et al (1965) testaram concentrado protéico de soja, caseinato de potássio e leite desengordurado em pó como emulsificantes em emulsões de carne a diferentes valores de pH (5,4; 6,4 e 10,5) e força iônica (0,3 e 0,5). Estes autores observaram que o concentrado protéico de soja apesar de ter alta capacidade para ligar água apresenta baixo valor de capacidade emulsificante, podendo ser um aditivo protéico efetivo em produtos a base de carne moída. O caseinato de potássio não apresentou capacidade emulsificante e o leite desengordurado apresenta uma boa capacidade emulsificante à baixa concentração.

MAURER e BAKER (1966) estudaram a relação que existe entre o conteúdo de colágeno e a capacidade emulsificante na carne de ave. Mencionaram que o conteúdo de colágeno é um indicador seguro da capacidade emulsificante apresentada nas diferentes partes da ave. As partes com maior conteúdo de colágeno apresentaram menor capacidade emulsificante pois o colágeno (por ser insolúvel) não forma as membranas que são necessárias para a formação da emulsão. Utilizando também carne de ave, HUDSPETH e MAY (1967) estudaram a capacidade emulsificante das proteínas salino-solúveis dos tecidos claros e escuros de perus, galinhas, frangos e patos. Encontraram que a capacidade emulsificante foi dependente da concentração das proteínas salino-solúveis.

BORTON et al (1968) avaliaram a capacidade emulsificante de treze tipos diferentes de carne fatiada utilizada para elaborar emulsões de carne. Estes autores encontraram que os produtos mais magros (com maior concentração de proteína) apresentaram maior

capacidade emulsificante por unidade de peso da amostra. As fatias com maior conteúdo de gordura mostraram menor capacidade emulsificante, por ter menor conteúdo de proteína por unidade de peso. Amostras pré-salgadas e pré-misturadas tiveram a maior capacidade emulsificante. Estes autores acreditam que o sal solubiliza mais as proteínas que são, por sua vez, rapidamente utilizadas para a emulsificação.

GRANER et al (1969) estudaram as transformações que ocorrem na capacidade emulsificante de músculos bovinos tratados ou não com água a 90 - 100°C para reduzir o número de microrganismos na superfície; armazenados a temperaturas variando de 1 a 4°C. A capacidade emulsificante aumenta com o tempo de estocagem, sendo que foi maior quando o músculo não sofreu tratamento prévio com água quente; ou seja, a capacidade emulsificante era maior quanto mais alto era o nível de contaminação microbiana.

IVEY et al (1970) prepararam emulsões contendo carne magra, sal, água e óleo de soja. Avaliaram o efeito do tamanho da gota da fase dispersa e a espessura do filme interfacial na capacidade emulsificante, e concluíram que a velocidade de mistura afetou inversamente a quantidade de óleo emulsificado. Estes autores observaram também que a estabilidade da emulsão formada com extratos de proteína diluída foi dependente da espessura do filme interfacial em relação ao tamanho da gota e do tamanho da gota da fase dispersa.

WEBB et al (1970) desenvolveram um método para determinar a capacidade emulsificante das emulsões formadas com carne de boi e de peixe por resistência elétrica. Este método determina o ponto de colapso da emulsão medindo a resistência de uma corrente elétrica que passa através da emulsão de carne. O método baseia-se no princípio segundo o qual os óleos e gorduras não são bons condutores da eletricidade, enquanto que a solução de proteína em água tem boa condutividade. Em uma emulsão o valor da resistência é baixo, porém quando a fase oleosa vai-se agregando até a quebra da emulsão, há um aumento brusco na resistência que é detectada por um medidor.

FRONING e NEELAKANTAN (1971) estudaram as características emulsificantes do músculo de ave em pré e pós-rigor-mortis. Estes pesquisadores observaram que o músculo em pré-rigor tem maior capacidade emulsificante e proporciona maior estabilidade à emulsão do que o músculo em pós-rigor. Um exame histológico posterior mostrou que as emulsões de músculo em pré-rigor possuem maior uniformidade e glóbulos de gordura mais redondos do que as emulsões em pós-rigor. Foi encontrado também que o pH do músculo e as características emulsificantes estão altamente correlacionadas, já que um ajuste de pH no músculo em pós-rigor (igual ao encontrado no músculo em pré-rigor) restaura a alta capacidade emulsificante do mesmo.

TSAI et al (1972) avaliaram a contribuição da miosina, actina, troponina-tropomiosina e proteínas sarcoplasmáticas (obtidas de músculo de porco) na formação e estabilidade da emulsão de carne. Estes mesmos pesquisadores examinaram também as propriedades emulsificantes destas mesmas proteínas e encontraram que a capacidade emulsificante da miosina foi superior à da actina e às das proteínas sarcoplasmáticas. No mesmo ano, ACTON e SAFFLE (1972) fizeram um estudo da capacidade emulsificante das proteínas salino-solúveis comparando diferentes métodos. Estes autores concluíram que a determinação da capacidade emulsificante difere entre os estudos realizados, já que depende das variáveis utilizadas no sistema modelo para sua determinação.

2.2.5. Estabilidade da Emulsão

Segundo KINSELLA (1976) a estabilidade da emulsão avalia a capacidade que tem uma proteína para formar uma emulsão estável durante um certo tempo e sob condições específicas.

MEYER et al (1964) desenvolveram um método para medir a

estabilidade da emulsão. A emulsão foi colocada em tubos de centrífuga de aço inoxidável e centrifugada por 5 min. a 1000 x G; posteriormente, foram colocados em banho maria a ebulição por 5 min.. A gordura e o suco liberados foram decantados em tubos graduados e os resultados foram referidos como mL de líquido liberado.

SAFFLE et al (1967) desenvolveram um método rápido para determinar a estabilidade de uma emulsão de carne. Porções de 9 gramas de emulsão crua foram colocadas em garrafas Paley modificadas, colocadas num banho maria a 70°C por 30 min. e, após a adição de água a 70°C, centrifugadas por 2 min. a 1000 x G; posteriormente, recolocadas em banho maria a 70°C por 2 min.. Os resultados foram expressos em porcentagem de gordura separada.

TOWNSEND et al (1968) utilizaram a análise térmica diferencial para analisar materiais crus com o especial interesse de relacionar a gordura fundida com a estabilidade da emulsão. Colocaram a emulsão de carne crua em tubos que são levados em banho maria a uma temperatura de 48,8°C até 68,8°C no intervalo de 1,25 a 1,50 hr.. Imediatamente após, decanta-se o líquido liberado durante o cozimento e o resultado é relatado como volume em ml por 100 g de emulsão. Os dados obtidos da análise térmica diferencial indicaram que houve dois intervalos na fusão das gorduras e que estes intervalos são dependentes do ponto de fusão das gorduras presentes na emulsão cárnica. Isto também foi comprovado por SWIFT et al (1968) relatando que as gorduras com temperatura de fusão alta proporcionaram emulsões estáveis e as de temperatura de fusão baixa deram emulsões instáveis.

INKLAAR e FORTUIN (1969) avaliaram as variáveis que afetam a estabilidade das emulsões contendo sal de sódio de proteína de soja, caseinato de sódio e concentrado protéico de soja. Eles observaram que em muitos casos as emulsões preparadas com sal de sódio de proteína de soja foram mais estáveis do que as preparadas com caseinato de sódio ou com concentrado protéico de soja. Concluíram também que aumentando a concentração da proteína de soja a estabilidade da emulsão é aumentada.

MORRISON et al (1971) relataram que, na preparação e avaliação das emulsões de composição variada, as porcentagens de carne magra e de carne gorda podem variar em intervalos amplos sem afetar significativamente a estabilidade da emulsão, uma vez que a estabilidade da emulsão depende mais da quantidade de água adicionada (IVEY et al, 1970).

ACTON e SAFFLE (1971) avaliaram a estabilidade do concentrado protéico de soja, caseinato de sódio e gelatina como estabilizadores de emulsões óleo-água usando diferentes tipos de óleos. Estes autores observaram que a estabilidade das emulsões óleo-água contendo caseinato de sódio, gelatina e concentrado protéico de soja aumenta com o aumento da concentração de proteína na fase aquosa (0,5 - 2,5%) ou com o aumento de volume da fase oleosa (20 - 50%). As emulsões estabilizadas pelo concentrado protéico de soja tiveram geralmente maior estabilidade quando comparadas às estabilizadas por gelatina ou caseinato de sódio.

2.2.6. Polifosfatos

Os polifosfatos são policondensados obtidos a partir da polimerização dos sais de sódio ou potássio dos ácidos ortofosfórico (H_3PO_4) ou metafosfórico (HPO_3). Com duas moléculas de ortofosfato de sódio e a eliminação de uma molécula de água obtém-se uma molécula de difosfato (pirofosfato). Esta, mais outra molécula de ortofosfato resulta em uma molécula de tripolifosfato, formando-se assim, cadeias que contêm vários átomos de fósforo. Os polifosfatos podem unir-se em forma linear, cíclica ou ramificada, entretanto, parece que os polifosfatos lineares são os únicos capazes de entrar nas cadeias de proteínas (ANÓNIMO, 1979).

Exprime-se o conteúdo de fósforo nos produtos cárneos, como pentóxido de fósforo (P_2O_5) sem levar em conta os átomos de hidrogênio e sódio. Em produtos onde é permitido adicionar polifosfatos, a concentração geralmente aceita é de 0,3% de P_2O_5 , que equivale aproximadamente a 0,5% de polifosfato (RANDALL, 1979).

Os polifosfatos não influenciam o pH da carne, já que a carne tem grande poder tamponante que se opõe a toda variação de pH. Tem-se observado que, quanto maior é o grau de polimerização dos polifosfatos, maior é a viscosidade que proporcionam nas emulsões de carne. Os polifosfatos atuam na carne devido à capacidade de formar complexos com cátions divalentes, podendo penetrar nas fibras da mesma (JEFFREY, 1983). Os polifosfatos são usados nas soluções crioprotetoras (onde são submergidos pescados), pois protegem as proteínas durante o congelamento. A imersão dos pescados nas soluções de polifosfatos é para evitar a formação de cristais de gelo grandes, evitando com isto, que durante o descongelamento haja menos ruptura das membranas celulares. Desta forma, as fibras musculares do peixe conservam-se em melhor estado. Os polifosfatos não são utilizados na carne antes do congelamento, possivelmente, pelo fato das peças serem grandes (HONIKEL, 1984).

Uma desvantagem do uso de polifosfatos em meio líquido se deve ao fato deles complexarem o metal dissolvido eliminando-o da solução, favorecendo assim a dissolução do metal da lata e, portanto, a corrosão. Isto é muito importante em particular nas conservas em latas que não estão recobertas com protetores no seu interior. (BATRA, 1965; DZIEZAK, 1986).

Os polifosfatos ajudam a solubilizar as proteínas miofibrilares e em consequência, a formar emulsões que são mais estáveis. Quando dispõe-se de carne de qualidade, de boa capacidade de retenção de água e de pH adequado, só é necessário sal, nitrito e algumas especiarias para fabricar excelentes produtos de salsicharia. Os polifosfatos evitam a rancidez das gorduras da carne devido a sua ação antioxidante, melhoram a cor e retardam o processo de oxidação. Quando utilizam-se polifosfatos junto com nitritos em carnes enlatadas, a vida de prateleira aumenta, pois, os polifosfatos não só bloqueiam os efeitos catalizadores do ferro sobre a oxidação dos pigmentos e das gorduras, mas também, evitam o gosto "oxidado" destes produtos (sabor metálico dos enlatados) quando expostos ao ar (RAO et al, 1978).

Na fabricação de presuntos cozidos utilizam-se soluções de tri e tetrapolifosfatos que são injetados. Os pirofosfatos praticamente não são utilizados porque são pouco solúveis. Nas soluções de polifosfatos deve-se cuidar que estes estejam bem dissolvidos, caso contrário, os pequenos cristais remanescentes (que passaram através das agulhas de injeção) podem induzir recristalização dentro do produto, pois atuam como núcleos de cristalização. O pH para a produção de presunto cozido é 8 - 9. Em embutidos secos, no entanto, o pH desejado é 7; se for maior, existe perigo de putrefação. Nos produtos moídos cozidos agregam-se pirofosfatos, misturas de pirofosfato disódico e tetrasódico ou também uma mistura de 20% de metafosfato e 80% de pirofosfato tetrasódico (ANÔNIMO, 1979).

O metafosfato é agregado para produzir emulsões mais viscosas, pois uma emulsão é mais estável quanto maior seja a viscosidade da fase contínua. O uso de metafosfato é útil em emulsões ricas em fígado. Nestas emulsões, a textura deve permanecer suave para poderem ser untadas no pão. Os polifosfatos promovem a solubilidade da proteína e em consequência a emulsificação das gorduras. O pirofosfato ácido de sódio é considerado o fosfato mais efetivo na estabilização das gotas de gordura nas emulsões de carne (KOTTER e FISCHER, 1975).

2.2.7. Gordura

No tecido animal, a gordura encontra-se em 3 formas diferentes: gordura intracelular, gordura intercelular e gordura extracelular. Estas gorduras formam uma rede no tecido conectivo, onde estão ordenadas entre as fibras de carne, dando à carne sua aparência marmórea (cor de mármore) e posteriormente, a formação fora dos músculos, de camadas substanciais de tecido adiposo. Esta gordura é a chamada gordura pura, formada por ésteres de glicerol com três moléculas de ácidos graxos. A gordura intracelular está presente em forma de pequenas gotas no plasma celular e têm maior concentração de ácidos graxos insaturados do que de ácidos graxos saturados (RANDALL, 1979).

Os ácidos graxos mais comumente encontrados em gordura de boi e em gordura de porco são os ácidos saturados palmítico e esteárico e os ácidos insaturados oléico e, linoléico (somente 2% em gordura de boi e 10% em gordura de porco). A análise química da gordura de diferentes animais mostrou que os ácidos saturados encontram-se preferencialmente nas posições 1 e 3 da molécula de glicerol. Na gordura de porco, entretanto, os ácidos insaturados encontram-se na posição 2 (SCHUT, 1976).

CHRISTIAN e SAFFLE (1967) fizeram um estudo com diferentes ácidos graxos e amostras de óleo e gordura para determinar as quantidades que poderiam ser emulsificadas em sistemas modelo. Estes pesquisadores usaram extratos protéicos de carne como emulsificante e relataram que os ácidos graxos saturados de cadeia menor foram melhor emulsificados do que os ácidos graxos de cadeia maior. Foi encontrado, também, que os ácidos graxos com uma dupla ligação foram melhor emulsificados do que os ácidos graxos com duas duplas ligações. Seus resultados indicaram também que quando o comprimento da cadeia de átomos de carbono é o mesmo, os ácidos graxos mais insaturados com uma ou duas duplas ligações são melhor emulsificados do que os ácidos graxos saturados. Estes mesmos autores também proporcionam dados para várias gorduras animais e as listam em quantidades decrescentes de gordura que poderia ser emulsificada pela mesma quantidade de proteína cárnea. Desta forma, os primeiros lugares na lista são a gordura de lombo de boi, gordura de flanco de boi, seguidas das gorduras de ombro, costas e perna de porco, o que não está de acordo com os resultados obtidos com os ácidos graxos puros, mencionados acima. Além do mais, eles determinaram o índice de iodo, o índice de acidez, e o peso específico de cada amostra de óleo ou gordura. Estes autores não encontraram correlação entre estes parâmetros e a quantidade de óleo ou gordura que poderia ser emulsificada.

SAVIC et al (1966) usando polifosfatos e caseinato de sódio como agentes emulsificantes não encontraram diferença na estabilidade das emulsões de várias gorduras de porco fundidas, mas encontraram

diferenças no tamanho das partículas de gordura. Experimentos similares utilizando várias gorduras de boi não apresentaram diferenças no que diz respeito ao tamanho das partículas. TADIC (1966) comparou emulsões preparadas com gorduras "in natura" e purificadas obtidas da mesma localização anatômica e relatou algumas diferenças na estabilidade. A estabilidade das emulsões preparadas com gordura "in natura" dos tecidos foi muito maior, entretanto, as emulsões com gorduras purificadas apresentaram um tamanho de partícula menor. SCHUT (1968) usando caseinato de sódio como emulsificante, relatou diferenças apreciáveis na estabilidade de emulsões preparadas com várias gorduras de boi e de porco. Este pesquisador enfatizou a importância da temperatura de emulsificação e listou as várias gorduras de acordo com as quantidades de água que as emulsões podiam conter antes da quebra ocorrida durante a esterilização. A maior estabilidade da emulsão foi encontrada para as gorduras de rim de porco e boi, do que qualquer outro tipo de gordura, quando a emulsão foi preparada a temperatura de 50°C. Quando produzidos a baixa temperatura, entretanto, a emulsificação foi muito pobre, enquanto que, a gordura do lombo e da perna do porco foram as melhores a temperaturas menores de 50°C. Posteriormente (1976), o mesmo pesquisador comparou a estabilidade das emulsões cruas e esterilizadas preparadas com tecidos gordurosos e com gorduras purificadas dos mesmos tecidos e, encontrou que a estabilidade dos primeiros foi maior, se bem que, o tamanho de partícula destes últimos foi muito menor. Este pesquisador também fez uma análise completa de cada amostra incluindo água, proteína, cinzas, conteúdo de gordura, índice de iodo, índice de acidez, índice de peróxido, peso específico, ponto de fusão e tensão interfacial. Destes parâmetros, o único que mostrou a tendência para ser correlacionado com a estabilidade da emulsão foi o índice de acidez (SCHUT, 1969).

TOWNSEND et al (1968) utilizando a técnica de análise térmica diferencial relataram dois primeiros intervalos na fusão de gorduras de boi e porco. Estes intervalos foram entre 3 - 14°C e 18 - 30°C

para gordura de boi e entre 8 - 14°C e 18 - 30°C para gordura de porco. Os experimentos realizados com frações de gordura de boi e porco (tendo características de fusão amplamente diferentes e usadas em emulsões de carne a várias temperaturas) indicaram que uma menor adição de gordura em todos os experimentos proporcionaram emulsões mais estáveis. Quantidades maiores de gordura com alto ponto de fusão (gorduras de ovino e de bovino) produziram emulsões estáveis, ao passo que, as gorduras de menor ponto de fusão (gordura de porco) produziram emulsões instáveis independentemente da temperatura requerida durante a emulsificação (TOWNSEND et al, 1971).

SULZBACHER (1973) sugeriu que o tamanho do glóbulo de gordura poderia ser usado como indicativo do ponto final da emulsão. WEBB et al (1975) mostraram que a temperatura do componente graxo no momento de adicionar a fase contínua pode ter uma grande influência na estabilidade da emulsão para embutidos. Os mesmos pesquisadores observaram que, usando gordura de porco resfriada a 1,7°C, a fase contínua devia estar a 4,4°C antes da adição de gordura e a temperatura final da moagem devia variar de 10 a 12,8°C para obter uma emulsão estável. Tem-se demonstrado que uma boa emulsificação deve conter glóbulos de gordura pequenos para formar uma emulsão estável (HONIKEL, 1984).

WIRTH (1985), menciona que o complexo actomiosina é o principal responsável pela fixação de água e pela fixação de gordura, já que ambos os processos encontraram-se estreitamente interligados. O gel de actomiosina forma uma rede que permite a inclusão de gordura. Tais proteínas, quando solubilizadas, contribuem recobrando com um filme uma parte da gordura liberada durante a moagem formando a emulsão. O filme protéico impede ou dificulta, por sua vez, a união entre as gotas de gordura durante o aquecimento. Se a espessura deste filme for demasiado fina, ela pode ser rompida durante o aquecimento, liberando as partículas de gordura que então coalescem. O efeito macroscópico disto é a migração da gordura para a superfície da emulsão de carne.

3. MATERIAL

3.1. Carne

O tipo de carne utilizado na preparação dos sistemas carne-água foi o músculo semitendinosus de boi (lagarto). A carne utilizada apresentou um teor de gordura de 2,75%, um teor de proteína de 19,43% e uma umidade de 76,80%.

3.2. Óleo

O óleo utilizado na determinação da capacidade emulsificante foi óleo de soja comercial (marca Liza).

3.3. Gordura

Foi utilizada gordura de porco (Sadia) no sistema carne-água.

3.4. Polifosfatos

No sistema carne-água foi utilizada a mistura comercial de metafosfato de sódio (20%) e pirofosfato tetrasódico (80%) da Monsanto.

3.5. Hidrocolóides

Os hidrocolóides utilizados na preparação das emulsões foram: goma xantana (Kelco, Division of Merck & Co. Inc.); goma arábica (Quimis); goma locusta (Baker Chem. Co.); goma guar (Quimis); goma tragacanta (Quimis); alginato de sódio (ICI do Brasil); carragena (Marine Colloids); carboximetilcelulose de sódio (Merck); pectina de

alto e baixo teor de metoxilação (Baker Chem. Co.); amido modificado por fosfatação (Lorenal); amido de mandioca (Cia. Interan. de Prod. Alimen.) e gelatina (COBRAGE).

3.6. Reagentes

O corante tricrômico de Shorr foi utilizado para colorir o sistema carne-água-goma xantana na observação ao microscópio.

O azul de metileno foi utilizado para colorir a goma xantana dissolvida em água durante a observação ao microscópio.

O ácido periódico de Schiff foi usado para colorir os componentes glucosídios das células musculares durante a observação ao microscópio.

Os demais reagentes utilizados neste trabalho foram produtos pró-análise das marcas Merck, Carlo Erba e Baker.

3.7. Equipamentos

Os equipamentos utilizados neste trabalho foram:

- Agitador rotatório (New Brunswick G25);
- Agitador magnético Corning PC-351 (Hot plate stirrer);
- Balança analítica Mettler Modelo H 10;
- Balança semi-analítica marca Marte;
- Banho maria Fanem;
- Centrífuga Sorval Superspeed RC 2-B;
- Cronômetro;
- Cutter Kramer-Krebe;
- Digestor e destilador de proteínas;
- Embutideira Rohwer;

- Estufa retilínea a vácuo Fanem Modelo 320/1;
- Liquidificador Walita Modelo 11.000;
- Microscópio óptico;
- Fotomicroscópio óptico Zeiss II;
- Potenciômetro E 512;
- Tensiômetro Krüss.

4. MÉTODOS

4.1. Métodos Analíticos

4.1.1. Umidade

A umidade foi determinada segundo o método 7.003 descrito em AOAC (1970).

4.1.2. Gordura

A gordura foi determinada segundo o método 24.005 descrito em AOAC (1970).

4.1.3. Proteína

A proteína total foi determinada segundo o método 24.027 descrito em AOAC (1970).

4.2. Preparo do Sistema Carne-Água Contendo Diferentes Concentrações de Hidrocolóides.

Foi colocado num copo de liquidificador (Walita Mod. 11.000 vel. 4) a quantidade desejada de hidrocolóide e adicionou-se 100 ml de água destilada, misturando-se por 10 segundos. Adicionou-se 50 g de carne picada na mistura anterior e triturou-se por 1 minuto.

As concentrações de cada hidrocolóide adicionado foram 1; 2; 3; 4; 5 e 6%. Os hidrocolóides testados foram mencionados em 3.5.

4.3. Controle

O controle foi preparado como em 4.2 sem adição dos hidrocolóides.

4.4. Preparo da Dispersão Coloidal

Num copo de liquidificador (Walita Mod. 11.000 vel. 4) foi colocada a quantidade desejada do hidrocolóide, adicionou-se 100 ml de água destilada e misturou-se por 10 segundos.

4.5. Polifosfatos

O sistema formado por carne-água-polifosfato foi preparado de acordo com o procedimento descrito em 4.2; onde o polifosfato substituiu o hidrocolóide. As concentrações utilizadas do polifosfato foram 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5%.

O sistema formado por carne-água-goma xantana-polifosfato foi preparado como em 4.2, adicionando-se junto com o hidrocolóide o polifosfato nas concentrações de 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5%, sendo que foram preparados dois sistemas contendo 0,5 e 1,0% de goma xantana.

4.6. Gordura

No sistema carne-água, preparado como em 4.2, adicionou-se 6,0; 12,5; 25,0 e 30,0% de gordura. A gordura foi adicionada no final, homogenizando-se o sistema por 10 segundos no liquidificador.

4.7. Determinação da Capacidade Emulsificante

O procedimento para determinação da capacidade emulsificante foi baseado no método de SWIFT et al (1961). Colocou-se 6,3 g da amostra, como preparada em 4.2, 4.3 e 4.4, num bequer de 250 ml e adicionou-se 10 ml de solução de cloreto de sódio 1M; misturou-se os dois por 10 segundos (em Agitador Magnético Corning PC-531), a 420 rpm. Sem deixar de agitar, adicionou-se de uma só vez 50 ml de óleo

de soja e imediatamente após, adicionou-se continuamente o óleo de soja a uma velocidade de 0.2 ml/seg., até o colapso da emulsão, que foi observado pela diminuição brusca da viscosidade aparente da emulsão. Foram realizadas 5 determinações para cada amostra e a capacidade emulsificante foi expressa pela seguinte relação:

$$CE = \frac{\text{volume de óleo (mL)}}{\text{peso da amostra (g)}}$$

4.8. Determinação do Índice de Solubilidade de Nitrogênio

A determinação do índice de solubilidade de nitrogênio foi feita utilizando-se o método de INKLAAR e FORTUIN(1969).

Em um frasco erlenmeyer de 250 ml, pesou-se 30 g da amostra preparada como em 4.2 e adicionou-se 100 ml de água destilada e colocou-se em agitador rotatório a 50°C e 200 rpm durante uma hora. Centrifugou-se a suspensão por 30 minutos a 3100 x G. Colocou-se o sobrenadante num balão volumétrico de 250 ml. Fez-se nova extração com 100 ml de água destilada e juntou-se ao sobrenadante obtido nesta primeira extração ; acertou-se o nível a 250 ml com água destilada e então filtrou-se o líquido. Foram feitas 5 determinações para cada amostra e o índice de solubilidade de nitrogênio foi calculado segundo a fórmula:

$$ISN = \frac{\text{Proteína hidrossolúvel}}{\text{Proteína total}} \times 100$$

4.9 Determinação da Estabilidade ao Calor por Diferentes Métodos.

4.9.a. Determinação da Estabilidade ao Cozimento

A determinação ao cozimento do sistema carne-água-hidrocolóide foi feita utilizando-se o método de TOWNSEND et al(1968).

Colocou-se 20 g da amostra, como preparada em 4.2.e 4.3, em

tubos de vidro (20 x 2.5 cm) com tampa de teflon autoclavável os quais foram colocados em banho maria (pré-aquecido a 50°C) aumentando-se a temperatura 1°C por minuto até que a temperatura interna do produto atingiu 70°C. As amostras cozidas foram então removidas do banho, esfriadas e o líquido foi drenado por um período de 2 horas. Após determinação do volume do líquido drenado, foi calculada a estabilidade ao cozimento, a qual foi expressa como mililitros por grama. Foram feitas 5 determinações para cada amostra.

4.9.b. Determinação da Estabilidade do Sistema

Foi utilizado o método de MORRISON et al (1971) para determinar a estabilidade do sistema. Foram pesados 20 g da amostra, como preparada em 4.2. e 4.3, as quais foram colocadas em tubos de vidro (20 x 2.5 cm) com tampa de teflon autoclavável. Após o selamento dos tubos, estes foram aquecidos em banho maria durante 15 minutos à temperatura de 75°C. O peso do sistema foi determinado após a drenagem do exsudado. A estabilidade do sistema foi expressa como a relação entre os pesos do sistema após e antes do cozimento, multiplicado por 100. Foram feitas 5 determinações para cada amostra.

4.10. Determinação da Capacidade de Retenção de Água do Sistema

Para determinar a capacidade de retenção de água no sistema carne-água-hidrocolóide, foi utilizado o método de SMITH et al(1973). Foi pesada 1 g da amostra, como preparada em 4.2. e 4.3. previamente seca em estufa a vácuo por 20 h. a 105°C, e dispersou-se em 30 ml de solução contendo 3.5% de cloreto de sódio. O pH da dispersão foi ajustado para o valor de pH do sistema de carne de partida, adicionando-se ácido clorídrico 0.1 N ou hidróxido de sódio

0,1 N. Os tubos foram colocados num agitador rotatório a 200 rpm por 10 minutos; aquecendo a 85°C em banho maria por 15 minutos. Os tubos foram novamente colocados no agitador rotatório a 200 rpm por 10 minutos e centrifugados a 5150xG por 15 minutos. Eliminou-se o sobrenadante e inverteu-se os tubos por 10 minutos, pesou-se então o sistema (peso úmido).

Para determinação do peso seco, pesou-se 1,5 g de amostra úmida, como preparada em 4.2. e 4.3, e colocou-se em discos de alumínio previamente pesados sendo secados até peso constante em estufa a vácuo a 105°C. A capacidade de retenção de água foi expressa pela relação entre o peso úmido e o peso seco da amostra. Foram feitas 5 determinações para cada amostra.

4.11. Determinação da Tensão Superficial

Os valores de tensão superficial das dispersões coloidais das gomas a 20±1°C foram determinados pelo método do anel, como descrito por JAYCOCK e PARFITT (1986). Neste método, mediu-se a força necessária para desprender um anel de platina da superfície líquida, por meio da torção provocada num fio (Tensiômetro de du Nouy). Foram feitas 5 determinações para cada amostra.

4.12. Análise Microscópica dos Sistemas Carne-Água e Carne-Água-Goma Xantana

Foram preparados sistemas de carne com e sem xantana, como preparadas em 4.2 e 4.3, cruas e cozidas (75°C durante 15 minutos). As preparações foram estendidas com bastão de vidro sobre lâminas histológicas, á semelhança de preparações do tipo esfregaço sangüíneo, e colocadas para secar sobre uma placa aquecida a 40°C.

Após secagem, o material foi fixado, submetendo as lâminas a vapores de formol ou, alternativamente, imergindo-o em mistura de álcool-éter (V/V).

Foram realizadas várias colorações histológicas: Hexamatxilina de Erlich, Eosina, Azul de metileno, Tricrômico de Shorr e Ácido Periódico de Schiff (BANCROFT, 1975).

Os esfregaços histológicos foram examinados e fotografados com filme Kodacolor VR/100 Asa ao Fotomicroscópio II da Zeiss.

4.13. Elaboração das Salsichas

4.13a. Fórmula

Foram preparadas salsichas na planta piloto do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL - Campinas). A formulação do controle utilizada foi a seguinte:

| | |
|---------------------|--------|
| Carne bovina | 7,0 Kg |
| Toucinho | 1,4 Kg |
| Sal | 2,5% |
| Amido de Mandioca | 2,0% |
| Açúcar | 0,74% |
| Pimenta branca | 0,15% |
| Coentro | 0,12% |
| Fumarom | 0,06% |
| Eritorbato de Sódio | 0,06% |
| Nitrito de Sódio | 0,018% |
| Glutamato de Sódio | 0,2% |
| Gelo | 15,0% |

Também foram preparadas salsichas usando 1,0% da goma guar e 1,0% de goma xantana em substituição a 2% de amido de mandioca.

4.13b. Procedimento

A carne e o toucinho foram moídos, separadamente, num disco de 1/4 de polegada. A carne foi triturada por 2 minutos em cutter com 1/4 de gelo e sal. Adicionou-se, a seguir, os condimentos, o critorbato de sódio, o nitrito de sódio e mais 1/4 do gelo; triturando-se por mais 30 segundos. Juntou-se a goma e moeu-se por 30 segundos. A seguir, acrescentou-se todo o toucinho e o restante do gelo, moendo-se por mais 1,0 minuto. Fez-se vácuo na massa para a retirada do ar.

A massa foi colocada na embutideira. Embutiu-se em tripa celulósica de 18 mm de diâmetro. Colocou-se na estufa, onde durante os primeiros 15 minutos de tratamento térmico (50°C) ocorreu o avermelhamento das salsichas. Após 30 minutos (50°C) ocorreu a secagem destas e, o cozimento foi feito a 75°C por 90 minutos. As salsichas foram retiradas da estufa e resfriadas num chuveiro durante 20 minutos. Retiraram-se as tripas e embalaram-se à vácuo; mantendo-as sob refrigeração, a 5°C por 20 dias.

4.14. Determinação da Textura

Para avaliação do perfil de textura foi utilizado um Instron Universal Testing Machine (Modelo 1130) como recomendado por FOEGEDING e RAMSEY (1986). Foram usadas 10 amostras de cada preparação; cada amostra mediu 14 mm de diâmetro e 60mm de comprimento.

4.15. Avaliação Sensorial

Para a avaliação sensorial as amostras das salsichas foram preparadas pelo aquecimento em água fervente durante 4 minutos e, posteriormente colocadas em banho maria a 60°C. Foram utilizados 31 provadores selecionados nos testes de preferência. A cada provador foram oferecidos 2 pedaços de 10 g de cada amostra, servidos em pratos brancos marcados com 3 dígitos ao acaso. Os testes foram realizados em cabines individuais com água corrente e luz fluorescente. Os provadores foram instruídos para avaliar a preferência do produto. A escala usada foi a hedônica de 9 pontos, onde o provador atribuiu um valor numérico segundo sua preferência para descrever quanto gostou ou desgostou.

4.16 Análise Estatística

O experimento foi designado como um bloco ao acaso e os dados foram submetidos a análise de variância segundo o método de STEEL e TORRIE (1960).

4.17 Enlatamento das Salsichas .

No enlatamento de salsichas foi utilizado o procedimento de GOMIDE et al (1967). Foram acondicionadas nove salsichas em latas de 90 x 75 mm. As quais foram enchidas com solução de ascorbato de sódio 0,05% à temperatura de 26°C. As latas foram recravadas e esterilizadas a 115°C por 90 min., em autoclave vertical. Após isso, foram resfriadas por imersão em água e procedeu-se a determinação da gordura liberada na solução de ascorbato de sódio e da gordura residual na salsicha. Foram feitas 3 determinações para cada amostra.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Tensão Superficial das Dispersões Coloidais

A tensão superficial é definida como o trabalho necessário para aumentar a superfície em uma unidade de área, por meio de um processo isotérmico e reversível (SHAW, 1975). Os hidrocolóides em água formam dispersões que modificam alguns parâmetros físicos destas, podendo por tal motivo, serem utilizados como estabilizantes de emulsões e espumas (BLANSHARD, 1970), onde atuam como emulsificantes auxiliares por aumentarem a viscosidade da fase contínua(água) e com isso diminuírem a tendência natural das gotas de óleo coalescerem (BECHER, 1965). No entanto, alguns pesquisadores observaram que os hidrocolóides reduzem a tensão superficial pela formação de filmes interfaciais, ou seja, atuariam como emulsificantes primários (BLANSHARD, 1970).

O Quadro 1 mostra os valores da tensão superficial a 20°C de soluções contendo 0,25; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% de diferentes hidrocolóides. É interessante ressaltar que o controle da temperatura tem que ser feito, pois na maioria dos líquidos a tensão superficial diminui linearmente com o aumento da temperatura (SHAW, 1975). Do Quadro 1 podemos observar que somente os hidrocolóides amido modificado, amido de mandioca, pectina de alto teor de grupos metoxila, pectina de baixo teor de grupos metoxila não diminuíram a tensão superficial da água (72,8 dinas/cm), sendo que a maior diminuição foi dada pela goma tragacanta. Neste mesmo Quadro 1, pode-se verificar também que o abaixamento da tensão superficial é independente da concentração utilizada do hidrocolóide, já que as concentrações usadas estão acima do valor da concentração crítica de micela (SHAW, 1975). O abaixamento da tensão superficial,

provavelmente, é função da forma que a molécula adquire em solução, já que a quantidade de água ligada depende deste fator, e quanto maior a quantidade de água ligada, menor a tensão superficial, devido a que esta é função da força de ligação entre as moléculas do líquido. Deve se observar que a força de ligação entre as moléculas de água é maior do que a força de ligação entre as moléculas de água e do hidrocolóide, portanto quanto mais água o hidrocolóide ligar menor o trabalho necessário para aumentar a superfície, desta forma, menor a tensão superficial (JAYCOCK e PARFITT, 1986).

5.2 Seleção dos Hidrocolóides.

Baseando-se no fato de que as emulsões são dispersões líquidas onde há uma forte tendência de desestabilização ou separação da fase dispersa e que a adição de um polissacarídeo apropriado aumenta a viscosidade da fase aquosa podendo minimizar esta tendência (SANDERSON, 1981), e que segundo o Quadro 1, alguns hidrocolóides abaixaram a tensão superficial, estudou-se o comportamento de diferentes hidrocolóides a diferentes concentrações na estabilidade do sistema carne-água durante o processamento térmico, conforme metodologia descrita em 4.9b (Quadro 2).

No Quadro 2 estão relacionados os hidrocolóides testados e pode-se observar que somente as gomas guar, locusta, xantana e mistura xantana-locusta proporcionaram estabilidade ao sistema carne-água variando de 88,4 a 99,0% na concentração de 1,0%. Quando a concentração foi aumentada para 2,0% estes mesmos hidrocolóides proporcionaram 100% de estabilidade ao sistema. Pode se observar também que a goma xantana foi a que proporcionou maior estabilidade ao sistema (99%) já na concentração de 1%, o que é explicado pela sua capacidade de formar soluções altamente viscosas e estáveis ao calor (SYMES, 1980). A estabilidade do sistema carne-água mostrada

QUADRO 1. Efeito da tensão superficial em dispersões contendo diferentes concentrações de hidrocolóides. Tensão superficial da água a 20°C = 72,8 (dinas/cm).

| Hidrocolóide | Tensão Superficial (dinas/ cm) | | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|------|------|------|------|
| | Concentração (%) | | | | |
| | 0,25 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| Alginato | 55,0 | 55,0 | 55,0 | 55,0 | 55,0 |
| Amido modificado | 70,0 | 70,0 | 70,0 | 70,0 | 70,0 |
| Amido de mandioca | 71,0 | 71,0 | 71,0 | 71,0 | 71,0 |
| Goma Arábica | 56,0 | 56,0 | 56,0 | 56,0 | 56,0 |
| Carragena | 59,0 | 59,0 | 59,0 | 59,0 | 59,0 |
| Carboximetilcelulose | 58,0 | 58,0 | 58,0 | 58,0 | 58,0 |
| Gelatina | 59,0 | 59,0 | 59,0 | 59,0 | 59,0 |
| Goma Guar | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 |
| Goma Locusta | 57,0 | 57,0 | 57,0 | 57,0 | 57,0 |
| Pectina BTM* | 68,0 | 68,0 | 68,0 | 68,0 | 68,0 |
| Pectina ATM** | 68,0 | 68,0 | 68,0 | 68,0 | 68,0 |
| Goma Tragacanta | 52,0 | 52,0 | 52,0 | 52,0 | 52,0 |
| Goma Xantana | 59,0 | 59,0 | 59,0 | 59,0 | 59,0 |
| Goma Locusta + Goma Xantana | 58,0 | 58,0 | 58,0 | 58,0 | 58,0 |

* Baixo Teor de Grupos Metoxila

** Alto Teor de Grupos Metoxila

pelas gomas guar, locusta, e mistura xantana-locusta durante o processamento térmico é devido à estabilidade ao calor destes hidrocolóides em solução (WALLINGFORT e LABUZA, 1983).

Entretanto, o efeito protetor da carragena (na concentração de 1,0%) foi bem menor que o dos hidrocolóides acima citados, pelo fato de suas soluções serem mais afetadas pela elevação da temperatura (Jones, 1972), e também devido ao fato de que as moléculas de carragena em solução existirem como cadeias ao acaso necessitando de resfriamento ou de maior concentração para formar a rede tridimensional que dará origem ao gel (REES, 1969). A concentração de 2,0% foi suficiente para proporcionar 100% de estabilidade, porque a esta concentração a viscosidade de suas soluções após o tratamento térmico é suficiente para manter a estabilidade do sistema carne-água, mesmo sofrendo efeito térmico.

Foram selecionados os seguintes hidrocolóides: goma guar, goma locusta, carragena, goma xantana, além da mistura xantana-locusta para os estudos posteriores, com base nos fatos de que proporcionaram um valor de 100% na estabilidade do sistema, a concentração máxima é de 2% e de que estas mesmas gomas abaixaram a tensão superficial da água.

Em relação aos outros hidrocolóides listados no Quadro 2, pode-se observar que pectina de alto teor de grupos metoxila só proporcionou 100% de estabilidade no sistema carne-água na concentração 3,0%. Enquanto que, a pectina de baixo teor de grupos metoxila só apresentou 100% de estabilidade na concentração de 5,0%. Isto deve-se ao fato de que as soluções de pectina não apresentam viscosidades comparáveis às dos hidrocolóides selecionados, após tratamento térmico (JONES, 1972).

A goma arábica formou sistemas pouco estáveis ao cozimento nas concentrações utilizadas devido a formar soluções pouco viscosas (JONES, 1972). O mesmo fato aconteceu também com

Quadro 2. Efeito da concentração de diferentes hidrocolóides na estabilidade do sistema carne-água

| Concentração do Hidrocolóide(%) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Hidrocolóide | Estabilidade do Sistema* | | | | | |
| CMC | 40,0±1,6 | 40,0±1,6 | 40,5±1,6 | 44,0±1,4 | 49,0±1,4 | 55,0±1,4 |
| Tragacanta | 45,0±1,4 | 60,8±1,0 | 78,5±0,8 | 96,0±0,6 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 |
| Guar | 90,5±0,8 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 |
| Carragena | 57,0±1,4 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 |
| Xantana | 99,0±0,0 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 |
| Arábica | 40,8±1,4 | 40,8±1,4 | 40,8±1,4 | 41,6±1,0 | 43,2±1,0 | 45,2±1,0 |
| Gelatina | 50,2±1,0 | 50,3±1,0 | 50,3±1,0 | 51,1±1,0 | 54,4±1,0 | 58,9±1,0 |
| Alginato | 40,0±1,0 | 64,5±1,0 | 67,8±1,0 | 84,4±0,8 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 |
| Amido Modificado | 50,0±1,0 | 54,3±1,0 | 56,8±1,0 | 67,3±1,0 | 92,6±0,6 | 97,0±0,6 |
| Pectina ATM | 39,8±1,6 | 58,0±1,2 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 |
| Pectina BTM | 39,8±1,6 | 41,8±1,4 | 41,9±1,4 | 56,4±1,4 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 |
| Locusta | 91,0±1,0 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 |
| Xantana-Locusta * | 89,0±0,6 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 | 100,0±0,0 |
| Amido de Mandioca | 44,0±1,4 | 48,0±1,4 | 56,2±1,2 | 64,4±1,2 | 71,0±1,2 | 81,0±1,0 |

*Relação entre o peso da amostra após tratamento térmico e o peso inicial (expresso em porcentagem).
O sistema carne-água foi utilizado como controle e apresentou 39,0% de estabilidade.

CMC = carboximetilcelulose de sódio

ATM = alto teor de metoxilação

BTM = baixo teor de metoxilação

** = 50,0% de cada hidrocolóide

carboximetilcelulose, que apesar de formar soluções viscosas a baixas concentrações, sofre degradação pelo tratamento térmico (BATDORF e ROSSMAN, 1973).

Os amidos utilizados, mesmo na concentração de 6,0%, não proporcionaram 100% de estabilidade no sistema. Isto ocorreu devido à influência da temperatura, pois o amido de mandioca desintegra-se rapidamente após aquecimento prolongado (SCHOCH, 1967). No caso do amido modificado por fosfatação, este apresentou também baixa resistência térmica, porque amidos modificados são influenciados pelo aquecimento prolongado (LUALLEN, 1985). A gelatina não proporcionou boa estabilidade ao sistema em todas as concentrações testadas, pois as soluções de gelatina são afetadas pelo aumento da temperatura o que evita a formação do gel (ANDRÉS, 1975b).

O sistema contendo goma tragacanta apresentou 100% de estabilidade somente à concentração de 5,0%, quando formou um gel, o mesmo acontecendo com o sistema contendo alginato. Isto é explicado pelo fato dos hidrocolóides alginato e goma tragacanta só serem estáveis ao calor quando formam associações intermoleculares que dão origem a rede tridimensional (GRANT et al, 1973).

QUADRO 3. Efeito da adição de baixas concentrações dos hidrocolóides que proporcionaram 100% de estabilidade no sistema carne-água, na concentração de 2% .

| Conc. % | Guar | Carragena | Locusta | Xantana | Xantana + Locusta * |
|---------|----------|-----------|----------|----------|------------------------|
| 0,5 | 54,0±1,0 | 55,0±1,2 | 53,0±1,2 | 58,2±0,8 | 65,3±1,0 |
| 0,4 | 49,0±1,0 | 50,0±1,2 | 44,5±1,2 | 52,0±0,8 | 56,8±1,0 |
| 0,3 | 45,0±1,0 | 49,0±1,2 | 39,8±1,0 | 48,4±0,8 | 52,0±1,0 |
| 0,2 | 45,0±1,0 | 43,0±1,2 | 39,0±1,0 | 46,3±1,0 | 48,0±1,0 |
| 0,1 | 45,0±1,0 | 42,0±1,2 | 39,0±1,0 | 46,0±1,0 | 48,0±1,0 |

Os resultados estão expressos em porcentagem. O sistema carne-água foi utilizado como controle e apresentou 39% de estabilidade. * 50% de cada hidrocolóide.

Pelo Quadro 3 pode-se observar que nas concentrações menores ou iguais a 0,5%, a estabilidade do sistema carne-água ao calor diminui drasticamente com todos os hidrocolóides utilizados, com exceção da carragena que só diminui 3,5% em relação à concentração de 1,0%. Entretanto, com as gomas guar, locusta, xantana e a mistura xantana-locusta a estabilidade do sistema diminuiu 40,3, 41,7, 41,4 e 26,6% respectivamente, visto que, a redução da concentração do hidrocolóide de 1,0 para 0,5% diminui drasticamente a viscosidade do sistema, porque o número de moléculas do hidrocolóide é menor, diminuindo assim, o efeito protetor ao calor que uma molécula exerce sobre a outra, o que leva a maior degradação das moléculas (SCAMPARINI, 1985).

O alto valor na estabilidade do sistema obtido com a mistura das gomas xantana-locusta (65,3%) foi devido à forte interação entre as moléculas de goma xantana e goma locusta que provocaram a formação de gel (KOVACS, 1973). No sistema de carne-goma locusta-goma xantana a carne (pequenos pedaços livres) não tinha qualquer ligação entre si, pois as proteínas do exsudado são as responsáveis pela função de ligar os pedaços de carne já que a gelificação diminui a solubilização das proteínas miofibrilares. Isto já foi demonstrado em estudos feitos em fiambre de carne de ave (FRONING, 1966; MAESSO et al, 1970; SCHNELL et al, 1970; VADEHRA e BAKER, 1970; ACTON, 1972a, b), fiambre de carnes vermelhas (PEPPER e SCHMIDT, 1975; MOORE et al, 1976; SIEGEL et al, 1978a,b; THENO et al, 1978a, b, c) e em hidrolisados de pele de porco e boi utilizados como emulsificantes em emulsões de carne (SATTERLEE e ZACHARIAH, 1973).

Baseado nos dados dos Quadros 2 e 3 a concentração escolhida dos hidrocolóides a serem utilizados nos outros experimentos foi de 1,0%.

5.3. Estabilidade ao Calor por Diferentes Métodos

5.3a. Estabilidade ao Cozimento.

A estabilidade ao cozimento foi determinada utilizando o método de TOWNSEND et al (1968) o qual está descrito em 4.9a. Durante este teste é importante manter a temperatura do banho maria constante (70°C), já que, a quantidade de suco liberada é função da intensidade do tratamento térmico (WIERBICKI et al, 1957; HAMM, 1960; ACTON e SAFFLE, 1972).

Do Quadro 4 pode-se observar que a goma xantana foi a que melhor reteve a água do sistema, seguida pela goma guar, as quais liberaram respectivamente 0,01 ml e 0,08 ml de suco por g do sistema após cozimento. Isto se deve à maior capacidade de retenção de água destes hidrocolóides em relação aos outros quando submetidos ao tratamento térmico devido, possivelmente, a suas moléculas assumirem formas em solução (a temperaturas mais altas) que possibilitam uma maior retenção de água, aumentando não somente o rendimento do produto, como também a interação entre as partículas de carne pela diminuição da água não ligada, diminuindo assim, a perda de proteínas miofibrilares formando um sistema estável (SIEGEL et al, 1979b).

A goma guar e a goma xantana a concentrações de 1,0% reduzem mais a sinerese dos sistemas carne-água, quando comparadas ao isolado protéico de soja que são usados em fiambres de carne de boi (MOORE et al, 1976), porco (WILLIAMS e ZABIK, 1975), peru (KARDOUCHE et al, 1978) e presuntada (SIEGEL et al, 1979a). O sistema contendo goma locusta mostrou um valor alto de estabilidade ao cozimento, o que não foi real, já que, ela não formou um sistema homogêneo apesar de proporcionar alta viscosidade (JONES, 1972); algumas partículas da goma ficaram não dissolvidas em solução e impediram a ligação entre as partículas de carne.

QUADRO 4. Efeito dos hidrocolóides utilizados na elaboração de um sistema carne-água durante o teste de estabilidade ao cozimento.

| Sistema preparado com 1% de hidrocolóide | Estabilidade ao Cozimento |
|---|---------------------------|
| | Caldo liberado (ml) |
| Carne-água (C-A) | 0,55 ± 0,01 |
| C-A-Xantana | 0,01 ± 0,00 |
| C-A-Guar | 0,08 ± 0,01 |
| C-A-Xantana-Locusta | 0,10 ± 0,01 |
| C-A-Locusta | 0,10 ± 0,01 |
| C-A-Carragena | 0,49 ± 0,01 |

ml de caldo liberado por g do sistema

5.3b. Estabilidade do Sistema

O teste da estabilidade do sistema tem por finalidade determinar o tempo que um sistema pode ser mantida estável quando submetido ao tratamento térmico. Grande número de pesquisadores (CHELMER e SAFFLE, 1963, TOWNSEND et al, 1968; MORRISON et al, 1971; DENG et al, 1976, SCHUT, 1976) indicam a conveniência de manter constantes a concentração de sal, o pH do sistema, o tipo de carne utilizado, a quantidade de água adicionada, a temperatura da mistura e o processamento, durante a determinação da estabilidade do sistema. Nestes experimentos todos os fatores acima mencionados foram mantidos constantes para todas as determinações.

Do Quadro 5 (extraído do Quadro 2) podemos observar que o sistema formado por carne-água-goma xantana (1,0%) foi o mais estável (99,0%), o que se justifica devido à grande capacidade que possui a goma xantana para ligar água, além de sua estabilidade ao calor (WALLINGFORD e LABUZA, 1983). A mistura das gomas xantana (0,5%)-locusta (0,5%) mostrou, também, valores altos na estabilidade

QUADRO 5. Efeito dos hidrocolóides utilizados na elaboração de um sistema carne-água durante o teste de estabilidade da emulsão.

| Sistema preparado com 1,0% de hidrocolóide | Estabilidade do Sistema % |
|--|---------------------------|
| Carne-Água (C-A) | 39,0 ± 1,6 |
| C-A-Xantana | 99,0 ± 0,0 |
| C-A-Guar | 90,5 ± 0,8 |
| C-A-Xantana-Locusta | 89,0 ± 0,6 |
| C-A-Locusta | 91,0 ± 1,0 |
| C-A-Carragena | 57,0 ± 1,4 |

(Peso do Sistema Após Cozimento/Peso do Sistema Antes do Cozimento) x 100

da emulsão (89,0%) e podem ser comparados aos obtidos por SIEGEL et al (1979 a) quando utilizaram isolado protéico de soja (91,0%). Apesar destes valores altos, esta mistura não proporcionou um sistema homogêneo, já que a carne encobria a água que era observada em grande volume no meio da pasta cozida, sendo difícil sua eliminação (por decantação) para se obter o peso real do sistema após tratamento térmico, do que se conclui que esta mistura não proporcionou boa estabilidade ao sistema, sendo o mesmo fato observado quando a estabilidade ao calor foi determinada pelo método de TOWNSEND et al (1968). No mesmo Quadro 5, podemos observar que a goma guar, cujas soluções são altamente viscosas, também proporcionou uma estabilidade elevada do sistema (90,5%), o que justifica seu uso em produtos de carne enlatada (SANDERSON, 1981). Apesar da goma locusta apresentar um alto valor de estabilidade, este não foi real devido à formação de um sistema não homogêneo, como aconteceu quando determinou-se o efeito do cozimento no mesmo sistema usando o método de TOWNSEND et al, (1968).

B.4. Capacidade Emulsificante.

B.4a. Capacidade Emulsificante dos Hidrocolóides Seleccionados.

O Quadro 6 mostra os valores da capacidade emulsificante obtidos para os hidrocolóides utilizados no preparo de sistemas carne-água. Neste mesmo Quadro 6, pode-se observar que a capacidade emulsificante não varia significativamente, quando foi misturado ao sistema carne-água, utilizando a metodologia descrita em 4.7, as gomas guar e carragena, assim como a goma locusta e mistura das gomas xantana e locusta. Este comportamento, provavelmente, é devido à capacidade destas gomas de interagir e formar gel ligando grande quantidade de água e, com isso aumentar a rigidez da molécula de proteína e trazer como consequência uma capacidade emulsificante similar ao controle (ELFAK et al. 1979). O mesmo ocorreu nos estudos de IVEY et al (1970) e MORRISON et al (1971) que demonstraram que a fase contínua (proteína-água) de uma emulsão contendo carne magra, sal, óleo de soja e alto nível de água (40 - 70%) foi comparativamente igual, em termos de capacidade emulsificante, a sistemas onde a carne foi substituída por extrato protéico de carne neste mesmo experimento. Isto deve-se ao fato de que, num sistema mais diluído, a interação proteína-proteína pode ser diminuída aumentando a área superficial que a proteína pode cobrir e, portanto, aumentando a capacidade emulsificante da proteína até o limite máximo de eficiência como agente emulsificante (CHAQ et al, 1973).

Dos hidrocolóides utilizados a goma xantana foi a que proporcionou a capacidade emulsificante mais elevada, ou seja, 11% maior que o controle, devido à maior capacidade que a goma tem para interagir com água e de produzir um aumento na viscosidade da fase contínua (WALLINGFORD et LABUZA, 1983); o que leva a uma diminuição

QUADRO 6. Capacidade Emulsificante dos hidrocolóides em emulsões contendo carne.

| Sistema preparado com 1.0% de hidrocolóide | Capacidade Emulsificante * |
|--|----------------------------|
| Carne-água (C-A) | 20,00 ± 0,12 |
| C-A-Xantana | 22,22 ± 0,13 |
| C-A-Guar | 21,59 ± 0,11 |
| C-A-Xantana-Locusta | 20,15 ± 0,06 |
| C-A-Locusta | 20,32 ± 0,06 |
| C-A-Carragena | 21,43 ± 0,08 |

* ml de óleo adicionado/6.3g da emulsão.

na interação entre a fase contínua e a fase dispersa, provocando um aumento na capacidade emulsificante do sistema e incorporando assim, maior quantidade de óleo do que os outros hidrocolóides (CHAQ et al, 1973). Posteriormente, isto foi demonstrado pelas fotografias onde se observa que nos sistemas de carne formados com goma xantana, esta se distribuiu homogeneamente entre as fibrilas musculares (Foto 4), evitando que estas últimas, ao permanecer entrelaçadas formem grumos como observado na preparações sem goma xantana (Fotos 2 e 5).

5.4b Capacidade Emulsificante dos Hidrocolóides Selecionados em Sistemas Óleo-Água.

O Quadro 7, mostra os valores das capacidades emulsificantes dos hidrocolóides quando não foi adicionada carne ao sistema (preparados como em 4.4). A capacidade emulsificante foi determinada como em 4, 7 e, pode-se observar que os valores das capacidades emulsificantes obtidas são bastante similares entre si.

QUADRO 7. Capacidade emulsificante dos hidrocolóides selecionados

| Hidrocolóide 1.0% | Capacidade Emulsificante |
|----------------------|--------------------------|
| Água-Xantana | 28,88 ± 0,08 |
| Água-Guar | 27,46 ± 0,07 |
| Água-Xantana-Locusta | 28,40 ± 0,19 |
| Água-Locusta | 28,09 ± 0,04 |
| Água-Carragena | 27,30 ± 0,08 |

* ml de óleo adicionado/6,3g de suspensão (água-hidrocolóide)

Comparando os valores obtidos da capacidade emulsificante dos hidrocolóides (Quadro 7) com os valores obtidos da capacidade emulsificante para o sistema modelo carne-água-hidrocolóide (Quadro 6), pode-se dizer que estes hidrocolóides atuam como estabilizantes dispendo-se entre as fibrilas musculares aumentando a viscosidade da fase contínua. Isto foi demonstrado pelas fotomicrografias de sistemas de carne contendo goma xantana (Foto 4).

5.4c Capacidade Emulsificante dos Hidrocolóides na Concentração que Proporciona Maior Estabilidade ao Sistema.

O Quadro 8 mostra os resultados obtidos para a capacidade emulsificante dos hidrocolóides, nas concentrações que proporcionaram maior estabilidade ao sistema, preparados conforme metodologia 4.2, utilizados na elaboração de um sistema carne-água-hidrocolóide. A maior capacidade emulsificante foi obtida com os amidos modificados e de mandioca na concentração de 6,0%, já

QUADRO 8. Efeito dos hidrocolóides utilizados na elaboração de um sistema carne-água na capacidade emulsificante.

| Sistema * | Capacidade Emulsificante ** |
|--------------------------|-----------------------------|
| Carne-Água (C-A) | 20,00 ± 0,12 |
| C-A-Amido Modificado 6% | 36,51 ± 0,11 |
| C-A-Amido de Mandioca 6% | 28,73 ± 0,08 |
| C-A-Tragacanta 5% | 12,94 ± 0,05 |
| C-A-Pectina ATM 3% | 10,32 ± 0,16 |
| C-A-Pectina BTM 5% | 9,84 ± 0,04 |
| C-A-Alginato 5% | 8,57 ± 0,03 |

* preparado com as concentrações que proporcionaram maior de estabilidade ao sistema .

** ml de óleo adicionado/6,3g da emulsão.

que formam gel a esta concentração o que permite uma maior incorporação de óleo, pois é maior a barreira que separa as gotículas dispersas. Os outros hidrocolóides abaixaram a capacidade emulsificante do sistema carne-água em concentrações que proporcionaram um valor de 100% na estabilidade do sistema (Quadro 2), o que leva a concluir que não há uma relação direta entre estabilidade e capacidade emulsificante.

5.5. Características Físico-Químicas dos Sistemas Carne-Água-Hidrocolóide.

O Quadro 9 mostra o efeito dos hidrocolóides, na concentração de 1,0%, nos parâmetros envolvidos na elaboração de um sistema carne-água. Dos resultados apresentados no Quadro 9 pode-se dizer que as propriedades intrínsecas das diferentes gomas são

responsáveis pelas diferenças encontradas entre os sistemas. Nestas propriedades podemos incluir a conformação da molécula em solução, a capacidade para interagir com água, a solubilidade, a estabilidade ao calor e o modelo reológico de suas soluções

Dos hidrocolóides utilizados, a goma xantana foi a que apresentou maior capacidade de retenção de água. Esta alta capacidade de retenção de água é devida à conformação de sua molécula em solução, bem como, a sua estrutura química característica, pelo que, forma soluções altamente viscosas a baixas concentrações à temperatura ambiente (MORRIS et al, 1977) . Neste mesmo Quadro 9, podemos observar que os valores das capacidades de retenção de água dos outros hidrocolóides utilizados são, aproximadamente, iguais. A menor capacidade de retenção de água corresponde ao controle (carne-água). O controle reteve a menor quantidade de água, já que, neste sistema somente as proteínas actina e miosina são as responsáveis pela retenção da água (PEDERSEN, 1984).

O índice de solubilidade de nitrogénio emprega-se comumente para medir a intensidade dos tratamentos térmicos a que são submetidas as proteínas durante o processamento de um alimento. Este índice mede o grau de desnaturação da proteína. Um índice de solubilidade de nitrogénio elevado indica a existência de uma elevada concentração de proteína na solução (por exemplo, no Quadro 9, o valor obtido para o controle foi de 43.74%; logicamente e de se esperar uma perda do valor nutritivo da emulsão de carne (RANDALL, 1979). O uso de hidrocolóides diminuiu o grau de desnaturação das proteínas do sistema carne-água, como pode se observar pelo Quadro 9 que o índice de solubilidade de nitrogénio do sistema carne-água foi muito superior (43.74%) ao valor obtido para os sistemas contendo hidrocolóides testados (Guar 25.12%; locusta-xantana 27.28%; locusta 30.36% e carragena 30.57%), sendo que a goma xantana apresentou o menor valor (11.11%). Isto indica,

QUADRO 9. Efeito dos hidrocolóides selecionados na concentração de 1.0%, nas características físico-químicas dos sistemas carne-água-hidrocolóide.

| Sistema preparado com 1.0% de hidrocolóide | pH | CRA | Umidade da pasta % | Proteína hidrossolúvel % | ISN % |
|--|-----|------------|--------------------|--------------------------|------------|
| Carne-Água (C-A) | 5.6 | 8.06±0,10 | 81.55±0,24 | 8.50±0,20 | 43.74±0,20 |
| C-A-Xantana | 5.6 | 16.46±0,20 | 93.40±0,24 | 2.16±0,20 | 11.11±0,20 |
| C-A-Guar | 5.6 | 10.30±0,50 | 90.37±0,28 | 4.88±0,20 | 25.12±0,20 |
| C-A-Locusta-Xantana | 5.6 | 10.20±0,60 | 89.69±0,30 | 5.30±0,10 | 27.28±0,30 |
| C-A-Locusta | 5.6 | 10.26±0,50 | 89.17±0,20 | 5.90±0,10 | 30.36±0,20 |
| C-A-Carragena | 5.6 | 10.21±0,50 | 90.08±0,20 | 5.94±0,10 | 36.57±0,30 |

CRA=Capacidade de retenção de água. ISN=Índice de Solubilidade de Nitrogênio.

segundo FOEGEDING e RAMSEY (1986), a existência de uma interação entre o hidrocolóide-água que impede a perda das proteínas que serão solubilizadas no exsudado. A observação ao microscópio mostra que não há interação entre a goma xantana e as proteínas do sistema carne-água e como a capacidade de retenção de água é maior para o sistema formado por carne-água-goma xantana, podemos concluir que a menor concentração de proteína na solução neste sistema (proteína hidrossolúvel) é devido a maior interação entre a goma xantana e a água.

5.6. Influência da Adição de Polifosfato no Sistema Carne-Água.

O Quadro 10 mostra o efeito de diferentes concentrações de polifosfato no sistema carne-água após cozimento. Pode-se observar que na medida em que a concentração aumenta, o volume de caldo

liberado diminui, enquanto que, a estabilidade ao cozimento aumenta. Para explicar isto, admite-se que o efeito dos polifosfatos deve-se principalmente à sua interação com as proteínas miofibrilares, onde dissociam o complexo actomiosina favorecendo a solubilidade da actina e miosina (KOTTER e FISCHER, 1975; HONIKEL, 1984). Esta solubilidade deve-se ao fato dos polifosfatos desenrolarem estas cadeias protéicas expondo, desta forma, uma maior superfície para hidratação (JEFFREY, 1983; TROUT e SCHMIDT, 1984 ; FLORES e BERMELL, 1985).

O Quadro 10 mostra também o efeito da concentração de polifosfato num sistema carne-água-goma xantana durante o tratamento térmico. Foi utilizada a concentração de 1.0% de goma xantana para formar o sistema e pode-se observar que a quantidade de caldo liberado não foi influenciada praticamente pela presença do polifosfato.

Para se obter dados mais representativos foi diminuída a concentração de goma xantana de 1.0% para 0.5% no sistema carne-água (Quadro 10). Nesta concentração pode-se observar uma diminuição no volume do caldo liberado, na medida em que aumenta-se a concentração do polifosfato, pois quando se usou 0.5% de polifosfato obteve-se a menor perda de caldo. Embora não exista nenhum estudo que possa explicar a existência de alguma interação entre a goma xantana e os polifosfatos (todos os dois são moléculas retentoras de água) pode-se supor que estes compostos diminuem a força da rede proteica, já que a consistência da massa da emulsão foi mais suave do que para as emulsões só com goma xantana ou só com polifosfato. Isto está de acordo com o observado por HARGETT et al (1980) quando testaram diferentes polifosfatos na estabilidade de emulsões de carne.

Os polifosfatos na concentração de 0.5% mostraram ser melhores retentores da água do que os hidrocolóides na mesma concentração (Quadro 3). Não foram ensaiadas concentrações maiores porque a

Quadro 10: Efeito da concentração do polifosfato (P) nos sistemas carne-água (C-A); carne-água-goma xantana(1%) (C-A-X) e carne-água-goma xantana (0,5%) durante o teste da estabilidade ao cozimento.

| Sistema | Estabilidade ao Cozimento (ml/g) | | | | | |
|----------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Concentração do Polifosfato (%) | | | | | |
| | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| C-A | 0,55±0,01 | | | | | |
| C-A-P | | 0,50±0,01 | | | | |
| C-A-P | | | 0,43±0,01 | | | |
| C-A-P | | | | 0,40±0,01 | | |
| C-A-P | | | | | 0,34±0,01 | |
| C-A-P | | | | | | 0,34±0,01 |
| C-A-X(1%) -P | 0,01±0,00 | | | | | |
| C-A-X(1%) -P | | 0,01±0,00 | | | | |
| C-A-X(1%) -P | | | 0,01±0,00 | | | |
| C-A-X(1%) -P | | | | 0,00±0,00 | | |
| C-A-X(1%) -P | | | | | 0,00±0,00 | |
| C-A-X(1%) -P | | | | | | 0,00±0,00 |
| C-A-X(0,5%) -P | 0,34±0,01 | | | | | |
| C-A-X(0,5%) -P | | 0,31±0,01 | | | | |
| C-A-X(0,5%) -P | | | 0,30±0,01 | | | |
| C-A-X(0,5%) -P | | | | 0,27±0,01 | | |
| C-A-X(0,5%) -P | | | | | 0,24±0,01 | |
| C-A-X(0,5%) -P | | | | | | 0,20±0,01 |

legislação brasileira só permite o uso de, no máximo, 0,5% de polifosfatos em alimentos (Decreto Lei nº 55.871). As misturas polifosfato-goma xantana produziram uma massa mais suave diminuindo significativamente a perda do caldo durante o cozimento. Isto também foi observado em sistemas onde adicionaram polifosfatos, proteínas e gomas(alginato) para diminuir o nível de sal para as massas de salsicha (WHIRING, 1984).

5.7. Efeito da Adição de Gordura.

A gordura de porco foi utilizada nas concentrações 6,0; 12,5; 25,0 e 30,0%. O efeito destas concentrações nos sistemas carne-água, carne-água-hidrocolóide e carne-água-polifosfato pode ser observado no Quadro 11.

Neste Quadro 11 pode-se observar que, com o aumento do teor de gordura a sinérese diminuiu. Isto explica-se pelo fato de actomiosina formar gel e ser a principal responsável pela fixação de água e pela fixação da gordura, pois ambos os processos encontram-se estreitamente interligados(WIRTH, 1985).

Durante a moagem a actina e a miosina, quando solubilizadas, formam um filme que recobre parte da gordura liberada. Este filme protéico impede ou dificulta a união das gotas de gordura durante o aquecimento. Se a espessura deste filme for demasiado fina ele pode ser rompido durante o aquecimento liberando as partículas de gordura que se acumulam na superfície do produto formando o chamado "encapsulamento branco" (WIRTH, 1985).

Durante o ensaio do sistema carne-água-goma xantana na concentração de 1,0%, não foi possível observar o efeito da adição de gordura, pois o caldo liberado foi mínimo(Quadro 11); por esse motivo, foi testada uma concentração menor de goma xantana (0,5%)(Quadro 11). Nesta concentração é observado que, na medida em

que a concentração de gordura vai aumentando, também vai diminuindo o volume do caldo liberado. Isto está de acordo com os resultados obtidos por FOEGEDING e RAMSEY (1986), para sistemas contendo baixo teor de gordura.

A perda do caldo no sistema carne-água-polifosfato (0,5%) foi diminuída quando a concentração de gordura foi aumentada. Finalmente, ensaiou-se um sistema carne-água-goma xantana (0,5%)-polifosfato (0,5%) (Quadro 11), onde observa-se que a perda de caldo durante o cozimento foi menor quando comparada com os outros sistemas. Isto talvez seja devido à ação conjunta entre a goma xantana e os polifosfatos, uma vez que ambas moléculas aumentam a retenção de água, mantendo a rede protéica inchada (KOTTER e FISCHER, 1975), o que, durante o processo de aquecimento impede uma retração muito marcante da estrutura protéica pela desnaturação calórica. É importante enfatizar que, a condição para isto, é que as partículas de gordura se encontrem homoganeamente distribuídas.

De um modo geral, quando a gordura é agregada nos sistemas, a perda de caldo durante o cozimento diminui (Quadro 11). Isto pode ser explicado a partir de dois efeitos importantes: primeiro, as partículas de gordura encontram-se rodeadas pelas proteínas da massa do sistema; segundo, durante o aquecimento, estas proteínas coagulam ao redor das partículas de gordura formando uma rede que sofre uma menor redução. Esta rede protéica pode reter mais água após aquecimento do que seria possível esperar em ausência de gordura. Em termos gerais, pode-se dizer que com a adição de gordura, a matriz protéica sofreu um reforço (HONIKEL, 1984).

Quadro 11: Efeito da adição de gordura na elaboração de sistemas carne-água; carne-água-goma xantana(1%); carne-água-goma xantana (0,5%); carne-água-polifosfato (0,5%) e carne-água-goma xantana (0,5%)-polifosfato(0,5%), durante o teste da estabilidade ao cozimento.

| Sistema | Estabilidade ao Cozimento(ml/g) | | | | |
|---------------------|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Gordura Adicionada(%) | | | | |
| | 0 | 6,0 | 12,5 | 25,0 | 30,0 |
| C-A | 0,55±0,01 | | | | |
| C-A | | 0,45±0,01 | | | |
| C-A | | | 0,40±0,01 | | |
| C-A | | | | 0,40±0,01 | |
| C-A | | | | | 0,40±0,01 |
| C-A-X(1%) | 0,01±0,00 | | | | |
| C-A-X(1%) | | 0,00±0,00 | | | |
| C-A-X(1%) | | | 0,00±0,00 | | |
| C-A-X(1%) | | | | 0,00±0,00 | |
| C-A-X(1%) | | | | | 0,00±0,00 |
| C-A-X(0,5%) | 0,34±0,01 | | | | |
| C-A-X(0,5%) | | 0,30±0,01 | | | |
| C-A-X(0,5%) | | | 0,25±0,01 | | |
| C-A-X(0,5%) | | | | 0,21±0,01 | |
| C-A-X(0,5%) | | | | | 0,19±0,01 |
| C-A-P(0,5%) | 0,30±0,01 | | | | |
| C-A-P(0,5%) | | 0,26±0,01 | | | |
| C-A-P(0,5%) | | | 0,24±0,01 | | |
| C-A-P(0,5%) | | | | 0,22±0,01 | |
| C-A-P(0,5%) | | | | | 0,20±0,01 |
| C-A-X(0,5%)-P(0,5%) | 0,20±0,01 | | | | |
| C-A-X(0,5%)-P(0,5%) | | 0,15±0,01 | | | |
| C-A-X(0,5%)-P(0,5%) | | | 0,12±0,01 | | |
| C-A-X(0,5%)-P(0,5%) | | | | 0,10±0,01 | |
| C-A-X(0,5%)-P(0,5%) | | | | | 0,05±0,01 |

5.9. Observações ao Microscópio

Os sistemas de carne-água-xantana neste parágrafo serão indicados como sistemas completo. Na ausência de xantana, devido ao fato de não apresentarem características semelhantes, serão indicadas por preparações sem xantana.

Os sistemas completos mostram fibras de músculo estriado quebradas irregularmente e miofibrilas dispersas no meio aquoso (fotos 1, 4 e 6). Escassas gotículas de gordura e fibras de tecido conjuntivo, de tamanho variado ocorrem irregularmente nas preparações (fotos 1, 3 e 6).

Ao microscópio óptico, os sistemas completos e as preparações sem xantana cruas têm a mesma aparência geral. Entretanto as fibrilas musculares dissociadas no processo de preparo do sistema tendem a se espalharem melhor pela ação dispersante da goma xantana, enquanto, que, nas preparações sem xantana (fotos 2 e 5) permanecem entrelaçadas constituindo grumos.

A coloração pelo ácido tricrômico de Shorr revela que a xantana constitui em água uma fase homogênea sem interações com as fibra e miofibrilas de carne (foto 4). O esfregaço de xantana a 1.0% em água apresentou nítida metacromasia em presença de azul de metileno. Os sistemas tem dispersão homogênea sobre a lâmina e, exceto pela metacromasia até o aumento de 600x não se detectam estruturas.

A reação do ácido periódico de Schiff revela componentes glucosídicos das células musculares (foto 5). A mesma reação é positiva nos sistemas com xantana. Neste caso se evidenciam a dispersão homogênea da mesma entre as miofibrilas (foto 6).

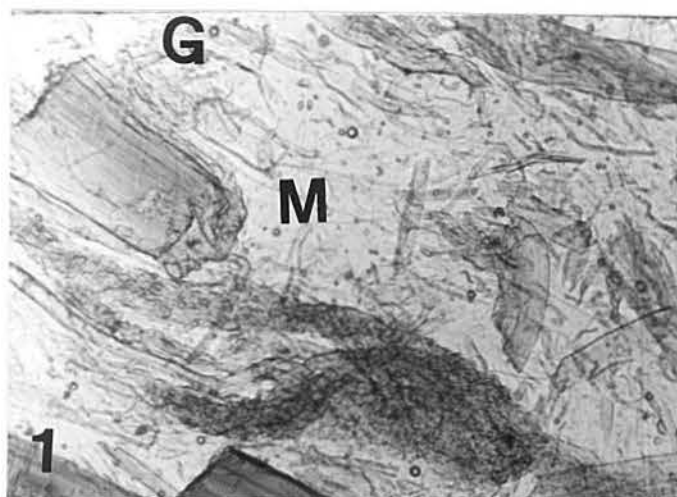


foto 1. Sistema completo cru sem coloração (280x).

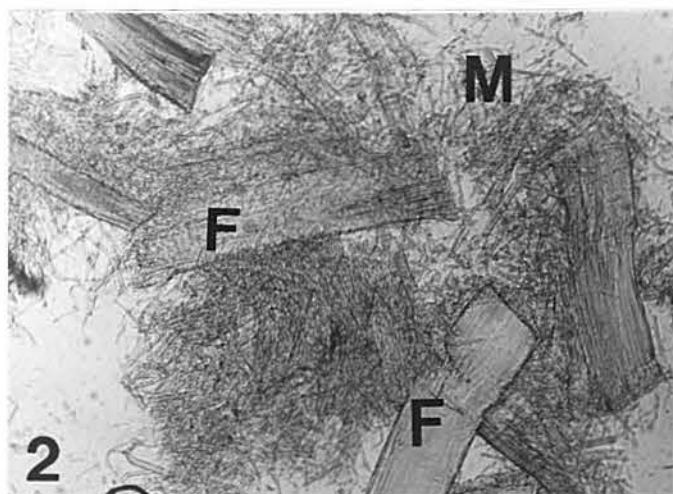


foto 2. Preparação sem xantana e sem coloração (280x).

PRANCHA 1. Esfregaços sobre lâminas histológicas em sistemas de carne. Fibras de carne (F); Gordura (G) e, Miofibrilas (M).

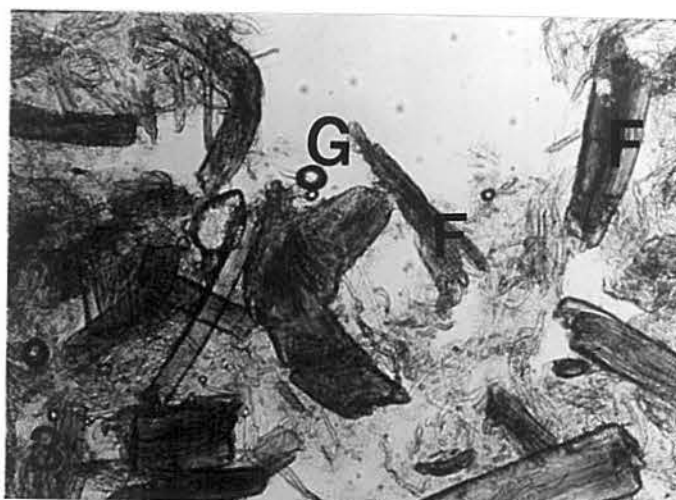


FOTO 3. Sistema completo, cozido e sem coloração (280x).



FOTO 4. Sistema completo cru. Coloração pelo corante de Shorr (280x).

PRANCHA 2. Esfregaços sobre lâminas histológicas em sistemas de carne. Fibras de carne (F); Gordura (G) e, Xantana (X).

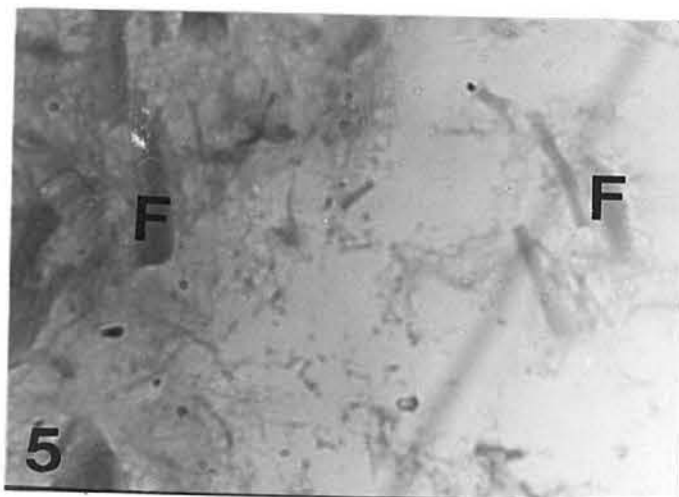


FOTO 5. Preparação sem xantana. Reação de PAS (280x).

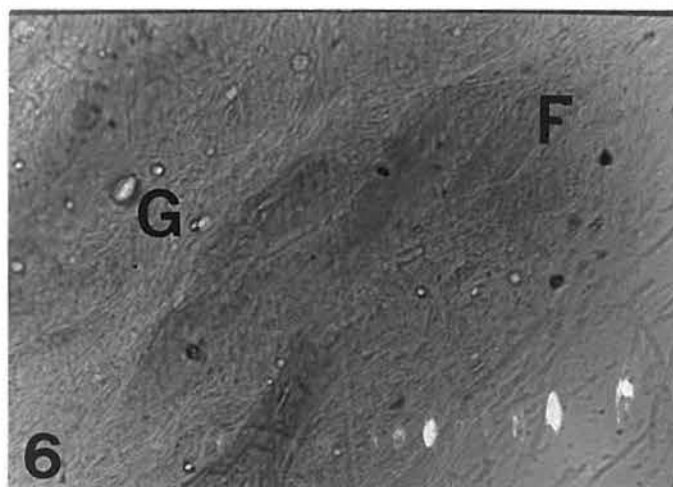


FOTO 6. Sistema completo cru. Reação de PAS (280x).

PRANCHA 2. Esfregaço sobre lâminas histológicas em sistemas de carne. Fibras de carne (F) e Gordura (G).

5.9. Preparação das Salsichas.

As salsichas foram preparadas como em 4.13b e a estabilidade da emulsão foi determinada segundo o método de MORRISON et al (1971). Os resultados são mostrados no Quadro 12.

QUADRO 12. Efeito da adição de goma guar e goma xantana na estabilidade das salsichas.

| Hidrocolóide | Concentração % | Estabilidade ao Cozimento % |
|---------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| Amido de Mandioca (Controle) | 2 | 72,8 ± 0,4 |
| Goma Guar | 1 | 74,5 ± 0,4 |
| Goma Xantana | 1 | 74,8 ± 0,5 |

Do Quadro 12 podemos observar que a goma xantana e a goma guar proporcionaram o mesmo valor de estabilidade da emulsão durante o tratamento térmico das salsichas enquanto que o controle apresentou um valor menor. Isto pode ser devido a que, quando utiliza-se equipamento comercial, mesmo em operações de planta piloto, são necessárias grandes quantidades de carne, bem como, dos demais ingredientes e os parâmetros envolvidos tornam-se difíceis de controlar (HAQ et al, 1972). Comparando os valores de estabilidade do sistema obtidos com salsichas e com os obtidos do sistema modelo carne-água, pode-se concluir que existe uma relação entre os hidrocolóides e o conteúdo de proteínas da carne na estabilidade do sistema. Quando se tem grande quantidade de proteínas de carne (como por exemplo nas salsichas) o efeito dos hidrocolóides torna-se desprezível. Baseado nestes fatos deve-se tomar cuidado quando se extrapolam dados obtidos em escala de laboratório para escala piloto.

O Quadro 13 mostra a perda de gordura de salsichas enlatadas contendo os hidrocolóides amido de mandioca, goma guar e goma xantana. Neste Quadro pode-se observar que as salsichas contendo goma xantana retiveram maior quantidade de gordura do que as

QUADRO 13. Determinação do teor de gordura de salsichas enlatadas preparadas com goma guar e goma xantana, esterilizadas a 115°C por 90 min..

| Hidrocolóide | Concen- tração % | Teor de Gordura % | Gordura Liberada % | Gordura Residual % |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Amido de Mandioca (Controle) | 2 | 20,3±0,1 | 5,2±0,1 | 14,9±0,1 |
| Goma Guar | 1 | 20,3±0,1 | 2,8±0,1 | 17,3±0,1 |
| Goma Xantana | 1 | 20,3±0,1 | 1,6±0,1 | 18,6±0,1 |

salsichas contendo goma guar ou amido de mandioca.

LAUCK (1975) menciona que, durante o tratamento térmico das latas tem lugar a expulsão da gordura e das proteínas da salsicha para a salmoura, devido à provável liquefação da gordura, bem como, à alteração da viscosidade do sistema pelo enfraquecimento da estrutura protéica da salsicha. Isto pode ser observado nos dados da gordura liberada pelo amido de mandioca, devido a este ser degradado pelo calor (Quadro 13). Entretanto, também pode ser observado que a gordura liberada diminuiu quando o amido de mandioca foi substituído por goma guar e goma xantana, pelo fato destas gomas serem resistentes ao calor (WALLINGFORD e LABUZA, 1983) o que torna a massa mais consistente dificultando a saída da gordura. Portanto o uso da goma xantana em salsichas enlatadas melhorou o aspecto do produto, já que temos uma mínima quantidade de gordura na salmoura.

5.10. Determinação do Teor de Umidade.

O Quadro 14 mostra o teor de umidade das salsichas elaboradas com os hidrocolóides amido de mandioca, goma guar e goma xantana. O teor de umidade foi determinado logo após o processamento e durante o tempo de armazenamento (9 e 20 dias). Neste Quadro pode ser

observado que houve perda de água nos produtos elaborados com amido de mandioca (controle) e goma guar, mas não para o produto elaborado com goma xantana. Portanto, as salsichas preparadas com goma xantana mostraram uma textura mais suave, quando comparada com a textura das salsichas preparadas com os outros hidrocolóides (Figura 1). Este fato se deve à maior capacidade de retenção de água da goma xantana.

QUADRO 14. Teor de umidade das salsichas elaboradas com goma guar e goma xantana.

| Hidrocolóide | Con cen tra ção % | Umidade inicial no pro- duto fi nal % | Umidade no produto fi nal após 9 dias de ar mazenameto % | Umidade no produto fi nal após 20 dias de- armazenamento % |
|------------------------|-------------------------------|---|--|--|
| Amido de man- dioca | 2 | 56.4±0,1 | 56.0±0,1 | 54.5±0,1 |
| Goma Guar | 1 | 60.7±0,1 | 60.0±0,1 | 59.5±0,1 |
| Goma Xantana | 1 | 63.2±0,1 | 63.0±0,1 | 63.0±0,1 |

5.11. Determinação da Textura.

A Figura 1 mostra o efeito da temperatura do processamento na textura das salsichas. Nesta Figura 1, pode-se observar que, na medida em que ocorre o aumento de temperatura, a textura das salsichas também torna-se mais firme. Isto deve-se à perda de água, bem como à desnaturação das proteínas (KINSELLA, 1976). Nesta Figura 1, observa-se ainda, que as gomas guar e xantana produziram uma textura mais suave do que o amido de mandioca (controle), isto é devido à maior capacidade das mesmas para reter água, já que a degradação destas gomas pelo calor é menor (WALLINGFORD e LABUZA, 1983).

As Figuras 2, 3 e 4 mostram o efeito da temperatura do processamento das salsichas na textura destas durante o armazenamento a 5°C. Na Figura 2, pode-se observar que, na medida que transcorre o tempo de armazenamento houve um aumento da firmeza do produto. Na Figura 3 esta tendência só permanece no produto elaborado com amido de mandioca e na Figura 4, a textura das salsichas é, praticamente constante durante todo o período de armazenagem. Deve-se enfatizar que 75°C é a temperatura usada no processamento de salsichas em escala industrial. Nas Figuras acima mencionados, pode-se observar que as gomas guar e xantana produziram um produto mais macio do que o obtido com a adição de amido de mandioca. Estes resultados são devidos à maior capacidade das gomas guar e xantana para reter água (Quadro 14), pois quanto maior a quantidade de água retida na formulação mais estável a emulsão formada, portanto maior a quantidade de gordura retida (GOMIDE et al 1987).

5.12. Avaliação Sensorial.

A Escala usada foi a hedônica de 9 pontos onde o provador expressa o grau de gostar ou desgostar das amostras sendo 9 correspondente a "gostei muitíssimo" e 1 a "desgostei muitíssimo". Os dados da avaliação sensorial foram analisados estatisticamente por uma análise de variância (Quadro 15).

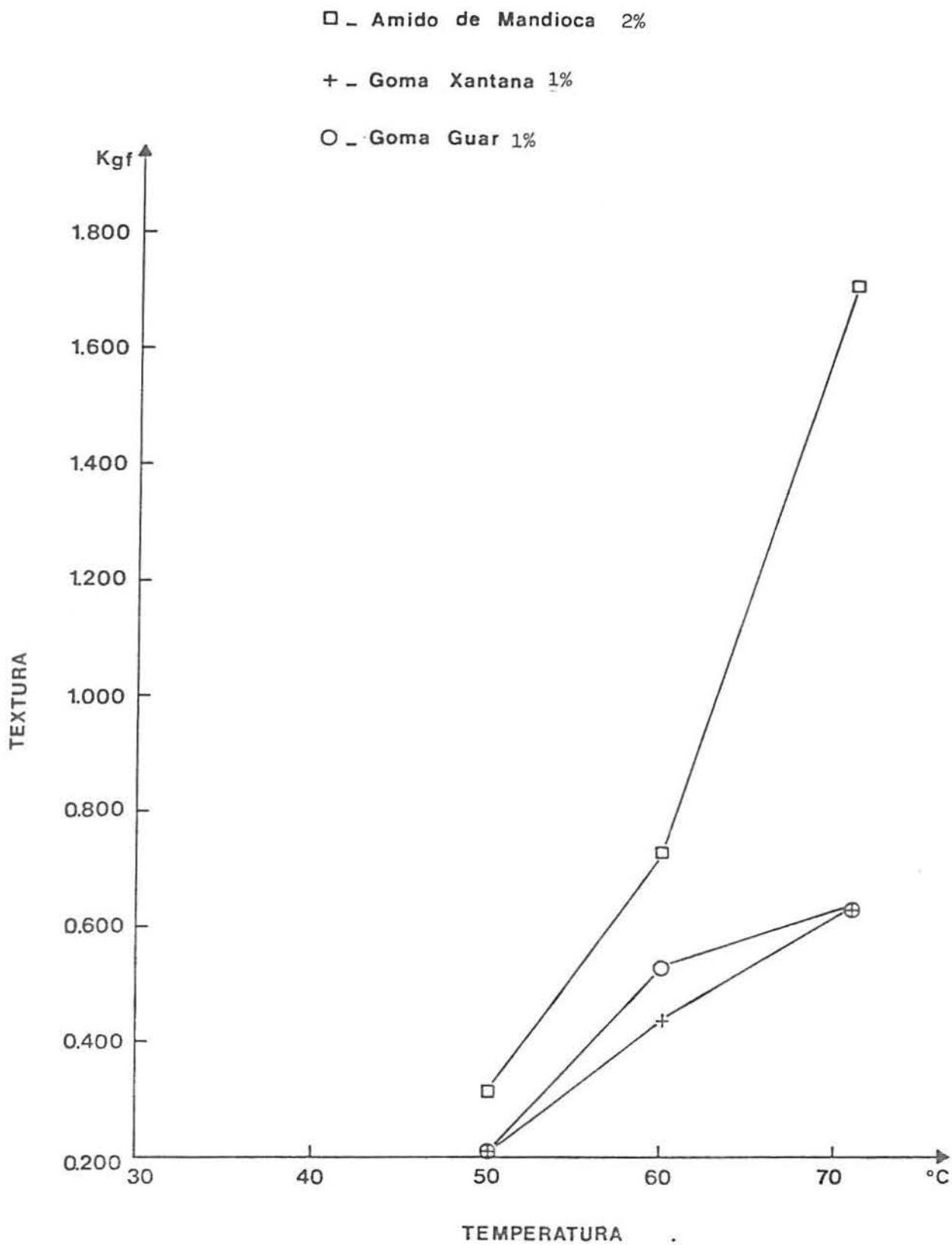


FIGURA 1. EFEITO DA TEMPERATURA DO PROCESSAMENTO NA TEXTURA DE SALSICHAS PREPARADAS COM AMIDO DE MANDIOCA (CONTROLE), GOMA GUAR E GOMA XANTANA.

Produto a 50°C

□ - Amido de Mandioca 2%

+ - Goma Xantana 1%

○ - Goma Guar 1%

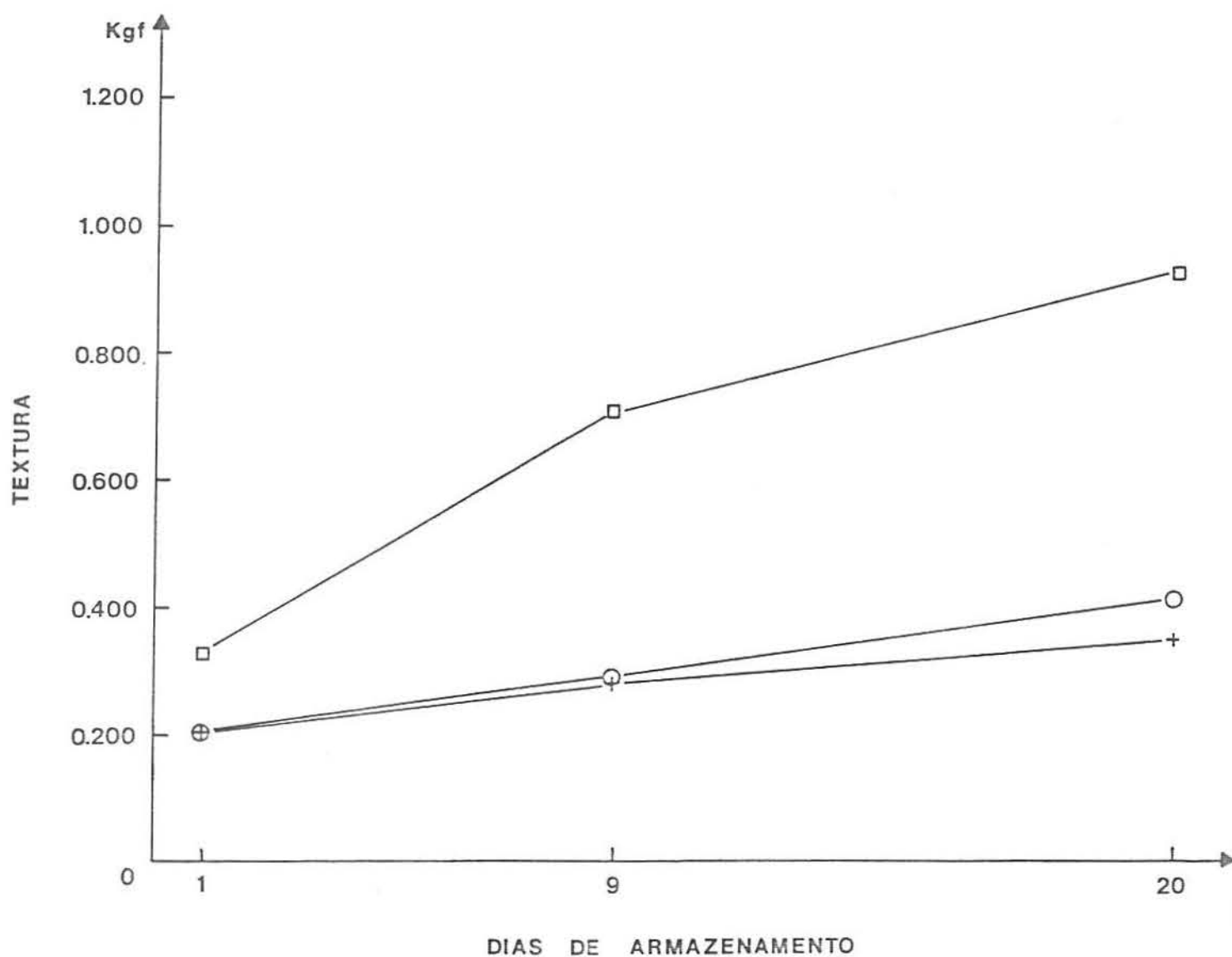


FIGURA 2. EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAGEM NA TEXTURA DE SALSICHAS PREPARADAS A 50°C COM AMIDO DE MANDIOCA (CONTROLE), GOMA GUAR E GOMA XANTANA.

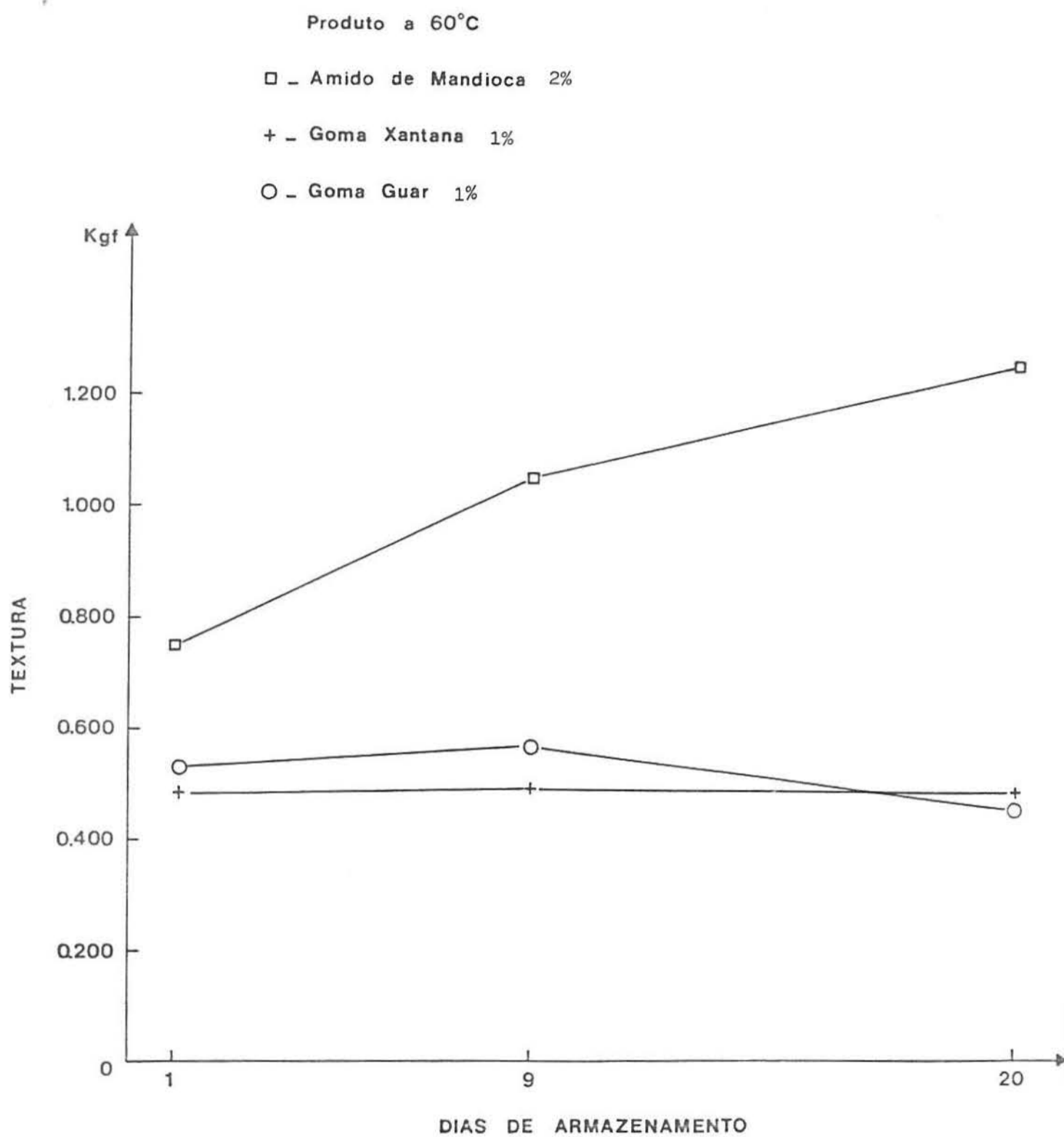


FIGURA 3. EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAGEM NA TEXTURA DE SALSICHAS PREPARADAS A 60°C COM AMIDO DE MANDIOCA (CONTROLE), GOMA GUAR E GOMA XANTANA.

□ - Amido de Mandioca 2%

pág.-82

+ - Goma Xantana 1%

○ - Goma Guar 1%

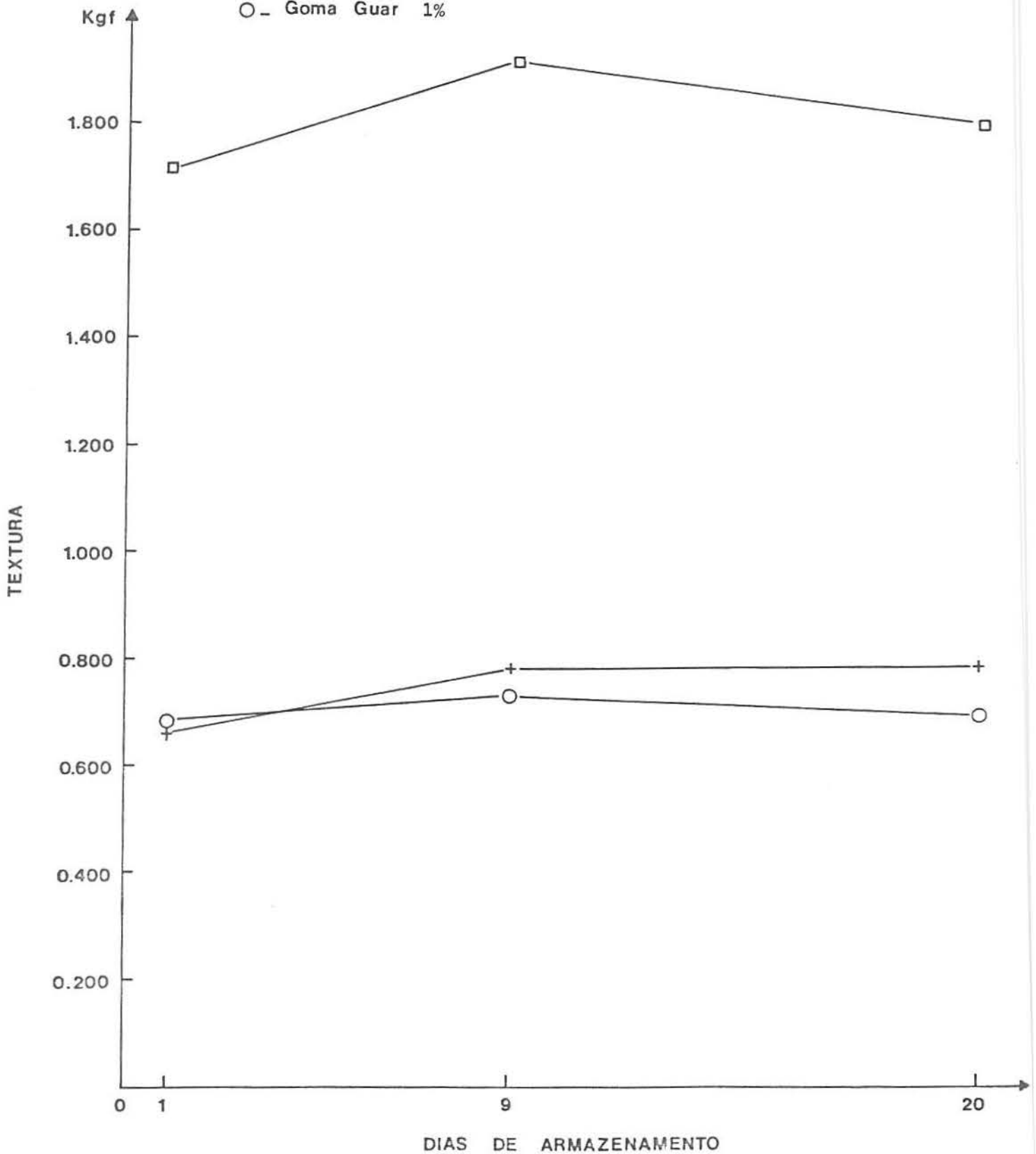


FIGURA 4. EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAGEM NA TEXTURA DE SALSICHAS PREPARADAS A 75°C COM AMIDO DE MANDIOCA (CONTROLE), GOMA GUAR E GOMA XANTANA.

QUADRO 15. Análise de variância dos resultados obtidos na avaliação sensorial das salsichas produzidas com os hidrocolóides goma guar e goma xantana.

| C. V. | G. L. | S. Q. | Q. M. | F. |
|------------|-------|--------|-------|------------|
| Amostras | 2 | 0,90 | 0,45 | 0,18 n. s. |
| Provadores | 31 | 75,99 | 2,45 | 0,95 n. s. |
| Resíduo | 62 | 159,10 | 2,57 | |
| Total | 95 | 235,99 | | |

C. V. = causas de variação; G. L. = Graus de liberdade;
 S. Q. = soma dos quadrados; Q. M. = quadrado médio; F = Frequência
 n. s. = não significativo.

De acordo com os dados apresentados no Quadro 15, pode-se afirmar que as amostras não diferem entre si, já que os provadores tiveram uma frequência de preferência menor que 1 ($F < 1$).

As médias apresentadas no Quadro 16 mostram que as salsichas preparadas com a goma guar alcançou maior média seguida da goma xantana e depois o amido de mandioca (controle), porém essas diferenças não foram significativas, mesmo usando 2% de amido de mandioca e 1% das gomas xantana e guar.

QUADRO 16. Representação dos valores médios de preferência obtidos durante a análise sensorial.

| Hidrocolóide | Concentração % | Média de Preferência |
|---------------------------------|-------------------|----------------------|
| Amido de Mandioca (controle) | 2 | 6.41 |
| Goma Xantana | 1 | 6.44 |
| Goma Guar | 1 | 6.63 |

As médias alcançadas para os três hidrocolóides correspondem a gostei regularmente para a da goma guar e, os demais a gostei ligeiramente.

Graficamente podemos verificar a frequência das notas obtidas pelos três hidrocolóides durante o teste sensorial (Figura 5).

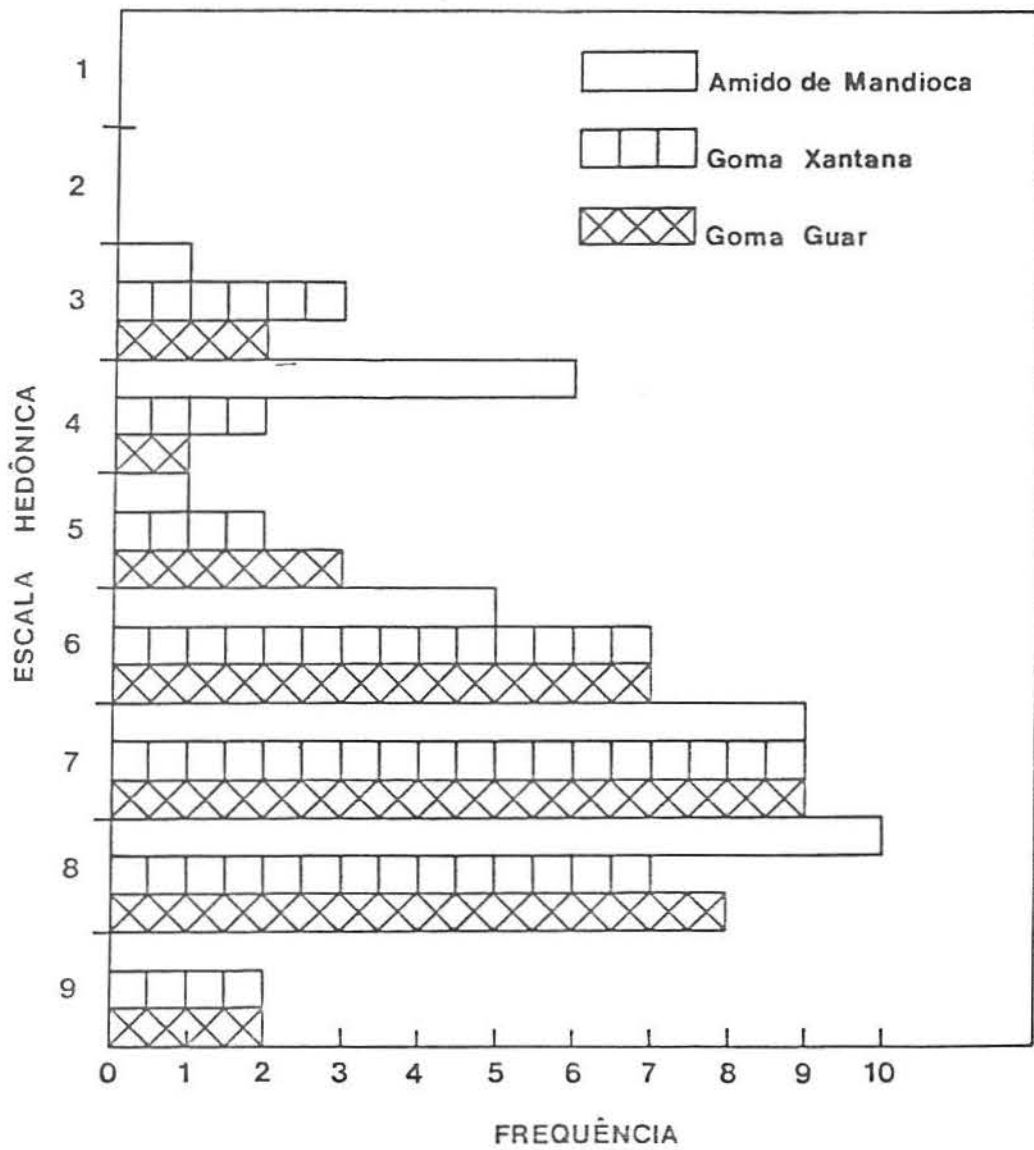


FIGURA 5. DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DE FREQUÊNCIA, OBTIDOS DA ESCALA HEDÔNICA, PARA AS SALSICHAS PREPARADAS COM AMIDO DE MANDIOCA (CONTROLE), GOMA GUAR E GOMA XANTANA.

6. CONCLUSÕES

1. Dentre os hidrocolóides testados, em escala de laboratório, a goma xantana foi a que proporcionou a maior estabilidade ao cozimento do sistema carne-água.
2. A goma xantana não atua como agente emulsificante mas, sim como estabilizante do sistema carne-água.
3. Não houve interação entre a goma xantana e as proteínas da carne.
4. A adição de polifosfatos e de gorduras em sistemas contendo carne-água-goma xantana, aumentam a estabilidade dos mesmos durante o tratamento térmico em escala de laboratório.
5. O valor de estabilidade da emulsão das salsichas contendo goma xantana foi igual ao mostrado por salsichas contendo goma guar.
6. Salsichas enlatadas contendo goma xantana retiveram maior conteúdo de gordura do que salsichas feitas com amido de mandioca (controle) ou com goma guar.
7. As salsichas feitas com goma xantana ou goma guar não apresentaram diferenças significativas quanto a preferência, em relação as salsichas feitas com amido de mandioca (controle).

7. BIBLIOGRAFIA

- ACTON, J.C. The effect of meat particle size on extractable protein, cooking loss and binding strength in chicken loaves. J. Food Sci. 37(2): 240-243. 1972a.
- ACTON, J.C. Effect of heat processing on extractability of salt-soluble protein, tissue binding strength and cooking loss in poultry meat loaves. J. Food Sci. 37(2): 244-246. 1972b.
- ACTON, J.C. and SAFFLE, R.L. Stability of oil in water emulsions. 2. Effects of oil phase volume, stability test, viscosity, type of oil and protein additive. J. Food Sci 36(7): 1118-1120. 1971.
- ACTON, J.C. and SAFFLE, R.L. Emulsifying capacity of muscle protein: phase volumes at emulsion collapse. J. Food Sci 37(6): 904-906. 1972.
- ANDERSON, D.M.W. Water soluble plant gum exudates. Part I: Gum Arabic. Proc. Biochem. 1:24. 1971
- ANDRÉS, C. Stabilizers 1. GUMS. Food Proc. January 83-87. 1975a.
- ANDRÉS, C. Stabilizers 2. GUMS. Food Proc. December 31-32 e 34. 1975b.
- ANÓNIMO. Aditivos para curado. 2^a parte. Noticiteca 53(9): 66-75. 1979.
- AOAC. Official Methods of Analysis. 11th. Ed. Assoc. of off. Agr. Chemist, Washington D.C. 1970.

- AOCS. Official and Tentative Methods. 3rd. Ed.
American Oil Chemists Society, Champaign, Illinois. 1977.
- ASPINAL, G.O. Polysaccharides. Pergamon Press. London. 1970.
- BAKER, G.L. Edible gelling composition containing irish mass
 extract, locust bean gum and edible salt. U.S. Pat. 2.466.146;
Chem. Abstr. 43, 5132 (1949). 1949.
- BAKER, G.L. Gelling composition. U.S. Pat. 2.669.619 ;
Chem. Abstr. 48, 6051 (1954). 1954.
- BAKER, G.L.; CARROW, J.W. and WOODMANSEE, C.W. Three-element
 colloid makes better low-solids gels (unusual elasticity,
 strenght and form retaining capacity obtained with new mix
 used for aspic, spice, fruit juice and confectionery gels).
Food Ind. 21: 617-619 e 709-710. 1949.
- BAKER, C.W. and WHISTLER, R.L. Distribution of D-galactosyl
 groups in guaran and locust bean gum. Carbohyd. Res.
 45:237-243. 1975.
- BANCROFT, J.D. Histochemical Techniques. 2nd. Ed. Butterworths
 London and Boston U.K. 1975.
- BATDORF, J. and ROSSMAN, J.M. Sodium carboxymethylcellulose. In:
 Industrial Gums. Ed. WHISTLER, R.L., p. 695. Associated
 Press, New York. 1973
- BATRA, S.C. The ionization of some poly(meta) phosphates used
 in food products. J. Food. Sci. 30: 442-3. 1965.
- BECHER, P. Emulsions: Theory and Practice 2nd. Ed. Reinhold
 Publishing Corporation, New York. 1965.

- BENDALL, J.R. The swelling effect of polyphosphates on lean meat. J. Sci. Food Agric. 5: 468-471. 1954.
- BETSCHART, A.A. Nitrogen Solubility of Alfafa protein concentrate as influenced by various factors. J. Food Sci. 39(3): 1110-1115. 1974.
- BETSCHART, A.A. and KINSELLA, J.E. Extractability on solubility of leaf protein concentrate. J. Agric. Food Chem. 22(1): 60-25. 1973.
- BLANSHARD, J.M.V. Stabilisers - Their structure and properties. J. Sci. Food Agric. 21(8): 393-399. 1970.
- BLANSHARD, J.M.V. Physiochemical aspects of starch gelation. In: Polysaccharides in Foods. Ed. BLANSHARD, J.M.V. and MITCHELL, J.R. p.185. Butterworths London. 1979.
- BORTON, R.J.; WEBB, N.B. and BRATZLER, L.J. Emulsifying capacities and emulsion stability of dilute slurries from various meat trimmings. Food technol. 22(4): 506-508. 1968.
- BURREL, J.R. Pickles and sauces. Food Manuf. 33:10-13 e 17. 1958.
- CARPENTER, J.A. and SAFFLE, R.L. A simple method of estimating the emulsifying capacity of various sausage meats. J. Food Sci. 29(6): 774-781. 1964.
- CARPENTER, J.A. and SAFFLE, R.L. Some physical and chemical factors affecting the emulsifying capacity of meat protein extracts. Food Technol. 19(10): 111-115. 1965.

- CHRISP, J.D. Galactomannans gum gels for explosive composition and for textile or paper sizing. U.S. Pat. 3.301.723; Chem. Abstr. 67.92485w. 1967.
- CHRISTIAN, J.A. and SAFFLE, R.L. Plant and animal fats and oils emulsified in a model system with muscle salt soluble protein. Food Technol. 21: 1024-1027. 1967.
- COTTRELL, I.W.; KANG, K.S. and KOVACS, P. Xanthan gum In: Handbook of water-soluble gums and resins. Ed. DAVIDSON, R. p.24. Mc Graw-Hill, New York. 1980.
- COTTRELL, I.W. and KOVACS, P. Alginates. In: Handbook of water-soluble gums and resins. Ed. DAVIDSON, R., p.1-2. Mc Graw Hill, New York. 1980.
- DEA, I.C.M.; Mc KINNON, A.A. and REES, D.A. Tertiary and quaternary structure in aqueous polysaccharide systems which model cell wall cohesion: reversible changes in conformation and association of agarose, carrageenan and galactomannans. J. Mol. Biol. 66(1): 153-160. 1972.
- DEA, I.C.M.; MORRIS, E.R.; REES, D.A.; WELSH, E.J.; BARNES, H.A. and PRICE, J. Associations of like and unlike polysaccharides: mechanism and specificity in galactomannans, interacting bacterial polysaccharides and related systems. Carbohydr. Res. 57: 249-272. 1977.
- DECRETO LEI Nº55.871, de 26 de março de 1965. Em: Coletânea de Leis; Decretos; Resoluções das Normas Técnicas Especiais Reguladoras de Aditivos Químicos em Alimentos. Ministério da Saúde I: 498.

- DENG, J.; TOLEDO, R.T. and LILLARD, D.A. Effect of temperature and pH on protein-protein interaction in actomyosin solutions. J. Food Sci. 41(2): 273-277. 1976.
- DEUEL, H.; NEUKOM, H. and WEBER, F. Reactions of boric acid with polysaccharides. Nature, 161:96. 1948.
- DEUEL, H.; HUBER, G. and SOLMS, J. Über den einfluss von somenschleim auf die mechanischen eigenschaften von gelatin. Experientia, 6:138. 1950.
- DPCO (Dainippon Pharmaceutical Co. Ltd.). Xanthan gum as binder for meat and fish products. Chem. Abstr. 99:103 996c. 1983.
- DZIEZAK, J.D. Preservative systems in foods. Antioxidants and antimicrobial agents. Food Technol. 40(9): 91-5. 1986.
- ELIAS, E.; KOMANOWSKY, M.; SINNAMON, H.I. and ACETO, N.C. Coverts collagen to food additives. Food Eng. 11:125. 1970.
- ELFAK, M. A., PASS, G and PHILLIPS G. O. The effect of casein on the viscosity of solutions of hydrocolloids. J. Sci. Food Agril. 30:994-998. 1979.
- FASS, P.C. Diverse applications of pectins yield novel confectionery products. Candy and Snack Ind. 142(8): 41-45. 1977.
- FLORES, J. y BERMELL, S. Capacidad de emulsión de las proteínas miofibrilares. Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment. 25(4): 481-489. 1975.
- FOEGEDING, E.A. and RAMSEY, S.R. Effects of gums on low-fat meat batters. J. Food Sci. 51(1): 33-36 e 46. 1986.

- FOEGEDING, E.A. and RAMSEY, S.R. Rheological and Water-holding properties of gelled meat batters containing iota carrageenan, kappa carrageenan or xanthan gum. J. Food Sci 52(3): 549-553. 1987.
- FOX, Jr. J. B.; ACKERMAN, S.A. and JENKINS, R.K. Effect of anionic gums on the texture of pickled frankfurters. J. Food Sci. 48(4): 1031-1035. 1983.
- FRIBERG, S. "Emulsion Stability" in Food Emulsions Ed. FRIBERG, S. Marcel Dekker Inc. New York. 1976.
- FRONING, G.W. Effect of various additives on the binding properties of chicken meat. Poultry Sci. 45: 185-189. 1966.
- FRONING, G.W. and NEELAKANTAN, S. Emulsifying characteristics of prerigor and postrigor poultry muscle. Poultry Sci. 50(3):839-845. 1971.
- GANZ, A.J. CMC and hydroxypropylcellulose - Versatile gums for food use. Food Prod. Dev. 3(6): 65-76. 1969.
- GIDLEY, M.J.; MORRIS, E.R.; MURRAY, E.J.; POWELL, D.A. and REES, D.A. Spectroscopic and stoichiometric characterization of the calcium-mediated association of pectate chains in gels and the solid state. J. Chem. Soc., Chem. Commun. 22: 990-992. 1979.
- GLICKSMAN, M. Gum Technology in the Food Industry. Academic Press, New York. 1969.
- GLICKSMAN, M. . Gum gelling system, xanthan-tara dessert gel. U.S. Pat. 3.784.712, 1974.

- GLICKSMAN, M. Gelling hydrocolloids in product applications. In: Polysaccharides in Foods. Ed. BLANSHARD, J.M.V. and MITCHELL, J.R., p.185. Butterworths, London. 1979.
- GLICKSMAN, M. Hydrocolloid functionality in fabricated foods. Food Technol. in Aust. 38(1): 17-21 e 25. 1986.
- GLICKSMAN, M. Utilização de hidrocolóides marinhos na indústria de alimentos. Alimentos e Tecnologia. 13: 58-62. 1987.
- GOMIDE, L.A.M., PEREIRA, A.S. e GOMES, J.C. Avaliação físico-química de salsichas viena enlatadas. Alimentação SP 76: 22-29. 1985. 1985.
- GOMIDE, L.A.M., PEREIRA, A.S. e GOMES, J.C. Efeito da relação umidade-proteína sobre a estabilidade da emulsão de salsichas enlatadas. SBCIA 21(3/4): 170-178. 1987.
- GRANER, M., CAHILL, V.R. and OCKERMAN, H.W. The emulsifying capacity of bovine muscle tissue as related to time post-mortem and microbial contamination. Food Technol. 23(12): 94-97. 1969.
- GRANT, G.T., MORRIS, E.R., REES, D.A., SMITH, P.J. and THOM, D. Biological interactions between polysaccharides and divalent cations. Egg-box model. FEBS Lett. 32: 195-206. 1973.
- GREENWOOD, C.T. Observations on the structure of the starch granule. In: Polysaccharides in Foods. Ed. BLANSHARD, J.M.V. and MITCHELL, J.R., p.129. Butterworths, London. 1979.
- HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. Adv. Food Res. 10: 355-463. 1960.

- HAMM, R. and DEATHERAGE, F.E. Changes in hydration, solubility and charge of muscle protein during heating of meat. Food Res. 25: 587-610. 1960.
- HANSEN, L.J. Emulsion formation in finely comminuted sausage. Food Technol. 14(5): 565-569. 1960.
- HANG, Y.D., STEINKRAUS, K. and HACKLER, L.R. Comparative studies on nitrogen solubility of mung beans, pea beans, and red kidney beans. J. Food Sci. 35(3): 318-320. 1970.
- HAQ, A. WEBB, N.B. WHITFIELD, J.K. and MORRISON G.S. Development of a prototype sausage emulsion preparation system. J. Food Sci. 37(4): 480-484. 1972.
- HAQ, A., WEBB, N.B., WHITFIELD, J.K. and IVEY, F.J. Effect of composition on the stability of sausage-type emulsions. J. Food Sci. 38(2): 271-274. 1973.
- HARGETT, S.M., BLUMER, T.N., HAMANN, D.D., KEETON, J.T. and MONROE, R.J. Effect of sodium acid pyrophosphate on sensory, chemical and physical properties of frankfurters. J. Food Sci. 45: 905-908. 1980.
- HEGARTY, G.R., BRETZLER, L.J. and PEARSON, A.M. Studies on the emulsifying properties of some intracellular beef muscle proteins. J. Food Sci. 28(6): 663-668. 1963.
- HELMER, R.L. and SAFFLE, R.L. Effect of chopping temperature on the stability of sausage emulsions. Food Technol. 17(9): 115-117. 1963.
- HERMANSSON, A.M. Functional properties of proteins for foods: Flow properties. J. Texture Stud. 5(4): 425-439. 1975.

- HIRST, E.L. The chemistry and rheology of water soluble gums.
Soc. Chem. Monograph. 24:3. 1966.
- HIRST, E.L. and JONES, J.K.N. The gactomannan of carob seed gum (gum gatto). J. Chem. Soc. 1278-1282. 1948.
- HOFMANN, K. Ein neues gerät zur bestimmung der wasser bindung des fleisches: Das Kapillar-volumeter. Fleischwirtschaft 55(1): 25-30. 1975.
- HONIKEL, O.K. Retención de agua y "emulsión de la grasa" en la elaboración de pastones para embutidos escaldados. Fleischwirtschaft (español). 2:30-36. 1984.
- HUDSPETH, J.P. and MAY, K.N. A study of the emulsifying capacity of salt soluble proteins of poultry meat. I. Light and dark meat tissues of turkeys, hens and broilers, and dark meat tissues of ducks. Food Technol. 21:89-90. 1967.
- IGOE, R.S. Acidified milk product and method of producing same U.S. Pat. 4.046.925. 1977.
- IGOE, R.S. Direct acidified yogurt U.S. Pat. 4.169.854. 1979.
- IGOE, R.S. Hydrocolloid interactions useful in food system. Food Technol. 36(4): 72-74. 1982.
- INKLAAR, P.A. and FORTUIN, J. Determining the emulsifying and emulsion stabilizing capacity of protein meat additives. Food Technol. 23(1): 103-106. 1969.

- IVEY, F.J., WEBB, N.B. and JONES, V.A. The effect of disperse phase droplet size and interfacial film thickness on the emulsifying capacity and stability of meat emulsions. Food Technol. 24(11): 1279-1281. 1970.
- JACKMAN, K.R. Citrus fruit juice and drink. U.S. Pat. 4.163.807. 1979.
- JAUREGUI, C.A., REGESTEIN, J.M. and BAKER, R.C. A simple centrifugal method for measuring expressible moisture, a water-binding property of muscle foods. J. Food Sci. 46(4):1271-1273. 1981.
- JAYCOCK, M.J. and PARFITT, G.D. Chemistry of interfaces. Ellis Horwood Limited. 1986.
- JEFFREY, A.B. Principles water holding applied to meat technology. J. Sci. Food Agric. 34: 1018-1022. 1983.
- JONES, N.R. Natural Stabilizers. Food Technol. in Aust. 12:626-639. 1972.
- JONES, J.K.M. and SMITH, F. Plant gums and mucilages. In: Advances in Carbohydrate Chemistry. vol. 4. WOLFROM, M.L., TIPSON, R.S. and HORTON, D. (Editors). Academic Press, New York. 1949.
- KARDOUCHE, M.B., PRATT, D.E. and STADELMAN, W.J. Effect of soy protein isolate on turkey rolls made from pre- and post-rigor muscle. J. Food Sci. 43(3): 882-884. 1978.
- KARMAS, E. and TURK, K. Water binding of cooked fish in combination with various proteins. J. Food Sci. 41(4):977-979. 1976.

- KINSELLA, J.E. Functional properties of proteins in foods: A survey. Crit. Rev. in Food Sci. and Nut. 4:219-280. 1976.
- KOTTER, L. and FISCHER, A. The influence of phosphates or polyphosphates on the stability of foams and emulsions in meat technology. Die Fleischwirtschaft Nr. 3:365-368. 1975.
- KOVACS, P. Useful incompatibility of xanthan gum with galactomannans. Food Technol. 27(3): 26-30. 1973.
- LABUZA, T.P. and BUSK, C. An analysis of the water-binding capacity in gels. J. Food Sci. 44(5):1379-1385. 1979.
- LAUCK, R.M. The functionality of binders in meat emulsions. J Food Sci. 40: 736-740. 1975.
- LAWHON, J.T. and CATER, C.M. Effect of processing method and pH of precipitation on the yields and functional properties of protein isolated from glandless cottonseed. J. Food Sci. 36(3): 372-377. 1971.
- LE GLOAHEC, V.C.E. Carragenate coaceroate. U.S. Pat. 2,556,282. 1951.
- LUALLEN, T.E. Starch as functional ingredient. Food Technol. 39(1):59-63. 1985.
- MAESSO, E.R., BAKER, R.C., BOURNE, M.C. and VADEHRA, D.V. Effect of some physical and chemical treatments on the binding quality of poultry loaves. J. Food Sci. 35(4):440-445. 1970.
- MAURER, A.J. and BAKER, R.C. The relationship between collagen content and emulsifying capacity of poultry meat. Poultry Sci. 45(6):1317-1321. 1966.

- MATTIL, K.F. The functional requirements of proteins in foods. J. Am. Oil Chem. Soc. 48(9):477-480. 1971.
- MEER, W.A. Plant Hydrocolloids. In Food Colloids. The Avi publishing Company Inc. West Port Connecticut. 1977.
- MEYER, J.A., BROWN, W.L., GILTNER, N.E. and GUINN, J.R. Effect of emulsifiers on the stability of sausage emulsions. Food Technol. 18(11):1796-1798. 1964.
- MOORE, S.L., THENO, D.M., ANDERSON, C.R. and SCHMIDT, G.R. Effect of salt, phosphate and non-meat protein on binding strengths and cook yields of beef rolls. J. Food Sci. 40(3):502-505. 1976.
- MORRIS, E.R. Molecular origin of xanthan solution properties. In: Extracellular Microbial Polysaccharides. Ed. SANSFORD, P.A. and LASKIN, A., p.81, ACS Symposium Series n°45 - Washington D.C 1977.
- MORRIS, E.R., REES, D.A., YOUNG, G., WALKINSHAW, M.D. and DRAKE, A. Order-disorder transition for a bacterial polysaccharide conformation in recognition between Xanthomonas pathogen and its plant host. J. Mol. Biol. 110:1-6. 1977.
- MORRIS, E.R., REES, D.A. and ROBINSON, G. Cation-specific aggregation of carrageenan helices: domain model of polymer structure. J. Mol. Biol. 138-439. 1980.
- MORRISON, G.S., WEBB, N.B., BLUMER, T.N., IVEY, J.F. and HAQ, A. Relationship between composition and stability of sausage type emulsions. J. Food Sci. 36(6):426-430. 1971.

- NAKAO, Y. and AMAMI, T. Emulsifer for processed meat product.
Chem. Abstr. 92:40 133b. 1980.
- OLKKU, J. Gelatinization of starch and wheat flour starch - A
Review. Food Chem. 3:293-317. 1978.
- OSMAN, E.M. Interaction of starch with other components of food
systems. Food Technol. 29(4):30-35; 44. 1975.
- PANT, R. and TULSIANI, D.R. Solubility and aminoacid
composition of proteins isolated from leguminous seeds. J. Agr.
Food Chem. 17:361-366. 1969.
- PEARSON, A.M., SPOONER, M.E., HEGARTY, G.R. and BRATZLER, L.J.
The emulsifying capacity and stability of soy sodium
proteinate, potassium caseinate and non-fat dry milk. Food
Technol. 19(12): 1841-1845. 1965.
- PEDERSEN, J.K. The selection of hydrocolloids to meet functional
requirements. In: Polysaccharides in Foods. Eds. BLANSHARD,
J.M.V. and MITCHELL, J.R., p.219, Butterworths, London.
1979.
- PEDERSEN, J.K. Química del agua en la carne. Noticiteca
81(14):35-40. 1984.
- PEPPER, F.H. and SCHMIDT, G.R. Effect of blending time, salt,
phosphate and hot-boned beef on binding strength and cook
yield of beef rolls. J. Food Sci. 40(2):227-230. 1975.
- PERIN, P.H. Preserving milk. French Pat. 860.210. Chem. Abstr.
42:6471(1948). 1948.

- POHJA, M.S. Methode zur bestimmung der hitzestabilität von wurstbrät. Fleischwirtschaft. 54(12): 1984-1986. 1974.
- QUINN, J.R. and PATON, D. A practical measurement of water hydration capacity of protein materials. Cereal Chem. 57(1):38-40. 1979.
- RANDALL, C.J. Tecnologia de embutidos. Noticiteca 51(9):3-9. 1979.
- RANKEN, M.D. The water-holding-capacity of meat and its control. Chem. Ind. (London) 24:1052-1057. 1976.
- RAO, Ch. S., DAY, E.J. and CHEN, T.C. Effect of storage and polyphosphates on the flavor volatiles of canned poultry of meat. J. Food Sci. 43:515-18. 1978.
- RASPER, V.F. and DE MAN, J.M. Measurement of hydration capacity of wheat flour/starch mistures. Cereal Chem. 57(1):27-31. 1980.
- REES, D.A. 1969. Structure, conformation and mecanism in the formation of polysaccharide gels and networks. Adv. Carbohydr. Chem. Biochem. 24:267-332.
- REES, D.A. Polysaccharide gels. A molecular view. Chemistry and Industry: august (5):630-636. 1972.
- REGENSTEIN, J.M., GORIMAR, T.S. and SHERBON, J.W. Measuring the water holding capacity of natural actomyosin from chicken breast muscle the presence of pyrophosphate and divalent cations. J. Food Biochem. vol.3:1369-1385. 1979.

- SAFFLE, R.L. Meat emulsions. Adv. in Food Res. 16:105-160. 1968.
- SAFFLE, R.L., CHRISTIAN, J.A., CARPENTER J.A. and ZIRKLE, S.B. Rapid method to determine stability of sausage emulsions and effects of processing temperatures and humidities. Food Technol. 21(5):100-104. 1967.
- SANDERSON, G.R. Polysaccharides in foods. Food Technol. 35(5):50-57 e 83. 1981.
- SANDERSON, G.R. The interactions of xanthan gum in food systems. Prog. Ed. Nutr. Sci. 6:77-87. 1982.
- SATTERLEE, L.D. and ZACHARIAH, N.Y. Utilization of beef and pork skin hydrolyzates as a binder or extender in sausage emulsions. J. Food Sci. 38(2):268-270. 1973.
- SAVIC, J.K., MARINKOW, M. and PETKOW, S. Fleiswirtschaft. 46:152. 1966.
- SCAMPARINI A. R. P. Efeito da temperatura na viscosidade de dispersões de hidrocolóides. Resultados não publicados. 1985.
- SCHNELL, P.G., VADEHRA, D.V. and BAKER, R.C. Mechanisms of binding chunks of meat. 1. Effect of physical and chemical treatments. Can. Inst. Food Technol J. 3(2):44-48. 1970.
- SCHOCH, T.J. Mechano-chemistry of starch. J. Technol. Soc. Starch. 14(2-3):53. 1967.
- SCHUT, I. Fleiswirtschaft. 48:1201. 1968.

- SCHUT, J. Meat Emulsions. In: Food Emulsions. Ed. FRIBERG, S. Marcel Dekker Inc., New York. 1976.
- SHARMA, S.C. Gums and hydrocolloids in oil-water emulsions. Food Technol. 35(1): 59-67. 1981.
- SHAW, J.D. Introdução à química dos colóides e de superficies. Ed. Edgar Blucher Ltda. 1975.
- SHERMAN, P. The water-binding-capacity of fresh pork I. The influence of sodium chloride, pyrophosphate and polyphosphate on water-absortion. Food Technol. 15(2):79-87. 1961.
- SIEGEL, D.G., THENO, D.M. and SCHMIDT, G.R. Meat massaging: the presence of specific skeletal muscle proteins in the exudate of a sectioned and formed ham. J. Food Sci. 43(2):327-330. 1978a.
- SIEGEL, D.G., THENO, D.M., SCHMIDT, G.R. and NORTON, H.W. Meat massaging: the effect of salt, phosphate and massaging on cooking loss, binding strength and exudate formation in sectioned and formed ham. J. Food Sci. 43(2):431-433. 1978b.
- SIEGEL, D.G., TULEY, W.B., NORTON, H.W. and SCHMIDT, G.R. Sensory, textural and yield properties of a combination ham extended with isolated soy protein. J. Food Sci. 44(4): 1049-1051. 1979a.
- SIEGEL, D.G., CHURCH, K.E. and SCHMIDT, G.R. Gel structure of non-meat proteins as related to their ability to bind meat pieces. J. Food Sci. 44(5):1276-1279. 1979b.

- SLONEKER, J.H. and JEANES, A. Exocellular bacterial polysaccharide from Xanthomonas campestris NRRL-1459. Can. J. of Chem. 1962.
- SMITH, G.C., HYUNIL, J., CARPENTER, Z.L., MATTIL, K.F. and CARTER, C.M. Efficacy of protein additives as emulsion stabilizers in frankfurters. J. Food Sci. 38(5):849-855. 1973.
- SOFOS, J.N. Effects of reduced salt (NaCl) levels on the stability of frankfurters. J. Food Sci. 48(6): 1684-1691. 1983.
- STEEL, R.G.D. and TORRIE, J.H. "Principles and Procedures of Statistics". Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New York. 1960.
- STEMMER, M. Improving the baking qualities of rye and wheat flour. German Pat. 1.051.755, Chem. Abstr. 55,8694 (1959). 1959.
- SULZBACHER, W.L. Meat Emulsions. J. Food Sci. Agric. 24:589-595. 1973.
- SUN, S.M. and HALL, T.C. Solubility characteristics of globulins from phaseolus seed in regard to their isolation and characterization. J. Agric. Food Chem. 23(2):184-189. 1975.
- SWIFT, C.E., LOCKETT, C. and FRYAR, A.J. Comminuted meat emulsions - The capacity of meats for emulsifying fat. Food Technol. 15(11): 468-473. 1961.
- SWIFT, C.E. and SULZBACHER, W.L. Comminuted meat emulsions: Factors affecting meat protein as emulsions stabilizers. Food Technol. 17(2): 224-226. 1963.

- SWIFT, C.E., TOWNSEND, W.E. and WITNAUER, L.P. Comminuted meat emulsions: relation of the melting characteristics of fat to emulsion stability. Food Technol. 22(2):117-120. 1968.
- SYMES, K.C. The relationship between the covalent structure of the Xanthomonas polysaccharide (xanthan) and its function as a thickening, suspending and gelling agent. Food Chem. 6(1):63-76. 1980.
- TADIC, R.M. Acta Veterinaria (Belgrado), 16, 119. 1966.
- TAYLOR, A.A. and DANT, S.J. Influence of carcass cooling rate on drip loss in pigment. J. Food Technol. 6(2): 131-139. 1971.
- THENO, D.M., SIEGEL, D.G. and SCHMIDT, G.R. Meat massaging: Effect of salt and phosphate on the microstructure of binding junctions in selectioned and formed ham. J. Food Sci. 43(2):493-498. 1978a.
- THENO, D.M., SIEGEL, D.G. and SCHMIDT, G.R. Meat massaging: Effects of salt and phosphate on the microstructural composition of the muscle exudate. J. Food Sci. 43(2):883-887. 1978b.
- THENO, D.M., SIEGEL, D.G. and SCHMIDT, G.R. Meat massaging: Effects of salt and phosphate on the ultrastructure of cured porcine muscle. J. Food Sci. 43(2): 488-492. 1978c.
- THOMAS, E.L. Structure and properties of ice cream emulsions. Food Technol. 1:41-48. 1981.
- TOWNSEND, W.E., WITNAUER, L.P., RILOFF, J.A. and SWIFT, C.E. Comminuted meat emulsions: Differential thermal analysis of fat emulsions. Food Technol. 22(3):319-323. 1968.

- TOWNSEND, W.E., ACKERMAN, S.A., WITNAUER, L.P., PALM, W.L. and SWIFT, C.E. Effects of types and levels of fat and rates and temperatures of comminution on the processing and characteristics of frankfurthers. J. Food Sci. 36: 261-265. 1971.
- TROUT, G.R. and SCHMIDT, G.R. Effect of phosphate type and concentration, salt level and method of preparation on binding in restructured beef rolls. J. Food Sci. 49(3):687-694. 1984.
- TSAI, R., CASSENS, R.G. and BRISKEY, E.J. The emulsifying properties of purified muscle proteins. J. Food Sci. 37(2): 286-288. 1972.
- TYBOR, P.T., DILL, C.W. and LANDMANN, W.A. Effect of decoloration and lactose incorporation on the emulsification capacity of spray-dried blood protein concentrates. J. Food Sci. 38(1):4-6. 1973.
- VADEHRA, D.V. and BAKER, R.C. The mechanism of heat initiated binding of poultry meat. Food Technol. 24(7):766,755,778-779. 1970.
- VEIS, A. The macromolecular chemistry of gelatin. Academic Press, New York and London. 1964.
- WALLINGFORD, L. and LABUZA, T.P. Evaluation of the water binding properties of food hydrocolloids by physical/chemical methods and in a low fat meat emulsion. J. Food Sci. 48(1):1-5. 1983.

- WANG, J. and KINSELLA, J.E. Functional properties of novel proteins: Alfalfa leaf proteins. J. Food Sci. 41(3):498-501. 1976.
- WEBB, N.B., RAO, V.N.M., HOWELL, A.J., BARBONE, B.C. and MONROE, R.J. Effect of lipid and Chopping temperatures on sausage emulsion stability in a model system. J. Food Sci. 40:1210. 1975.
- WEBB, N.B., IVEY, F.J., CRAIG, H.B., JONES, V.A. and MONROE, R.J. The measurement of emulsifying capacity by electrical resistance. J. Food Sci. 35(4): 501-504. 1970.
- WERBIN, S.J. Ice cream stabilizers. U.S. Pat. 2,502,397, Chem. Abstr. 44,5496(1950). 1950.
- WHITING, R.C. Addition of phosphates, proteins and gums to reduced salt frankfurters batters. J. Food Sci. 49(5):1355-1357. 1984.
- WHISTLER, R.L. and DURSO, D.F. The isolation and characterization of two crystalline disaccharides from partial acid hydrolysis of guaran. J. Am. Chem. Soc. 73:4189-4191. 1951.
- WHISTLER, R.L. and DURSO, D.F. A new crystalline trisaccharide from partial acid Hydrolysis of guaran and the structure of guaran. J. Am. Chem. Soc. 74(4): 5140-5141. 1952.
- WHISTLER, R.L. and PASCALL, E.F. "Starch: Chemistry and Technology". vols. I and II. Academic Press, New York. 1965, 1967.

WHISTLER, R.L. and SMART, C.L. Polysaccharide Chemistry. Academic Press, New York. 1953.

WIERBICKI, E., KUNKLE, L.E. and DEATHERAGE, F.E. Changes in the water-holding-capacity and cationic shifts during the heating and freezing and thawing of meat as revealed by a centrifugal method for measuring shrinkage. Food Technol. 11(2):69-73. 1957.

WIERBICKI, E. and DEATHERAGE, F.E. Determination of water-holding-capacity of fresh meats. J. Agr. Food Chem. 6(5):387-392. 1958.

WILLIAMS, C.W. and ZABIK, M.E. Quality characteristics of soy substituted ground beef, pork and turkey meat loaves. J. Food Sci. 40(3):502-505. 1975.

WIRTH, F. Frankfurter-type sausages-production today. Water-binding, fat-binding structure. Fleischwirtschaft. 54(1):19. 1974.

WIRTH, F. Embutido escaldado. Fijación de agua, fijación de grasa, formación de la estructura. Fleischwirtschaft (Español) 2:4-14. 1985.

