

MURILO GRANER
Engenheiro-Agrônomo, M.S.
Instrutor da Cadeira de Tecnologia e
Conservação de Alimentos
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
da Universidade de São Paulo

ESTUDO SÔBRE A ELABORAÇÃO DE EMULSÕES DE CARNE
EM PEQUENA ESCALA, EM LABORATÓRIO

Tese de Doutorado
apresentada à E.S.A. "Luiz de Queiroz"
da Universidade de São Paulo

PIRACICABA
1969

E R R A T A

| Página | Linha | Onde se lê | Leia-se |
|--------|-------|-------------------|--------------------------|
| iii | 3 | 32 | 33 |
| " | 4 | 33 | 34 |
| " | 5 | 35 | 36 |
| " | 6 | 35 | 36 |
| " | 7 | 37 | 38 |
| " | 8 | 39 | 40 |
| " | 10 | 39 | 40 |
| " | 11 | 40 | 41 |
| " | 12 | 40 | 41 |
| " | 14 | 43 | 44 |
| " | 15 | 46 | 47 |
| " | 16 | 46 | 47 |
| " | 17 | 64 | 65 |
| " | 18 | 70 | 71 |
| " | 19 | 73 | 74 |
| 1 | 7 | Quando à | Quanto à |
| 3 | 6 | processamente | processamento |
| 3 | 20 | esca, | esca- |
| 4 | 5 | 0,1 micron | 0,1 micron, |
| 4 | 11 | encontram além | encontram, além |
| 6 | 13 | simples que os | simples que a dos |
| 10 | 11 | exeminar | examinar |
| 10. | 15. | produzidas | produzidos |
| 12. | 19. | de 5,5 para 6,5); | de 5,5 para 6,5; |
| 17 | 14 | final fo produto | final do produto |
| 19 | 5 | possibilidade | possibilidade |
| 19 | 14 | de que | de que, |
| 19 | 18 | de ácido | do ácido |
| 20 | 3 | (ou produzido | (ou de nitrito produzido |
| 20 | 10 | ao ser elaborada | ao ser elaborada, |
| 20 | 18 | hidroliza | hidrolisa |
| 26 | 7 | 0,234% | 0,24% |
| 27 | 8 | transferidas | transferidos |
| 29 | 4 | suspensas | suspensos |
| 29 | 15 | utilizado | utilizada |
| 29 | 15 | pesadas | pesados |
| 30 | 6 | 5 minutos em | 5 minutos) em |
| 30 | 18 | pesadas | pesados |
| 31 | 13 | rendimentos | rendimento |
| 31 | 17 | colocadas | colocados |
| 32 | 6 | tratamentos E | tratamento E |
| 33 | 6. | antecedencia | antecedência |
| 35 | Últ. | Formuário | Formulário |
| 36 | 9 | Quadrôs I e II | Quadros II e III |

| Página | Linha | Onde se lê | Leia-se |
|--------|-------|--|--|
| 37 | 6 | representadas | representados |
| 37 | 10 | das proteínas | das proteínas (2%) |
| 37 | 16 | reten- | reten- |
| 38 | 6 | contidos | obtidos |
| 39 | 20 | valocidade | velocidade |
| 42 | 20/21 | explicado | explicados |
| 43 | 19 | Tendo, o | Tendo o |
| 45 | 3 | O tratamentos | O tratamento |
| 46 | 16 | signficativamente | significativamente |
| 48 | 3, | "fat caps" | "fat pockets" |
| 54 | últ. | C.V. = 1,81% | C.V. = 18,12% |
| 57 | 8 | 0,45 | 0,55 |
| 66 | 9 | tecnologia. | tecnologia dos alimentos. |
| 66 | 14 | foram utilizados | foi utilizado |
| 67 | 10 | "fat caps" | "fat pockets" |
| 67 | 19 | favoreceu | favoreceram |
| 68 | 7 | "fat caps" | "fat pockets" |
| 71 | 10 | yeld | yield |
| 71 | 16 | fat caps | fat pockets |
| 72 | 4 | yeld | yield |
| 72 | 5 | fat caps | fat pockets |
| 72 | 9 | fat caps | fat pockets |
| 72 | 15 | 0,234% | 0,24% |
| 72 | 20 | finisched | finished |
| 75 | 17 | GOMES, F.P. 1960. Curso de Estatística ... | (Deveria achar-se após a linha 12) |
| 79 | 6 | RONGEY, E.H. 1965. A simple objective test ... | (Deveria achar-se à pág. 77, após a linha 13) |
| 80 | 11 | Friedman | Friedmann |

A seus pais,

espôsa e filho,

oferece o autor.

I N D I C E

| | pag. |
|--|------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DA LITERATURA | 4 |
| 2.1. A emulsão de carne | 4 |
| 2.2. Técnicas utilizadas no estudo de emulsões elaboradas com proteínas musculares | 5 |
| 2.2.1. Modelos de laboratório | 5 |
| 2.2.2. Determinação da estabilidade da emulsão comer <u>cial</u> | 6 |
| 2.2.3. Microscopia | 7 |
| 2.3. Fatores relacionados com a estabilidade de emulsões obtidas com proteínas musculares | 8 |
| 2.3.1. Equipamento, tempo e temperatura final na elab <u>o</u> ração da emulsão | 8 |
| 2.3.2. Proteínas musculares como agentes na elabora <u>-</u> ção da emulsão de carne | 10 |
| 2.3.3. Efeito de outros agentes na elaboração da emul <u>ç</u> são de carne | 16 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.3.4. | Efeito da gordura | 17 |
| 2.3.5. | Efeito do processamento térmico | 18 |
| 2.4. | Uso da delta-lactona do ácido glucônico ("GDL") na elaboração de produtos de emulsão | 19 |
| 3. | MATERIAL E MÉTODOS | 21 |
| 3.1. | Elaboração de emulsão comercial em pequena escala, em laboratório | |
| 3.1.1. | Equipamento | 21 |
| 3.1.2. | Ingredientes | 22 |
| 3.1.3. | Método básico (tratamentos A e B) | 25 |
| 3.1.4. | Primeira modificação (tratamento C) | 25 |
| 3.1.5. | Segunda modificação (tratamento D) | 26 |
| 3.1.6. | Terceira modificação (tratamento E) | 26 |
| 3.2. | Análise da matéria-prima (tecido muscular) | 27 |
| 3.2.1. | Determinação do teor de umidade | 27 |
| 3.2.2. | Determinação do teor de proteína bruta. | 27 |
| 3.2.3. | Determinação do pH. | 29 |
| 3.3. | Análise da emulsão | 29 |
| 3.3.1. | Determinação do teor de gordura | 29 |
| 3.3.2. | Teste da estabilidade da emulsão. | 30 |
| 3.3.3. | Determinação do rendimento no processa - mento térmico | 31 |

| | pág. |
|---|------|
| 3.3.4. Determinação do pH | 32 |
| 3.3.5. Análise sensorial | 32 |
| 3.3.6. Análise estatística | 33 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 35 |
| 4.1. Composição da matéria-prima (tecido muscular) . . . | 35 |
| 4.2. pH do tecido muscular | 37 |
| 4.3. Análise da emulsão de carne | 39 |
| 4.3.1. Temperatura da emulsão no final de seu prepara ro no "cutter" | 39 |
| 4.3.2. Teor de gordura da emulsão crua | 40 |
| 4.3.3. Estabilidade da emulsão | 40 |
| 4.3.4. Rendimento da emulsão no processamento térmi co | 43 |
| 4.3.5. pH da emulsão cozida | 46 |
| 4.3.6. Propriedades organoléticas da emulsão . . . | 46 |
| 5. RESUMO E CONCLUSÕES | 64 |
| 6. SUMMARY | 70 |
| 7. LITERATURA CITADA | 73 |
| 8. AGRADECIMENTOS | 80 |

1. INTRODUÇÃO

A origem de produtos elaborados com carne triturada é pré-histórica. Através dos séculos, até os dias atuais, imensa variedade de tais produtos se desenvolveu. A carne utilizada em seu preparo pode ser curada ou não curada, crua ou cozida, defumada ou não defumada; em certos casos, uma fermentação tem importância nesse preparo. Quanto à conservação, alguns produtos preservam-se bem à temperatura ambiente, enquanto outros requerem refrigeração. Há diversos exemplos de enlatados, em que o alimento é submetido a um tratamento térmico enérgico, suficiente para permitir sua conservação à temperatura ambiente por tempo relativamente longo.

A elaboração de produtos de carne cominuída constitui forma econômica de industrializar a carne. Esses produtos constituem fonte de proteína de boa qualidade e de calorias, principalmente, e têm boa aceitação no Brasil, onde existe grande variedade dos mesmos. Segundo o Anuário Estatístico (I.B.G.E., 1967), em 1966 foram produzidas 78.857 toneladas de produtos de salsicharia no

País, sendo 69.599 toneladas de produtos a granel e 9.258 toneladas de enlatados.

A carne utilizada no preparo de certos produtos (como a salsicha tipo Frankfurt, por exemplo) é tão finamente triturada que a massa assemelha-se a uma emulsão do tipo óleo-água, estabilizada por proteínas de origem muscular. Uma emulsão de carne de qualidade satisfatória pode, na prática industrial, ser obtida em aparelhos conhecidos por "cutters", sendo, todavia, comum o uso de equipamento adicional para refinar a massa, no caso de certos produtos. A capacidade dos "cutters" varia, em geral, de pouco mais de 20 quilos até mais de 300 quilos.

A elaboração de emulsões de carne de qualidade satisfatória em pequena escala, em laboratório (cêrca de 5 quilos ou menos) pode ter interêsse na realização de pesquisas nesse setor de tecnologia dos produtos cárneos e no ensino desta matéria. O Departamento de Tecnologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo dispõe, atualmente, de um pequeno "cutter" de mesa, com capacidade para triturar, por exemplo, 1,5 ou 2 quilos de alimento. Utilizando o referido equipamento, o autor realizou uma série de tentativas no sentido de elaborar uma emulsão semelhante à obtida industrialmente e que apresentasse qualidades satisfatórias. Nessas tentativas foram utilizadas tecido

muscular proveniente de diversas regiões do quarto dianteiro da carcaça de bovinos (paleta, acém, pescoço) e gordura suína (toicinho).

Um dos principais problemas que podem surgir na elaboração de produtos de emulsão é a instabilidade da massa, que se manifesta com o processamento térmico desta, através da separação da gordura, o que afeta consideravelmente a qualidade do produto. Diversos são os fatores atualmente conhecidos que influem sobre a estabilidade da emulsão de carne. Nas tentativas realizadas com o mencionado pequeno "cutter" de mesa ocorreu, com frequência, acentuada instabilidade da massa, em condições de formulação e marcha de elaboração que, na prática industrial, podem dar origem a emulsões de boa qualidade. Como a matéria-prima utilizada — tecido muscular esquelético de bovinos — constitui boa fonte de proteínas estabilizantes da emulsão de carne, foram realizados alguns tratamentos com a finalidade de favorecer a extração daquelas proteínas e a sua ação estabilizante e, de melhorar, assim, a qualidade da emulsão obtida. Tais tratamentos — sua descrição, resultados e discussão — estão contidos no presente trabalho, que o autor espera possa ser uma contribuição à elaboração de emulsões de carne em pequena escala, em laboratório.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. A emulsão de carne

BECHER (1965) definiu emulsão como um sistema heterogêneo no qual existe pelo menos uma fase líquida, na forma de gotículas cujo diâmetro é maior que 0,1 micron dispersa em outro líquido. Segundo OSIPOW, citado por SAFFLE (1968) o tamanho das gotículas que constituem a fase dispersa de uma emulsão varia de 0,1 a 50 microns.

No caso da chamada emulsão de carne, a fase dispersa consiste em partículas de gordura contidas em uma fase aquosa onde se encontram além de outras substâncias, proteínas de origem muscular, responsáveis pela estabilização do sistema (WILSON, 1960 a; SWIFT, 1965; SAFFLE, 1968). SAFFLE (1968), citando outros autores, que observaram a emulsão de carne ao microscópio, chama a atenção para os seguintes fatos: 1) as partículas de gordura podem apresentar dimensão bem maior que 50 microns e, assim sendo, a emulsão de carne não poderia ser considerada como uma verdadeira emulsão; 2)

partículas tão pequenas como 0,1 micron foram identificadas, havendo então uma grande variação no tamanho das partículas, o que pode contribuir para diminuir a estabilidade do sistema.

Existe, todavia, muita semelhança entre a estrutura física e as propriedades da emulsão de carne e a estrutura física e as propriedades de uma emulsão verdadeira do tipo óleo-água, de modo que o termo emulsão é comumente empregado para designar a massa com que são elaborados certos produtos cárneos (WILSON, 1960 a).

2.2. Técnicas utilizadas no estudo de emulsões elaboradas com proteínas musculares

2.2.1. Modelos de laboratório

Segundo uma das técnicas utilizadas em laboratório, gordura liquefeita (ou óleo) é adicionada a uma suspensão de tecido finamente triturado ou de proteínas extraídas do músculo, em presença de cloreto de sódio, em um misturador ou liquidificador em funcionamento até que haja uma separação visível de gordura (ou óleo). A capacidade de emulsionar gordura, assim determinada, é então expressa em mililitros de gordura (ou óleo) emulsionados por uma dada quantidade de tecido ou proteína. A primeira técnica descrita para

êste tipo de determinação é a de SWIFT et al.(1961); outras, semelhantes, foram propostas: HEGARTY et al.(1963), CARPENTER e SAFFLE (1964). O autor do presente trabalho utilizou, anteriormente, uma modificação do método de SWIFT et al.(1961) (GRANER, 1967).

Uma emulsão pode também ser preparada como descrita no parágrafo anterior e colocada sob determinadas condições, medindo-se o tempo necessário para que haja separação de gordura (ou óleo). Fala-se então em determinação da estabilidade da emulsão. Utilizaram êste tipo de técnica HEGARTY et al.(1963) e TRAUTMAN (1964).

O emprêgo de modelos de laboratório tem diversas limitações, apontadas por SAFFLE (1968): 1) a maioria dos modelos apresenta uma eficiência muito maior que os sistemas comerciais; 2) a composição dos sistemas de laboratório é muito mais simples que os comerciais; 3) a viscosidade de uma emulsão comercial é consideravelmente maior que a observada em modelos de laboratório.

2.2.2. Determinação da estabilidade da emulsão comercial

Existem alguns métodos propostos para uma avaliação da estabilidade da emulsão de carne antes que a mesma tenha sido submetida ao processamento térmico industrial. Um desses métodos é o

proposto por RONGEY (1965), segundo o qual uma certa quantidade de emulsão é submetida a um cozimento em tubo especial de centrifugação; após centrifugação, o volume de líquido (gordura e fase aquosa) separado é medido. De acordo com os testes realizados pelo autor, uma emulsão de boa qualidade não deveria apresentar uma separação de líquido superior a 15%.

Outro método proposto para este tipo de avaliação é o de SAFFLE et al. (1967), utilizado no presente trabalho e descrito, assim, no capítulo 3 ("Material e Métodos"). Em essência, este método difere do de RONGEY (1965) por utilizar frascos Paley em lugar de tubos especiais de centrifugação e determinar a quantidade de gordura separada após cozimento e centrifugação.

A avaliação da estabilidade da emulsão comercial pode ainda ser feita através do exame do produto terminado.

2.2.3. Microscopia

HANSEN (1960), entre outros autores, utilizou microscopia óptica para observar emulsões estabilizadas por proteínas musculares. BORCHERT et al. (1967) examinaram a emulsão de carne, antes e depois do processamento térmico, ao microscópio eletrônico.

2.3. Fatores relacionados com a estabilidade da emulsão obtida com proteínas musculares

2.3.1. Equipamento, tempo e temperatura final na elaboração da emulsão

Diversos tipos de equipamento são utilizados na elaboração de emulsões de carne. Uma massa de qualidade satisfatória pode ser obtida em aparelhos denominados "cutters"; no caso do preparo de certos produtos (como a salsicha tipo Frankfurt, por exemplo), existe atualmente preferência por um refinamento da massa, seguindo uma trituração preliminar no "cutter" (MACKENZIE, 1966).

Na prática industrial da elaboração de emulsões de carne é conhecido o fato de que um excesso de trituração no "cutter" pode resultar na obtenção de emulsões instáveis. Admite-se que a trituração excessiva acarreta, com a redução do tamanho das partículas de gordura, um aumento considerável na superfície total das mesmas, tornando-se a quantidade de proteínas extraídas insuficientes para estabilizar o sistema (MACKENZIE, 1966). Esta teoria aparentemente falha para explicar porque a emulsão obtida com auxílio de outros tipos de equipamento (como o "emulsitator", por exemplo), onde a trituração é muito mais intensa, é mais estável que a obtida no "cutter". Todavia, conforme lembra MACKENZIE (1966), há a possibilidade de que, com essa

trituração mais intensa, haja também uma maior extração de proteínas estabilizantes.

Outro fator relacionado com a estabilidade da emulsão de carne é a sua temperatura no final do preparo. HANSEN (1960), utilizando microscopia óptica, verificou que, quando a temperatura final de emulsões comerciais examinadas era de 23,3°C e 26,7°C, a matriz proteica ao redor das partículas de gordura apresentava-se parcialmente desintegrada, embora, no processamento térmico das massas, não tivesse havido separação de gordura. Todavia, quando a temperatura final era de 27,2°C, completa alteração da matriz podia ser observada, assim como separação de gordura no processamento térmico.

SWIFT et al. (1961), utilizando modelo de laboratório, obtiveram uma relação linear, inversa, entre a temperatura final atingida pela emulsão e a capacidade do tecido para emulsionar gordura.

HELMER e SAFFLE (1963), utilizando cromatografia e eletroforese, em um estudo sobre a influência da temperatura final da massa no preparo da emulsão na estabilidade desta, verificaram que a instabilidade obtida com uma temperatura final elevada (32,2°C) não podia ser atribuída a uma desnaturação das proteínas solúveis. Sugeriram, então, os autores que uma diminuição da viscosidade e da

tensão superficial seria responsável por aquêêe efeito.

Segundo MACKENZIE (1966), a temperatura da emulsão no final de sua elaboração no "cutter" não deve ultrapassar 15,5°C ou 21,1°C dependendo do tipo de "cutter" utilizado. Em geral, quanto mais longo o período de trituração, menor deve ser a temperatura final da massa. Quando é feito um refinamento da massa, seguindo uma trituração preliminar no "cutter", a temperatura final da massa deve estar ao redor de 21,1°C.

2.3.2. Proteínas musculares como agentes na elaboração da emulsão de carne

HANSEN (1960) utilizou microscopia óptica para examinar emulsões comerciais e emulsões produzidas em laboratório com proteínas extraídas de tecido muscular. O autor observou que, na elaboração da emulsão comercial, a alteração no tamanho dos fragmentos de tecido conectivo (produzidas em trituração preliminar) era pequena ou nula e que as partículas de gordura eram continuamente envolvidas por uma membrana de natureza proteica. Nas emulsões preparadas em laboratório, uma membrana proteica, ao redor das partículas de gordura, foi observada no caso de proteínas extraídas com solução salina (cloreto de sódio a 7%); tal membrana não foi detectada no caso de emulsões preparadas com proteínas solúveis em água.

SWIFT et al. (1961) também examinaram ao microscópio óptico emulsões preparadas em laboratório com proteínas solúveis em solução salina (cloreto de sódio 1,0 molar) e proteínas solúveis em água. A existência de membranas proteicas ao redor das partículas de gordura foi verificada em ambos os casos; todavia, a membrana obtida com proteínas solúveis em solução salina era de maior espessura que a observada no caso de proteínas solúveis em água. Os autores verificaram ainda que a capacidade de emulsionar gordura, determinada por método pelos mesmos descrito, era maior no caso das proteínas extraídas por solução salina.

SWIFT e SULZBACHER (1963), utilizando o modelo de laboratório de SWIFT et al. (1961), estudaram o efeito do pH e da concentração de sal (cloreto de sódio) na capacidade de emulsionar gordura de proteínas solúveis em água e proteínas solúveis em cloreto de sódio 0,6 molar. Em resumo, os autores verificaram que: 1) a capacidade de emulsionar gordura das proteínas solúveis em água era máxima quando o pH se encontrava entre 5,1 e 5,3, aumentando com a concentração de sal (de 0,5 para 2,0 molar); 2) a capacidade de emulsionar gordura das proteínas solúveis em solução salina aumentava com o pH (de 5,5 a 6,0-6,5), permanecendo praticamente constante entre pH 6,0 - 6,5 e 8,0. Neste caso também a capacidade de emulsionar gordura aumentou com a concentração de sal (de 0,3 para 1,2 molar), tendo o efeito do sal sido mais pronunciado entre pH

5,0 e pH 6,0.

HEGARTY et al. (1963) foram além no fracionamento das proteínas musculares e verificaram que, em seu estudo, a capacidade de emulsionar óleo decrescia, pela ordem, para as seguintes frações: actina (na ausência de cloreto de potássio 0,3 molar), miosina, actomiosina, proteínas sarcoplásmicas e actina (na presença de cloreto de potássio 0,3 molar). Para valores de pH de 5,6 a 5,8, as emulsões mais estáveis à temperatura ambiente foram as preparadas com proteínas sarcoplásmicas. Os componentes nitrogenados não proteicos não contribuíram para emulsionar óleo.

CARPENTER e SAFFLE (1964), utilizando modelo de laboratório, verificaram que a capacidade de emulsionar óleo de proteínas extraídas por uma solução de cloreto de sódio a 3% guardava uma relação linear com a concentração de proteínas no extrato (de 2,26 a 11,3 miligramas/mililitro).

SAFFLE e GALBRAITH (1964) estudaram o efeito do pH, do tempo "post-mortem" e da congelação sobre a quantidade de proteínas extraída por uma solução de cloreto de sódio a 3%. Verificaram os autores que: 1) a extração aumentava com o pH, de 5,5 para 6,5; 2) a extração era 50% maior no caso de tecido muscular usado antes do "rigor mortis" (30 minutos após o atordoamento do animal), em

relação a tecido usado 48 horas após o abate; 3) a congelação diminuía de 9% a quantidade de proteínas extraída, em relação à extração de carne não congelada, utilizada 48 horas "post-mortem". O teor de proteínas solúveis em cloreto de sódio a 3% foi determinado para 19 ingredientes de origem animal utilizados no preparo de produtos de emulsão. Foi observado que o teor de gordura das amostras não afetava a extração.

TRAUTMAN (1964), utilizando modelo de laboratório, estudou o efeito do tempo "post-mortem" sobre a estabilidade de emulsões produzidas com proteínas musculares solúveis em cloreto de sódio 1,2 molar, proteínas solúveis em água e resíduo insolúvel. Foi observado que as proteínas solúveis em solução salina eram os melhores estabilizantes, tendo sua ação sido grandemente afetada pelo tempo "post-mortem": as proteínas extraídas antes do "rigor mortis" davam melhor resultado que as extraídas "post-rigor". Emulsões pouco estáveis foram obtidas com as demais frações.

Segundo trabalho de TRAUTMAN, relatado por BARD (1965), extração máxima de proteínas musculares foi obtida com cloreto de sódio a 10%. Utilizando-se uma solução extratora a 3,9%, foi verificado que a quantidade de proteínas extraída aumentava com o aumento do tempo de extração e diminuía com o aumento da temperatura. O rendimento em proteínas solúveis obtidas com tecido antes do "rigor

mortis" (15 minutos de extração) foi um pouco maior do que o obtido com tecido "post-rigor" (15 horas de extração).

DAVIS (1965) determinou a variação que ocorria na capacidade de emulsionar gordura de tecido muscular de bovinos livre de microrganismos e tecido contaminado, armazenados a temperaturas de refrigeração, utilizando um modelo de laboratório modificado a partir do de SWIFT et al. (1961). Foi verificado que a capacidade de emulsionar gorduras decrescia durante os primeiros 5-10 dias, apresentando um aumento depois desse período. Este aumento foi mais pronunciado no caso do tecido contaminado. SIEFKER (1966), em trabalho parecido com o anteriormente citado, obteve resultados semelhantes. GRANER (1967) obteve resultados que concordam com os desses autores quanto à capacidade de emulsionar gordura ou óleo do tecido muscular relacionada ao tempo "post-mortem" e ao grau de contaminação microbiológica.

MAURER e BAKER (1966) verificaram que, para mistura de músculo e pele de aves, o teor de colágeno do material constituía boa estimativa da capacidade de emulsionar óleo, determinada em modelo de laboratório, sendo a relação inversa, o que foi atribuído à não solubilização daquela proteína e sua incapacidade de formar membranas estabilizantes de emulsão.

BORTON et al. (1968) utilizaram modelo de laboratório para avaliar a capacidade de emulsionar óleo de 13 ingredientes de origem animal utilizados na elaboração de produtos de emulsão. Seus dados indicaram a existência de uma relação inversa entre a capacidade de emulsionar óleo (expressa em mililitros de óleo emulsionado por 1 grama de tecido) e o teor de gordura do ingrediente. Todavia, quando a capacidade de emulsionar óleo foi expressa em mililitros de óleo emulsionados por 1 miligrama de proteína, alguns ingredientes eram classificados em lugares muito superiores àqueles obtidos no sistema anterior.

SAFFLE (1968) discutiu a avaliação de ingredientes de origem animal com base na determinação do teor de proteínas solúveis em solução salina e na capacidade de emulsionar gordura destas proteínas. Da combinação dos valores obtidos para cada ingrediente resulta uma constante ("constant emulsification value") a ser utilizada na prática para a formulação de emulsões estáveis.

ACTON e SAFFLE, citados por SAFFLE (1968), estudaram o efeito de diversos tratamentos para a elaboração de emulsões comerciais: 1) carne antes do "rigor mortis"; 2) carne congelada antes do "rigor mortis", usada congelada para a elaboração da emulsão; 3) carne antes do "rigor mortis", triturada e tratada com sal, gelo e outros ingredientes, e deixada em câmara fria durante 12 horas;

4) carne "post-rigor" congelada, triturada, tratada como descrito em (3); 5) carne fresca. Comparando os diferentes tratamentos quanto à capacidade de emulsionar gordura, os autores encontraram os seguintes valores relativos (carne fresca = 1,00): (1) = 2,45; (2) = 2,25; (3) = 2,73; (4) = 2,00.

2.3.3. Efeito de outros agentes na elaboração da emulsão de carne

Diversos ingredientes utilizados atualmente na elaboração de produtos de emulsão contêm proteínas de origem não muscular que podem contribuir para a estabilidade da emulsão; é esse o caso de sólidos obtidos do leite desnatado e de farinha ou proteínas isoladas de soja. Citando um exemplo extremo, FRANK e CIRCLE (1959) elaboraram imitações de produtos cárneos de emulsão com proteína isolada de soja, como única proteína utilizada.

Diversos estabilizantes utilizados na indústria de alimentos foram testados por MEYER et al. (1964) na elaboração de sal-sicha tipo Frankfurt. Nenhum dos aditivos empregados, com exceção do ácido oleico, melhorou a estabilidade da emulsão. O uso de lecitina resultou ainda em prejuízo do "flavor" do produto.

Segundo WILSON (1960 b), a adição de fosfatos na elaboração de emulsões de carne tem dado bons resultados na Europa; nos Estados Unidos da América o seu emprêgo, avaliado através de limitada pesquisa, não tem trazido benefícios. Tal diferença na ação dos fosfatos seria devida a uma diferença na composição das emulsões : na Europa, êstas seriam elaboradas com uma maior quantidade de gordura e uma menor proporção de tecido muscular esquelético.

SWIFT e ELLIS (1957) estudaram o efeito de diversos fosfatos sôbre a côr, a retenção de água e outras propriedades da emulsão de carne. A ação dessas substâncias dependeu do tamanho dos produtos elaborados e das condições de processamento. Assim, por exemplo, no caso de "bolognas", as diferenças observadas para a retenção de água entre o contrôle e a massa tratada com fosfatos foi significativa quando a temperatura interna final fo produto no processamento térmico era de 71,1°C, não tendo havido significância para uma temperatura final de 65,6°C. O uso de fosfatos aumentou a resistência à tração da massa. Quanto à côr, no caso de salsichas tipo Frankfurt, na dependência do tempo antes do e durante o processamento térmico, foi prejudicial, benéfica ou nem uma nem outra a ação dos fosfatos.

2.3.4. Efeito da gordura

CHRISTIAN e SAFFLE (1967), utilizando modelo de laborató

rio, estudaram a elaboração de emulsões de diversas gorduras e óleos de origem animal e vegetal com proteínas musculares extraídas conforme o método de SAFFLE e GALBRAITH (1964). Foi observada influência do comprimento da cadeia carbônica dos ácidos graxos, do grau de insaturação, da origem do óleo vegetal e do tipo de gordura animal. Segundo os autores, as diferenças verificadas para as diversas gorduras animais testadas, se da mesma ordem daquelas verificadas na prática comercial, seriam pequenas para ter interêsse.

2.3.5. Efeito do processamento térmico

Uma vez preparada a emulsão de carne, esta é submetida a um tratamento térmico mais ou menos enérgico. Comumente a massa é embutida em envoltórios naturais ou artificiais e em seguida submetida, em uma única operação, a uma defumação e cozimento em estufa. Do aquecimento, nestas condições, resulta a coagulação das proteínas e a conseqüente firmeza do produto, o desenvolvimento da cor e uma pasteurização da massa (WILSON, 1960 a).

De acôrdo com SAFFLE (1968), o tratamento térmico na estufa se processa de acôrdo com um esquema que envolve temperaturas de 60 a 82°C e umidades relativas de menos de 30% a mais de 80%, até que a temperatura interna do produto seja de 66 - 69°C.

SAFFLE et al. (1967) estudaram o efeito da temperatura e da umidade relativa durante o processamento térmico sôbre diversas propriedades de salsichas tipo Frankfurt. Os tratamentos variaram desde 99°C (94% de umidade relativa) até 60 - 82°C (40% de umidade relativa). Segundo os autores, em geral, a possibilidade de separação de gordura foi maior para as temperaturas e umidades relativas mais elevadas, que também resultaram em côr menos intensa e menos uniforme do produto.

BORCHERT et al. (1967) examinaram emulsão de carne ao microscópio eletrônico e constataram a presença de uma densa membrana ao redor das partículas de gordura; esta membrana, na emulsão submetida a processamento térmico, apresentou-se descontínua, apesar de não ter sido observada separação de gordura no produto. Diante destes resultados, SAFFLE (1968), formulou a hipótese de que ao romper-se a membrana ao redor das partículas de gordura, a fase contínua da emulsão já estaria alterada, de modo a impedir a separação de gordura.

2.4. Uso da delta-lactona de ácido glucônico ("GDL") na elaboração de produtos de emulsão.

De maneira bastante simplificada podemos dizer que a

formação da cor típica de carne curada e aquecida dos produtos de emulsão compreende: a produção de óxido nítrico a partir de nitrito adicionado à carne (ou produzido por redução bacteriana de nitrato adicionado); a combinação do óxido nítrico com o pigmento da carne formando-se nitrosomioglobina; e a transformação desta forma no pigmento rosado característico de carne curada e aquecida, com a desnaturação da parte proteica (WILSON, 1960 b). A assim chamada reação de cura é favorecida quando o pH da massa é baixo e pela presença de redutores, como ascorbato de sódio.

O pH da massa, ao ser elaborada pode afetar a qualidade da emulsão, por influir na solubilização de proteínas musculares (SAFFLE e GALBRAITH, 1964), que constituem o agente estabilizante do sistema. Assim sendo, a delta-lactona do ácido glucônico passou a ser empregada na elaboração de produtos de emulsão com vantagem, conforme SAIR (1965). Adicionada à massa por ocasião de seu preparo, essa lactona não acarreta redução imediata do pH, não afetando, assim, a formação da emulsão; quando aquecida (processamento térmico da massa), a delta-lactona do ácido glucônico se hidroliza produzindo este ácido, com uma conseqüente redução do pH, o que favorece a reação de cura.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Elaboração de emulsão comercial em pequena escala, em laboratório

3.1.1. Equipamento

Emulsões de carne, de composição semelhante a massas obtidas industrialmente, foram preparadas utilizando-se um pequeno "cutter" de mesa (Hobart, modelo 84142). O aparelho, à semelhança de "cutters" industriais, consta de uma bacia que apresenta movimento de rotação (aproximadamente 22 rotações por minuto), o qual conduz o material nela colocado à ação de um jogo de facas de aço inoxidável (duas), presas a um eixo giratório (1725 rotações por minuto, segundo especificação de fábrica), de modo que as facas se movimentam em plano vertical. O conjunto das facas é protegido por uma cobertura metálica.

Os ingredientes de origem animal, utilizados na elaboração das emulsões, foram previamente triturados em moedor Hobart, modelo A - 120 T.

O processamento térmico das emulsões foi realizado em um forno General Electric, com controle de temperatura.

3.1.2. Ingredientes

Tecido muscular de bovino, proveniente de região conhecida por paleta, foi utilizado no preparo das emulsões. Cortes aproximadamente perpendiculares ao úmero forneceram pedaços pesando 2,7 - 3,0 quilos, adquiridos em açougue local que, por sua vez, adquiriu o material em frigorífico local. O chamado "músculo", porção rica em tecido conectivo que deveria acompanhar aqueles pedaços, não foi utilizada.

O preparo das amostras consistiu na eliminação de gordura, osso, tendão, aponeuroses e ocasionais zonas de tecido muscular apresentando derramamento de sangue e sinais de desidratação. Em seguida, o material foi cortado em pequenos pedaços e triturado em moedor de carne através de disco com orifícios de 13 milímetros de diâmetro. Seguiram-se duas triturações através de disco com orifícios de 5 milímetros de diâmetro e uma homogeneização adicional com auxílio de uma espátula. O material foi então deixado em refrigerador a cerca de 0°C, durante 16 - 20 horas.

Como fonte de gordura foi utilizado tecido gorduroso

(toicinho), proveniente da região dorsal de carcaças de suínos. Removidos o couro e fragmentos de tecido muscular acompanhante, o material foi cortado em pequenos pedaços e triturado três vezes em moedor de carne, conforme descrito para o caso do tecido muscular. Porções pesando pouco mais de 300 g foram embaladas em lâmina de alumínio e, em seguida, em sacos de polietileno e colocados em congelador a -27°C . Para sua utilização, as porções foram removidas do congelador e deixadas em refrigerador a cerca de 0°C durante 16 - 20 horas.

Os demais ingredientes utilizados na elaboração das emulsões (fórmula básica) e as respectivas quantidades estão contidas no Quadro I. A fórmula utilizada é semelhante a fórmulas utilizadas industrialmente na elaboração de salsichas do tipo Frankfurt.

QUADRO I - Fórmula básica utilizada no preparo das emulsões

| Ingrediente | Porcentagem(*) | Quantidade(g) |
|---------------------------------|----------------|---------------|
| Carne magra de bovino (paleta) | 80 | 1200 |
| Gordura de suíno (toicinho) | 20 | 300 |
| Mistura gêlo-água (1:1) | 30 | 450 (**) |
| Sal refinado (cloreto de sódio) | 2,5 | 37,5 |
| Açúcar branco (sacarose) | 0,1 | 1,5 |
| Pimenta-do-reino escura em pó | 0,1 | 1,5 |
| Pimenta-da-jamaica em pó | 0,05 | 0,75 |
| Noz moscada em pó | 0,05 | 0,75 |
| Nitrito de sódio | 0,015 | 0,225(**) |

(*) Porcentagem em relação ao peso de ingredientes de origem animal.

(**) O nitrito de sódio foi dissolvido em 40 ml da água.

3.1.3. Método básico (tratamentos A e B)

O tecido muscular triturado e homogeneizado, deixado em refrigerador a cêrca de 0°C durante 16-20 horas, foi transferido para o "cutter", sendo então adicionados, sal, demais condimentos, nitrito e um têrço da mistura gêlo-água. O material foi submetido à trituração durante 1 minuto. Foram então adicionados a gordura, cortada em cubos com cêrca 2,5 centímetros de lado, e outro têrço da mistura gêlo-água. Após 1 minuto de trituração, o restante da mistura gêlo-água foi adicionado e o material foi então triturado até a obtenção de uma emulsão (4 minutos). A temperatura da massa, no final da operação, foi determinada com auxílio de um termômetro metálico.

O método básico, acima descrito, corresponde aos tratamentos A e B, que podem ser caracterizados como segue: A) tecido muscular com 1 ou mais dias "post-mortem", cujo pH, medido na carne triturada e homogeneizada, por ocasião de sua utilização na elaboração da emulsão, era inferior a 6,00; B) êste tratamento difere do anterior por ter sido utilizado tecido muscular apresentando pH superior a 6,00 (medido nas mesmas condições de A).

3.1.4. Primeira modificação (tratamento C)

Êste tratamento difere do tratamento A em que o tecido

muscular foi tratado com sal e demais condimentos, incorporados com auxílio de uma espátula, 16-18 horas antes da elaboração da emulsão, período êsse em que o material foi deixado em refrigerador a cêrca de 0°C.

3.1.5. Segunda modificação (tratamento D)

Êste tratamento difere do anterior em que, juntamente com sal e demais condimentos, 0,234% (porcentagem em relação ao pêsso de ingredientes de origem animal) de fosfato de sódio dibásico, foram adicionados ao tecido muscular, na forma de $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, dissolvido em 40 mililitros da água. Uma das amostras de tecido muscular apresentou pH 6,00, por ocasião de sua utilização no preparo da emulsão.

3.1.6. Terceira modificação (tratamento E)

Êste tratamento difere do anterior em que 0,5% (porcentagem em relação ao pêsso de ingredientes cárneos) de delta-lactona de ácido glucônico ("GDL"), dissolvidos em 40 mililitros da água, foram adicionados à massa após os 4 primeiros minutos de trituração.

3.2. Análise da matéria-prima (tecido muscular)

3.2.1. Determinação do teor de umidade

O teor de umidade do tecido muscular triturado e homogeneizado foi determinado essencialmente pelo método descrito pela "Association of Official Agricultural Chemists" (A.O.A.C., 1955). Em lugar de cápsulas de alumínio, porém, foram usadas cápsulas de aço inoxidável, com 70 milímetros de diâmetro e 18 milímetros de altura. Cerca de 10 gramas do material foram transferidas para cápsula tarada; o material foi pesado e colocado em estufa com circulação mecânica de ar, a 100-102°C, durante 18 horas. A cápsula, contendo o material seco, foi transferida para dessecador contendo sílica gele, após ter sido resfriada, foi pesada. A perda de peso do material foi considerada como sendo igual à quantidade de água presente na amostra e expressa em percentagem. Duas determinações foram feitas para cada amostra e uma média dos valores encontrados foi calculada.

3.2.2. Determinação do teor de proteína bruta

O teor de proteína bruta da matéria-prima (tecido muscular) foi determinado essencialmente pelo método descrito pela Association of Official Agricultural Chemists (A.O.A.C., 1955).

Na digestão do material, porém, foi utilizado sulfato de cobre como catalisador. A marcha seguida foi: 1) 2,0 - 2,5 gramas de material foram pesados em pequenos frascos de vidro e congelados a -27°C até o momento da análise, quando foram transferidos, com auxílio de uma pequena quantidade de água destilada, para balão Kjeldahl de 800 mililitros de capacidade, juntamente com 8-10 gramas de sulfato de potássio (K_2SO_4), 1 grama de sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), fragmentos de bastonete de vidro e 25 mililitros de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado; 2) o material foi então digerido sobre fonte de calor até que a mistura no frasco se apresentasse transparente, com uma cor verde azulada; o material foi aquecido durante meia hora adicional; 3) resfriado o material, foram adicionados 400 mililitros de água destilada, alguns grânulos de zinco (Zn), 75 mililitros de hidróxido de sódio (NaOH) a 50% e o frasco foi então ligado a aparelho de destilação, cujo tubo terminal do condensador se achava mergulhado em 50 mililitros de uma solução de ácido bórico (H_3BO_3) a 4%, contendo vermelho de metila e bromocresol verde como indicadores; 4) recolhidos cerca de 200 mililitros de destilado, este foi titulado com ácido clorídrico (HCl) 0,1 normal, calculando-se, assim, o teor de nitrogênio total da amostra; 5) o teor de nitrogênio total, multiplicado por 6,25, forneceu o teor de proteína bruta do material analisado. Duas determinações foram feitas para cada amostra e uma média dos valores encontrados foi calculada.

3.2.3. Determinação do pH

Na determinação do pH da matéria-prima (tecido muscular triturado e homogeneizado), cerca de 10 gramas do material foram suspensas em 10 mililitros de água destilada, com auxílio de um bastonete de vidro; o pH foi então lido em um potenciômetro Beckman Zeromatic, calibrado com solução tampão Beckman. O pH foi determinado por ocasião da elaboração da emulsão.

O pH do tecido muscular triturado, homogeneizado e tratado com sal, condimentos e fosfato de sódio dibásico foi também determinado, por ocasião da elaboração da emulsão.

3.3. Análise da emulsão

3.3.1. Determinação do teor de gordura

O teor de gordura da emulsão, logo após o seu preparo, foi determinado pelo método descrito por KELLEY et al (1954). A marcha utilizado foi a seguinte: 1) 9 gramas de material foram pesadas no interior de um frasco Paley com escala de 0 a 50%; 5 mililitros de água destilada a 70°C foram adicionados e uma suspensão feita com auxílio de bastonete de vidro; 2) 5 mililitros de ácido acético gla

cial (H_3CCOOH) foram então adicionados e misturados à suspensão, seguindo-se a adição de 15 mililitros de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado; o material foi agitado com auxílio de bastonete de vidro sendo aguardada sua digestão (2-3 minutos); 3) o material foi então submetido a uma centrifugação (aproximadamente $860 \times G$ durante 5 minutos em uma centrífuga International modelo K; 4) a água destilada a $70^{\circ}C$ foi adicionada, em quantidade suficiente para trazer o nível da mistura para o gargalo do frasco, e uma segunda centrifugação (aproximadamente $860 \times G$, durante 2 minutos) foi realizada; 5) o frasco foi então colocado em banho-maria a $70^{\circ}C$ durante 2 minutos e a leitura da porcentagem de gordura foi feita. Duas determinações foram realizadas para cada amostra e uma média dos valores encontrados foi calculada.

3.3.2. Teste da estabilidade da emulsão

A estabilidade da emulsão, logo após o seu preparo, foi avaliada pelo método de SAFFLE et al. (1967), com ligeiras modificações. A marcha utilizada foi a seguinte: 1) 9 gramas de emulsão foram pesadas no interior de um frasco Paley com escala de 0 a 50% tendo-se comprimido o material contra o fundo do frasco, procurando-se eliminar espaços vazios e obter uma forma aproximadamente cilíndrica; 2) o material foi então aquecido em banho-maria a $70^{\circ}C$ durante 30 minutos; 3) água destilada a $70^{\circ}C$ foi então adicionada

até que o nível de líquido chegasse ao gargalo do frasco, que foi então centrifugado (aproximadamente $860 \times G$, 2 minutos) em uma centrífuga International, modelo K; 4) o frasco foi colocado em banho maria a $70^{\circ}C$ durante 2 minutos e a leitura da porcentagem de gordura separada foi feita. Duas determinações foram feitas para cada amostra e uma média dos valores encontrados foi calculada.

A marcha seguida diferiu da de SAFFLE et al. (1967) em que, nesta, a centrifugação foi feita com uma força centrífuga igual a $1000 \times G$ e os frascos utilizados permitiram a leitura de alguns décimos de 1% de gordura separada. Segundo êsses autores, uma quantidade de gordura separada superior a 0,8% constitui indicação de instabilidade da emulsão.

3.3.3. Determinação do rendimento no processamento térmico

Uma vez obtida a emulsão no "cutter", 300 gramas de massa foram transferidos para o interior de uma lata número 2 tarada e colocadas em forno elétrico aquecido a cerca de $93^{\circ}C$, durante aproximadamente 2 horas, até que a temperatura interna da massa, medida aproximadamente no seu centro geométrico, fôsse de $70^{\circ}C$. O material foi então resfriado em água corrente até uma temperatura interna de

aproximadamente 45°C e o líquido (gordura, água contendo substâncias dissolvidas) mais uma pequena quantidade de sólidos em suspensão acumulados no interior da lata, foram removidos e a lata foi pesada, calculando-se, assim, o rendimento porcentual correspondente ao processamento térmico. Três determinações (duas no caso do tratamento E) foram feitas para cada amostra e uma média dos valores encontrados foi calculada.

O controle da temperatura interna da massa foi feita com auxílio de um termômetro de mercúrio, colocado de tal modo que seu bulbo se localizasse aproximadamente no centro geométrico de uma porção de emulsão (300 g) especialmente tomada para este fim em uma lata número 2 e processada simultaneamente com as repetições correspondentes ao tratamento.

3.3.4. Determinação do pH

O pH da emulsão termicamente processada foi feito como descrito para o caso da matéria-prima, tomando-se cerca de 10 gramas de porção central da massa.

3.3.5. Análise sensorial

A emulsão termicamente processada, após pesagem para determinação do rendimento, foi embalada em lâmina de alumínio e colocada em congelador a -27°C para posterior análise sensorial. Para a realização desta, as amostras foram transferidas, com 48 horas de antecedência, para refrigerador a cerca de 0°C ; na véspera da prova, as amostras foram deixadas durante 30 minutos à temperatura ambiente, para acelerar a descongelação. Cada peça foi dividida em duas metades, segundo plano contendo o eixo longitudinal, e uma das superfícies expostas foi submetida à apreciação visual por um grupo de tecnologistas de alimentos.

Três conjuntos de 5 amostras, contendo cada um deles todos os tratamentos, foram examinados sob uma mistura de luz natural e fluorescente. Aos provadores foi solicitado que classificassem as amostras quanto à textura e à cor desenvolvida (V. formulário anexo, página 35). O tipo de teste utilizado ("ranking test") apresenta várias vantagens (WEIR, 1960): é de simples utilização, requer menor treinamento dos provadores, evita que estes possam preferir certos valores (no caso da atribuição de notas às amostras, ou "scoring test"). Além disso, o método força os provadores a diferenciarem as amostras.

3.3.6. Análise estatística

A análise da variância foi utilizada no caso dos dados relativos ao teste de estabilidade da emulsão (3.3.2.) e ao teste de rendimento (3.3.3.); o delineamento utilizado foi o de experimentos completamente casualizados (GOMES, 1960). Na comparação das médias dos tratamentos, no caso da determinação do rendimento, foi utilizado o teste de TUKEY (GOMES, 1960).

A análise estatística dos dados relativos à análise sen so ri al foi feita utilizando-se as tabelas construídas por KRAMER (1956). Os resultados foram analisados separadamente, para cada co n ju nto de amostras contendo todos os tratamentos; em seguida, uma an á l is e foi feita utilizando-se os dados médios relativos aos três co n ju ntos de amostras.

SÉRIE _____

NOME _____

DATA _____

Solicita-se a atenção do prezado colaborador para as seguintes propriedades das amostras:-

- 1) Textura 5 amostras (A...E)
- 2) Côr

Considerando separadamente cada um dos atributos acima, pede-se ao colaborador que coloque, na ordem decrescente de sua preferência, as amostras apresentadas, fazendo uso do quadro abaixo:-

| lugar | textura | côr |
|-------|---------|-----|
| 1º | | |
| 2º | | |
| 3º | | |
| 4º | | |
| 5º | | |

ANEXO I - Formulário utilizado na análise sensorial.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Composição da matéria-prima (tecido muscular)

Os dados obtidos na determinação do teor de umidade e de proteína bruta do tecido muscular utilizado na elaboração das emulsões de carne encontram-se nos Quadros II e III. Se considerarmos que o teor de cinzas da carne bovina fresca pode ser estimado em 1% (LUSHBOUGH e SCHWEIGERT, 1960), poderemos obter uma estimativa do teor de gordura (lipídeos brutos) do tecido analisado. No que diz respeito a essas frações, da observação dos Quadros I e II pode-se concluir que a composição da matéria-prima foi uniforme.

O teor de gordura do tecido muscular foi indiretamente controlado, neste trabalho, pois é sabido que a natureza da gordura pode influir sobre a capacidade de emulsionar gordura de proteínas musculares solúveis em solução salina (CHRISTIAN e SAFFLE, 1967).

De acôrdo com LAWRIE (1966), a composição de um músculo típico de mamífero adulto, após a instalação do "rigor mortis"

e antes da ocorrência de alterações degradativas , é a seguinte:

| | |
|--|-------|
| água | 75,5% |
| proteína | 18,0% |
| gordura | 3,0% |
| substâncias solúveis não proteicas | 3,5% |

Das substâncias solúveis não proteicas, 1,57% são representadas por compostos nitrogenados, os quais, na análise do presente trabalho, estão incluídos na fração proteína bruta. Das proteínas, 10% são representados por proteínas miofibrilares e 6%, por proteínas sarcoplásmicas; o restante das proteínas é constituído por proteínas do tecido conectivo e outras proteínas insolúveis.

O trabalho de diversos autores (HANSEN, 1960; SWIFT et al., 1961; TRAUTMAN, 1964) indica que são proteínas solúveis em solução salina os principais agentes de estabilização da emulsão de carne. O sal (cloreto de sódio) adicionado à carne na elaboração de produtos de emulsão tem, além de contribuir para o sabor, a retenção de água e a conservação do produto, o papel de solubilizar o agente estabilizante da emulsão. Baseia-se neste papel do sal a prática (comum na indústria), adotada neste trabalho, de submeter inicialmente o tecido muscular a uma trituração em presença de sal e uma mistura de gelo e água, para, em seguida, adicionar o tecido gorduroso.

4.2. pH do tecido muscular

O pH do tecido muscular triturado e homogeneizado foi determinado por ocasião de sua utilização na elaboração das emulsões, portanto, pelo menos 24 horas após o abate do animal. Os valores encontrados estão contidos no Quadro IV. A Figura I mostra as freqüências de valores de pH contidos com 36 amostras do material utilizado no presente trabalho, que incluem os dados do Quadro IV. Houve uma maior freqüência de valores entre 5,60 e 5,85, sendo 5,60 e 6,65 os extremos encontrados.

O pH da carne fresca depende de diversos fatores, entre eles o tempo "post-mortem". Abatido o animal, cessa o suprimento de oxigênio aos tecidos, do que resulta, pela atividade de enzimas glicolíticas, um acúmulo de ácido láctico no músculo e a consequente redução do pH, de valores próximos da neutralidade para cerca de 5,5; o menor valor atingido pelo pH depende da reserva de glicogênio do tecido quando o animal é abatido, e dos fatores que influem sobre esta reserva (LAWRIE, 1966). A velocidade da queda do pH verificada "post-mortem", de acordo com a revisão da literatura feita pelo citado autor, depende da espécie, do animal e do músculo considerados, e varia com a temperatura ambiente. Assim, por exemplo, em um estudo de MARSH (citado por LAWRIE, 1966), podemos observar que o pH do músculo "longissimus dorsi" de bovino, atingiu o

o valor 6,0 em pouco menos de 4 horas, a 37°C, e em quase 17 horas, a 7°C.

O pH da carne influi sôbre diversas propriedades do tecido muscular de interêsse na elaboração de produtos de emulsão. Uma dessas propriedades é a capacidade de reter água, diminuída com a queda do pH para valores ao redor de 5,5 e, portanto, próximos do ponto isoelétrico de diversas proteínas musculares, inclusive miofibrilares (LAWRIE, 1966).

SAFFLE e GALBRAITH (1964) observaram que a solubilidade de proteínas musculares em cloreto de sódio a 3% aumentava com o aumento do pH (de 5,5 para 6,5). SWIFT e SULZBACHER (1963) verificaram que a capacidade de emulsionar gordura de proteínas musculares solúveis em cloreto de sódio 0,3 - 1,2 molar aumentava com o aumento do pH (de 5,5 para 6,0-6,5). Considerando-se que, de acôrdo com o trabalho de vários autores (HANSEN, 1960; SWIFT et al., 1961; TRAUTMAN, 1964), as proteínas solúveis em solução salina são os principais agentes estabilizantes da emulsão de carne, pode-se, com base nessas observações, explicar o efeito do pH do tecido muscular na elaboração de emulsões de carne.

O pH da carne pode ainda influir sôbre a valocidade da reação de cura, ou seja, o desenvolvimento da coloração típica de

carne curada; a reação de cura é favorecida pela redução do pH (WILSON, 1960 b).

O pH do tecido muscular triturado e homogeneizado, tratado previamente com sal, condimentos e fosfato de sódio dibásico (tratamentos D e E) foi determinado por ocasião de sua utilização na elaboração das emulsões. Os valores encontrados estão contidos no Quadro V, que também compara êsses valores com aquêles obtidos para o tecido não tratado.

4.3. Análise da emulsão de carne

4.3.1. Temperatura da emulsão no final de seu preparo, no "cutter"

A temperatura da massa, determinada no final de sua elaboração, no "cutter", para as diversas repetições dos tratamentos efetuados, encontra-se no Quadro VI. Pode-se observar que, na maioria dos casos, a temperatura foi de 12 a 14°C, tendo atingido 16°C em duas repetições.

Conforme é reconhecido na prática industrial da elaboração de emulsões de carne e conforme o resultado de pesquisas publicadas (HANSEN, 1960; SWIFT et al., 1961; HELMER e SAFFLE, 1963), a esta

bilidade da emulsão produzida com proteínas musculares pode ser afetada pela temperatura final da emulsão, no seu preparo.

No presente trabalho, procurou-se manter a temperatura final da emulsão abaixo de 15°C, com base nas recomendações de MACKENZIE (1966), o que foi conseguido, na maioria dos casos, através da utilização de matéria-prima de origem animal (tecido muscular e gordura) a cerca de 0°C e da adição de uma mistura de gelo e água (1:1) na elaboração da massa.

4.3.2. Teor de gordura da emulsão crua

A fim de controlar a composição da massa, desde que a estabilidade da emulsão depende do teor de gordura adicionada, foi feita a determinação desse componente na emulsão crua, isto é, antes do processamento térmico. Os resultados dessa determinação estão contidos no Quadro VII.

4.3.3. Estabilidade da emulsão

Os dados relativos ao teste de estabilidade da emulsão pelo método descrito por SAFFLE et al.(1967), estão contidos no Quadro VIII.

O exame desses dados permite concluir logo que os tratamentos B e D foram superiores aos demais; com apenas uma exceção (repetição 2, tratamento B), apenas algumas gotículas de gordura foram observadas no gargalo do frasco utilizado no teste, o que constituiu indício de estabilidade das emulsões preparadas.

Os resultados do teste indicam superioridade, nas condições do presente trabalho, do tecido muscular apresentando pH acima de 6,00 por ocasião da elaboração da emulsão. Conforme discutido anteriormente (4.2.), os resultados do tratamento B podem ser explicados com base na maior solubilidade de proteínas miofibrilares, estabilizantes da emulsão de carne, a valores de pH acima de 6,00 do que a valores abaixo de 6,00 (SAFFLE e GALBRAITH, 1964) e na maior capacidade de emulsionar gordura das proteínas solúveis em solução salina em pH 6,0 - 6,5 do que em pH 5,5 - 6,0 (SWIFT e SULZBACHER, 1963).

Também foi superior, nas condições do presente trabalho o tratamento D, ou seja, aquele em que foi feito um tratamento do tecido muscular com sal, condimentos e fosfato de sódio dibásico 16-18 horas antes de sua utilização na elaboração da emulsão. Os resultados deste tratamento podem, pelo menos em parte, ser explicado pelo aumento do pH ocasionado no material.

O uso de tecido muscular com pH inferior a 6,00 (trata-

mento A) resultou, nas condições do presente trabalho, em emulsões de elevado grau de instabilidade. O tratamento do tecido muscular com sal e outros condimentos 16-18 horas antes de sua utilização no preparo da massa (tratamento C), semelhante a tratamento realizado por ACTON e SAFFLE, citados por SAFFLE (1968), também resultou na produção de emulsões instáveis, embora tenha havido diferença significativa entre este e o tratamento anterior (A) (Quadro IX).

Um pH elevado da massa, embora favoreça a elaboração da emulsão, pode dificultar o desenvolvimento da côr de carne curada no produto em elaboração (WILSON, 1960 b). Além disso, um pH elevado no produto final facilita a deterioração do mesmo. Foi, então, no tratamento E, adicionada à massa, no final de seu preparo, a delta-lactona do ácido glucônico, pensando-se em elaborar uma massa estável, com tecido muscular tratado com sal e fosfato, e que não apresentasse os inconvenientes de um pH elevado na massa e no produto final, como foi encontrado nos tratamentos B e D (V. 4.3.5.). Nas condições do presente trabalho, o tratamento E resultou na elaboração de três emulsões apresentando alguma instabilidade ao lado de duas francamente instáveis. Tendo, o ingrediente em questão (delta-lactona do ácido glucônico) sido adicionado na fase final do preparo da massa, e devendo sua transformação em ácido glucônico ocorrer durante o processamento térmico (SAIR, 1965), é provável que a instabilidade da emulsão observada tenha sido devida ao efeito da

redução do pH sôbre as proteínas, solúveis em solução salina, extraídas no processo.

Conforme observaram SAFFLE et al. (1967), uma quantidade de gordura separada superior a 0,8% era indício de instabilidade da emulsão. Segundo os autores sempre que mais de 0,8% de separação eram obtidos, grande variação de leituras podia ocorrer entre frascos correspondentes a uma mesma emulsão (por exemplo, se em um frasco o valor 2,5% era obtido, em outro podia-se ler 10%). Tal variação entre leituras não foi observada no trabalho presente; a maior diferença encontrada entre frascos correspondentes a uma mesma repetição foi de 1%.

4.3.4. Rendimento da emulsão no processamento térmico

Os dados relativos ao rendimento da emulsão no processamento térmico estão contidos no Quadro X; os Quadros XI e XII referem-se à análise estatística desses dados.

O rendimento, conforme foi determinado no presente trabalho, reflete a perda de água por evaporação e a separação de líquido, durante o processamento térmico. Esse líquido consistiu, em vários casos, em uma fase aquosa, contendo diversas substâncias dissolvidas, e gordura (além de sólidos em suspensão, em pequena quantidade).

de). Tanto a retenção de água como a de gordura, pela massa, são fenômenos associados às proteínas musculares.

O tratamento que resultou em rendimento médio mais baixo foi o tratamento A; durante o aquecimento da massa, observou-se separação de grande quantidade de líquido, inclusive gordura. A adição prévia de sal (cloreto de sódio) e outros condimentos ao tecido muscular (tratamento C) resultou em um aumento do rendimento, significativo ao nível de 5% de probabilidade, em relação ao tratamento anterior (A). Todavia, grande separação de líquido, inclusive gordura, foi observada no processamento térmico.

Os tratamentos B e D resultaram na separação de uma quantidade muito pequena de líquido; os seus rendimentos médios diferem significativamente ao nível de 1% de probabilidade dos rendimentos médios correspondentes aos tratamentos A e C. O rendimento médio do tratamento D foi maior que o do tratamento B; não houve, porém, diferença significativa.

A superioridade do tecido muscular apresentando pH acima de 6,00 (tratamento B), em relação ao tecido muscular com pH inferior a 6,00, é, assim, evidente, nas condições do presente trabalho. Essa diferença pode ser explicada com base em trabalhos anteriormente citados (LAWRIE, 1966; SAFFLE e GALBRAITH, 1964; SWIFT e

SULZBACHER, 1963) (4.2.).

O tratamento da matéria-prima (tecido muscular), apresentando pH inferior a 6,00, com sal (cloreto de sódio), condimentos e fosfato de sódio dibásico (tratamento D), 16-18 horas antes de sua utilização na elaboração das emulsões, resultou em significativo aumento do rendimento, em relação ao tecido não tratado, com pH inferior a 6,00 (tratamento A), ou ao tecido tratado apenas com sal e condimentos (tratamento C). Segundo WILSON (1960 b), diversos fosfatos alcalinos têm sido utilizados na indústria de carne com a finalidade precípua de reduzir a perda de água ocorrida no processamento da carne; a ação dessas substâncias se deve, pelo menos em parte, a um aumento do pH da carne. Este mesmo efeito pode, em parte pelo menos, explicar a retenção de gordura observada na massa tratada com fosfato de sódio dibásico, no caso do trabalho presente (SAFFLE e GALBRAITH, 1964; SWIFT e SULZBACHER, 1963).

O tratamento E foi significativamente superior ao tratamento A, o que pode ser atribuído ao fosfato adicionado no caso do primeiro. Embora o rendimento médio do tratamento E fôsse superior ao do tratamento C, não houve diferença significativa neste caso, o que, provavelmente, foi devido à redução do pH ocasionada pela delta-lactona do ácido glucônico. O rendimento médio do tratamento E foi inferior (embora não significativamente) aos rendimentos

médios dos tratamentos B e D. Abundante separação de gordura foi observada em duas repetições (2 e 5), o que, aliás, fôra previsto pelo teste de SAFFLE et al.(1967) (4.3.3.).

4.3.5. pH da emulsão cozida

O Quadro XIII contém os valores de pH observados para as emulsões submetidas a processamento térmico e as diferenças entre êsses valores e o pH original do tecido muscular.

De acôrdo com SAFFLE (1968), a maioria das emulsões apresenta pH de 5,8 a 6,2. No Quadro XIII pode-se, assim, observar que os tratamentos B e D resultaram na produção de emulsões com pH relativamente elevado, o que pode estar associado a um desenvolvimento incompleto da côr e a uma menor resistênciã à deterioração.

O tratamento E claramente produziu efeito no sentido de reduzir o pH da emulsão tèrmicamente processada.

4.3.6. Propriedades organoléticas da emulsão

O exame visual das amostras de emulsão revelou grande separação de líquido, inclusive gordura, durante o processamento térmico, no caso dos tratamentos A e C e de duas repetições do tratamento.

to E. Ao corte, após refrigeração, estas amostras revelaram, em geral, textura grosseira, encontrando-se na massa numerosas bolsas de gordura ("fat caps"), sinal de instabilidade da emulsão. No caso dos tratamentos B e D, em que a separação de líquido no processamento térmico foi muito pequena, assim como em algumas das repetições do tratamento E, a textura pareceu satisfatória, não tendo sido encontrados sinais de instabilidade.

Na classificação das amostras, quanto à textura, por grupo de provadores ("ranking test"), o tratamento A foi rejeitado, ao nível de 1% de probabilidade, no exame dos três conjuntos de amostras apresentadas (Quadros XIV, XV, XVI); o tratamento C foi rejeitado, ao nível de 5% de probabilidade, em uma das séries. Em dois dos conjuntos o tratamento B foi preferido, ao nível de 5% de probabilidade; os tratamentos D e E foram preferidos (1% de probabilidade) uma vez cada. Considerando-se as classificações médias obtidas com as três séries de amostras, pode-se verificar que houve rejeição, ao nível de 1% de probabilidade, do tratamento A e a preferência (5% de probabilidade) pelo tratamento B (Quadro XX). Os tratamentos D e E obtiveram boa classificação, em média, conforme pode ser verificado pelo exame dos respectivos totais, próximos do limite de significância.

No que se refere à textura das amostras verificaram-se,

assim, melhores resultados com os tratamentos utilizando matéria-prima (tecido muscular) com pH natural ou artificialmente elevado (acima de 6,00). É possível que o efeito da delta-lactona do ácido glucônico, sobre a estabilidade da emulsão, observado nas condições do presente trabalho, seja reduzido ou mesmo eliminado reduzindo-se a quantidade do composto na formulação.

Quanto à cor, o tratamento A foi preferido (1% de probabilidade) nas três séries de comparações, tendo o tratamento D sido rejeitado (1% de probabilidade) em duas delas (Quadros XVII, XVIII, XIX). Em uma das séries, o tratamento B foi preferido (5% de probabilidade) e, em outra, o tratamento E foi rejeitado (1% de probabilidade). Analisando-se as classificações médias (Quadro XX), pode-se constatar a rejeição (1% de probabilidade) do tratamento D e a preferência, ao nível de 1% de probabilidade, pelo tratamento A.

O desenvolvimento da cor foi, assim, favorecido no caso do tratamento A, cuja matéria-prima (tecido muscular) apresentava pH inferior a 6,00. O tratamento do tecido muscular com fosfato de sódio dibásico favoreceu a estabilidade da emulsão (3.3.2.), o rendimento no processamento térmico (3.3.3.) e a textura da massa, mas desfavoreceu a formação da cor. O tratamento da emulsão com a delta-lactona do ácido glucônico ("GDL") parece ter contribuído para eliminar este efeito indesejável do fosfato.

QUADRO II - Teor de umidade do tecido muscular
(porcentagem)

| Tratamento | A | B | C | D | E |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Repetição | | | | | |
| 1 | 76,29 | 75,13 | 74,65 | 75,89 | 75,67 |
| 2 | 75,09 | 76,94 | 76,29 | 75,65 | 75,67 |
| 3 | 75,85 | 75,94 | 75,82 | 76,19 | 75,92 |
| 4 | 76,56 | 74,43 | 75,97 | 75,96 | 74,98 |
| 5 | 75,63 | 76,37 | 76,48 | 75,56 | 74,53 |

QUADRO III - Teor de proteína bruta do tecido muscular
(porcentagem)

| Tratamento | A | B | C | D | E |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Repetição | | | | | |
| 1 | 20,02 | 20,27 | 21,24 | 20,60 | 20,03 |
| 2 | 20,01 | 19,37 | 19,45 | 19,72 | 20,32 |
| 3 | 20,36 | 20,17 | 19,93 | 20,02 | 20,59 |
| 4 | 19,83 | 19,34 | 19,52 | 20,83 | 19,67 |
| 5 | 19,94 | 20,03 | 18,99 | 20,21 | 20,64 |

QUADRO IV - pH do tecido muscular

| Tratamento | A | B | C | D | E |
|------------|------|------|------|------|------|
| Repetição | | | | | |
| 1 | 5,85 | 6,05 | 5,70 | 5,85 | 5,70 |
| 2 | 5,70 | 6,20 | 5,75 | 6,00 | 5,65 |
| 3 | 5,65 | 6,65 | 5,90 | 5,75 | 5,68 |
| 4 | 5,70 | 6,20 | 5,62 | 5,60 | 5,65 |
| 5 | 5,60 | 6,15 | 5,60 | 5,70 | 5,62 |

QUADRO V - Aumento do pH ocasionado no tecido muscular pelo tratamento com sal, outros condimentos e fosfato de sódio di-
básico.

| Tratamento | D | | | E | | |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | s/fosf. | c/fosf. | aumento | s/fosf. | c/fosf. | aumento |
| Repetição | | | | | | |
| 1 | 5,85 | 6,30 | 0,45 | 5,70 | 6,20 | 0,50 |
| 2 | 6,00 | 6,45 | 0,45 | 5,65 | 6,20 | 0,55 |
| 3 | 5,75 | 6,20 | 0,45 | 5,68 | 6,05 | 0,37 |
| 4 | 5,60 | 6,05 | 0,45 | 5,65 | 6,15 | 0,50 |
| 5 | 5,70 | 6,10 | 0,40 | 5,62 | 6,12 | 0,50 |

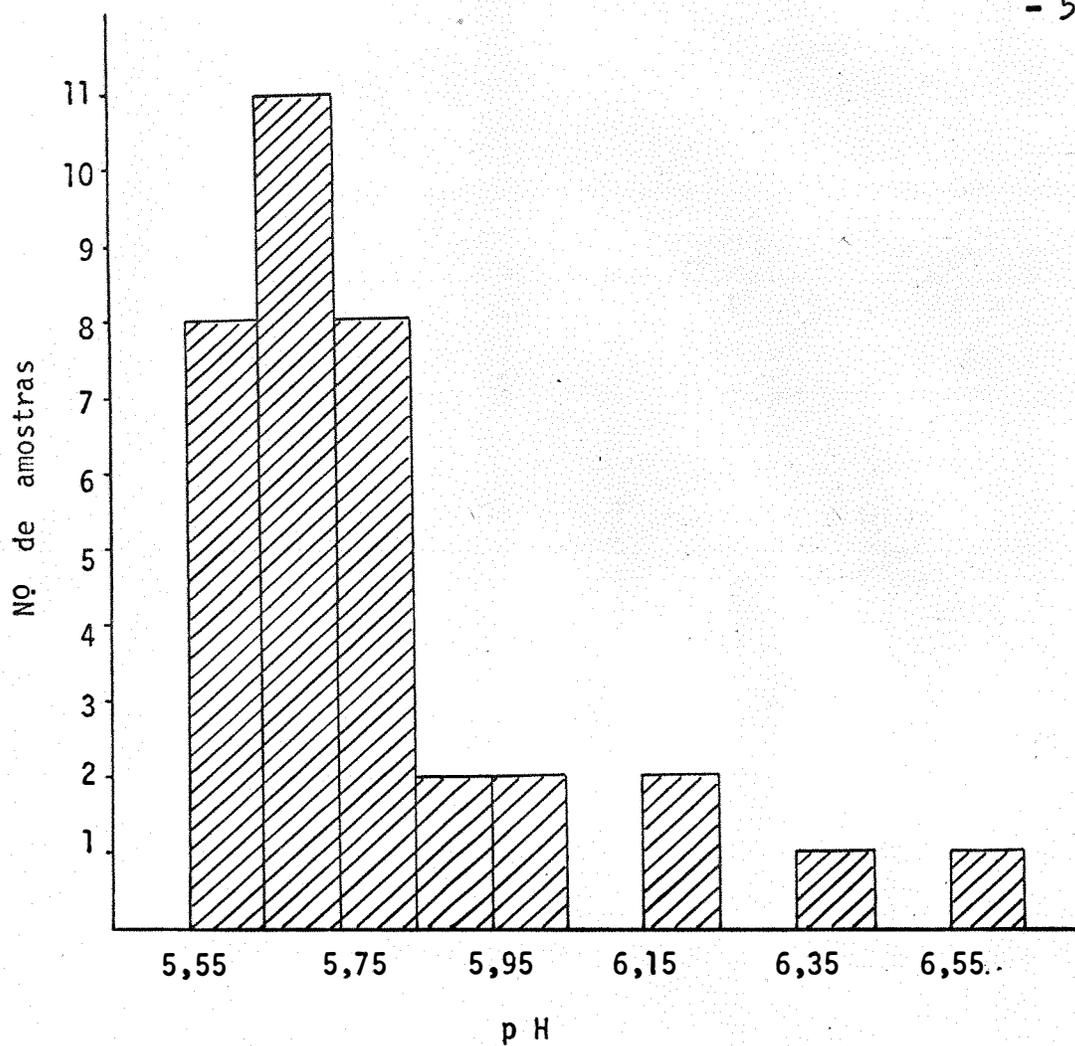


FIGURA I - Frequências de valores de pH encontrados na matéria-prima (tecido muscular)

QUADRO VI - Temperatura da emulsão no final
de seu preparo, no "cutter"(°C)

| Tratamento | A | B | C | D | E |
|------------|------|------|------|------|------|
| Repetição | | | | | |
| 1 | 12,0 | 11,0 | 13,5 | 14,0 | 14,5 |
| 2 | 12,0 | 16,0 | 14,0 | 15,0 | 15,0 |
| 3 | 14,0 | 13,0 | 14,0 | 11,5 | 14,5 |
| 4 | 12,0 | 13,5 | 13,5 | 16,0 | 13,5 |
| 5 | 13,0 | 14,0 | 13,0 | 15,0 | 13,5 |

QUADRO VII - Teor de gordura da emulsão crua
(porcentagem)

| Tratamento | A | B | C | D | E |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Repetição | | | | | |
| 1 | 16,75 | 17,50 | 17,00 | 17,75 | 18,50 |
| 2 | 18,00 | 18,00 | 17,00 | 18,25 | 18,25 |
| 3 | 16,50 | 15,50 | 17,00 | 15,50 | 17,75 |
| 4 | 15,75 | 18,50 | 16,75 | 16,00 | 17,75 |
| 5 | 17,00 | 18,50 | 17,50 | 17,75 | 17,75 |

QUADRO VIII - Estabilidade da emulsão, avaliada segundo SAFFLE et al. (1967) (porcentagem de gordura separada)

| Tratamento | A | B | C | D | E |
|------------|------|---------|------|-----|--------|
| Repetição | | | | | |
| 1 | 6,50 | tr. (*) | 5,30 | tr. | < 1,00 |
| 2 | 7,50 | 2,50 | 4,00 | tr. | 6,00 |
| 3 | 8,50 | tr. | 5,00 | tr. | 1,50 |
| 4 | 9,00 | tr. | 4,00 | tr. | 2,50 |
| 5 | 8,50 | tr. | 7,30 | tr. | 5,00 |
| média | 8,00 | - - | 5,12 | - - | - - |

(*) traços

QUADRO IX - Análise da variância; efeito do tratamento prévio da matéria-prima (tecido muscular) com sal (cloreto de sódio) (comparação entre tratamentos A e C)

| Fontes de variação | G L | S Q | Q M | F |
|--------------------|-----|---------|---------|----------|
| Tratamentos | 1 | 20,7360 | 20,7360 | 14,67* * |
| Resíduo | 8 | 11,3080 | 1,4135 | |
| Total | 9 | 32,0440 | | |

C.V. = 1,81%

QUADRO X - Rendimento da emulsão no processamento
térmico (porcentagem)

| Tratamento | A | B | C | D | E |
|------------|------|------|------|------|------|
| Repetição | | | | | |
| 1 | 81,7 | 96,1 | 82,4 | 98,1 | 94,2 |
| 2 | 82,2 | 92,2 | 90,2 | 97,2 | 83,7 |
| 3 | 76,0 | 97,4 | 84,9 | 95,2 | 93,0 |
| 4 | 75,6 | 95,7 | 85,8 | 95,2 | 93,2 |
| 5 | 72,1 | 96,1 | 80,2 | 97,1 | 90,3 |
| média | 77,5 | 95,5 | 84,7 | 96,6 | 90,9 |

QUADRO XI - Análise da variância; rendimento da emulsão no processamento térmico

| Fontes de variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|----------|--------|---------|
| Tratamentos | 4 | 1.266,07 | 316,52 | 27,94** |
| Resíduo | 20 | 226,61 | 11,33 | |
| Total | 24 | 1.492,68 | | |

C.V. = 3,78%

QUADRO XII - Comparação entre rendimentos médios da emulsão no processamento térmico (Teste de TUKEY)

| | D 96,56 | B 95,50 | E 90,88 | C 84,70 | A 77,52 |
|---------|------------|------------|------------|------------|------------|
| D 96,56 | - | N.S. | N.S. | ** | ** |
| B 95,50 | | - | N.S. | ** | ** |
| E 90,88 | | | - | N.S. | ** |
| C 84,70 | | | | - | * |
| A 77,52 | | | | | - |

$\Delta(5\%) = 6,38$

$\Delta(1\%) = 7,98$

QUADRO XIII - pH da emulsão cozida; diferença entre este pH e o

pH original da matéria-prima (tecido muscular)

(Quadro IV)

| Tratamento | pH | A dif. | pH | B dif. | pH | C dif. | pH | D dif. | pH | E dif. |
|------------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| Repetição | | | | | | | | | | |
| 1 | 6,20 | 0,35 | 6,42 | 0,37 | 6,20 | 0,50 | 6,60 | 0,75 | 6,08 | 0,38 |
| 2 | 6,25 | 0,45 | 6,50 | 0,30 | 6,30 | 0,55 | 6,62 | 0,62 | 5,87 | 0,22 |
| 3 | 6,15 | 0,50 | 6,85 | 0,20 | 6,25 | 0,35 | 6,42 | 0,67 | 5,88 | 0,20 |
| 4 | 6,22 | 0,52 | 6,42 | 0,22 | 6,08 | 0,46 | 6,38 | 0,78 | 5,92 | 0,27 |
| 5 | 6,12 | 0,52 | 6,40 | 0,25 | 6,08 | 0,48 | 6,40 | 0,70 | 5,88 | 0,26 |

QUADRO XIV - Análise sensorial (1ª série): avaliação de textura
(lugares obtidos pelos tratamentos)

| Tratamentos | A | B | C | D | E |
|--------------------|----|-----|-----|----|----|
| Provadores | | | | | |
| I | 5 | 2 | 4 | 3 | 1 |
| II | 5 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| III | 4 | 1 | 5 | 2 | 3 |
| IV | 5 | 1 | 4 | 2 | 3 |
| V | 5 | 1 | 4 | 3 | 2 |
| SOMA | 24 | 8 | 21 | 11 | 11 |
| SIGNIFICÂNCIA (**) | | (*) | (*) | | |

Limites (KRAMER, 1956): 5% = 10-20; 1% = 8-22; as somas devem ser maiores que os limites superiores (rejeição) ou menores que os limites inferiores (preferência).

QUADRO XV - Análise sensorial (2ª série): avaliação da textura
(lugares obtidos pelos tratamentos)

| Tratamentos | A | B | C | D | E |
|--------------------|----|----|----|----|------|
| Provadores | | | | | |
| I | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| II | 5 | 2 | 4 | 3 | 1 |
| III | 5 | 2 | 4 | 3 | 1 |
| IV | 5 | 2 | 4 | 3 | 1 |
| V | 5 | 2 | 4 | 3 | 1 |
| SOMA | 25 | 11 | 20 | 14 | 5 |
| SIGNIFICÂNCIA (**) | | | | | (**) |

Limites (KRAMER, 1956): 5% = 10-20; 1% = 8-22

(V. observação à página 58)

QUADRO XVI - Análise sensorial (3ª série): avaliação da textura
(lugares obtidos pelos tratamentos)

| Tratamentos | A | B | C | D | E |
|-------------------|------|-----|----|------|----|
| Provadores | | | | | |
| I | 5 | 2 | 4 | 1 | 3 |
| II | 5 | 1 | 4 | 2 | 3 |
| III | 5 | 2 | 4 | 1 | 3 |
| IV | 5 | 2 | 3 | 1 | 4 |
| V | 5 | 1 | 4 | 2 | 3 |
| SOMA | 25 | 8 | 19 | 7 | 16 |
| SIGNIFICÂNCIA | (**) | (*) | | (**) | |

Limites (KRAMER, 1956): 5% = 10-20; 1% = 8-22

(V. observação à página 58)

QUADRO XVII - Análise sensorial (1ª série):avaliação da cor
(lugares obtidos pelos tratamentos)

| Tratamentos | A | B | C | D | E |
|-------------------|------|-----|----|----|------|
| Provadores | | | | | |
| I | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| II | 1 | 2 | 4 | 3 | 5 |
| III | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| IV | 3 | 1 | 2 | 4 | 5 |
| V | 1 | 2 | 4 | 3 | 5 |
| SOMA | 7 | 9 | 16 | 18 | 25 |
| SIGNIFICÂNCIA | (**) | (*) | | | (**) |

Limites (KRAMER, 1956): 5% = 10-20; 1% = 8-22

(V. observação à página 58)

QUADRO XVIII - Análise sensorial (2ª série):avaliação da côr
(lugares obtidos pelos tratamentos)

| Tratamentos | A | B | C | D | E |
|--------------------|---|----|----|------|----|
| Provedores | | | | | |
| I | 1 | 3 | 2 | 5 | 4 |
| II | 1 | 4 | 2 | 5 | 3 |
| III | 1 | 2 | 3 | 5 | 4 |
| IV | 2 | 1 | 5 | 4 | 3 |
| V | 1 | 2 | 4 | 5 | 3 |
| SOMA | 6 | 12 | 16 | 24 | 17 |
| SIGNIFICÂNCIA (**) | | | | (**) | |

Limites (KRAMER, 1956): 5% = 10-20; 1% = 8-22

(V. observação à página 58)

QUADRO XIX - Análise sensorial (3ª série):avaliação da cor
(lugares obtidos pelos tratamentos)

| Tratamentos | A | B | C | D | E |
|-------------------|------|----|------|----|----|
| Provadores | | | | | |
| I | 1 | 4 | 3 | 5 | 2 |
| II | 1 | 4 | 2 | 5 | 3 |
| III | 1 | 4 | 2 | 5 | 3 |
| IV | 3 | 2 | 4 | 5 | 1 |
| V | 1 | 4 | 3 | 5 | 2 |
| SOMA | 7 | 18 | 14 | 25 | 11 |
| SIGNIFICÂNCIA | (**) | | (**) | | |

Limites (KRAMER, 1956): 5% = 10-20; 1% = 8-22

(V. observação à página 58)

QUADRO XX - Médias das somas dos lugares obtidos em
três avaliações da textura e da côr

| Tratamentos | Textura | Côr |
|-------------|------------|------------|
| A | 24,67 (**) | 6,67 (**) |
| B | 9,00 (*) | 13,00 |
| C | 20,00 | 15,33 |
| D | 10,67 | 22,33 (**) |
| E | 10,67 | 17,67 |

Limites (KRAMER, 1956): 5% = 10-20; 1% = 8-22

(V. observação à página 58)

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Entre a imensa variedade de produtos cárneos existentes, ocupam lugar de importância os elaborados com carne finamente triturada, de tal modo que a sua massa assemelha-se a uma emulsão do tipo óleo-água. A elaboração de tais produtos (e de outros produtos de carne cominuida) constitui forma econômica de industrializar carne; além disso, têm os mesmos boa aceitação no País e constituem fonte de proteína de boa qualidade e de calorías. A possibilidade de variação na formulação de produtos de emulsão é muito grande, havendo enorme campo para pesquisas; assim, por exemplo, a incorporação de matéria-prima de origem vegetal (fonte de proteínas), como farinha de soja ou proteínas isoladas de soja, pode ser estudada, visando-se a produção de alimento que possua, ao mesmo tempo, boa aceitação e alto valor nutritivo e seja de preço mais acessível às populações de menor poder aquisitivo.

O emprego de equipamento em escala industrial, mesmo de pequena indústria, na realização de pesquisas no setor da elaboração de produtos de emulsão, implica na utilização de quantidades relativamente grandes de matéria-prima. O Departamento de Tecnologia

da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, dispõe de um pequeno "cutter" de mesa, semelhante ao equipamento utilizado pela indústria na produção de emulsões; com aquêle "cutter" é possível a elaboração de cerca de 2 quilos de massa em cada operação. O presente trabalho pretende ser uma contribuição ao estudo do emprêgo do referido equipamento (e de outros semelhantes, de pequena escala) para a realização de pesquisas no setor da elaboração de produtos de emulsão e para o ensino de tecnologia.

Tentativas iniciais de elaboração de emulsões de qualidade satisfatória com o "cutter" de mesa em questão resultaram na separação de considerável quantidade de gordura no processamento térmico da massa, afetando o rendimento e a qualidade do produto. No preparo das emulsões foram utilizados tecido muscular de bovino (proveniente de diferentes regiões do quarto dianteiro — paleta, acém, pescoço), como fonte de proteínas estabilizantes da emulsão e gordura suína, além de outros ingredientes. No trabalho presentemente descrito, foram realizados alguns tratamentos com a finalidade de favorecer a solubilização daquelas proteínas e sua ação estabilizante possibilitando, assim, a elaboração de emulsões de qualidade satisfatória.

Os resultados obtidos, analisados e discutidos, podem assim ser resumidos:

1 - O emprêgo de tecido muscular (proveniente da região denominada comumente de paleta, do quarto dianteiro da carcaça de bovinos) apresentando, por ocasião de sua utilização no preparo da massa, pH abaixo de 6,00 resultou na elaboração de emulsões instáveis, tendo-se verificado considerável separação de líquido, inclusive gordura, no processamento térmico; a massa, refrigerada após o cozimento, apresentou textura grosseira, encontrando-se numerosas bolsas de gordura ("fat caps").

2 - O emprêgo de tecido muscular de bovino (proveniente da mesma região anteriormente citada), com pH superior a 6,00, por ocasião de sua utilização no preparo da massa, resultou na produção de emulsões estáveis, cuja textura, após cozimento, revelou-se satisfatória; o rendimento no processamento térmico foi significativamente maior, em relação à utilização de matéria-prima com pH inferior a 6,00. As diferenças observadas entre os dois casos podem ser explicadas com base no fato de que valores de pH acima de 6,00 favoreceu a extração de proteínas musculares estabilizantes de emulsão de carne e a própria estabilização da emulsão por êsses agentes.

3 - O tratamento da matéria-prima (tecido muscular de bovino, com pH inferior a 6,00) com sal (cloreto de sódio) 16-18 horas antes de sua utilização na elaboração da emulsão ("preblending") reduziu significativamente a quantidade de gordura separada em teste de estabilidade e aumentou significativamente o rendimento no processamento térmico; a emulsão resultante foi, porém, de má qualidade (textura grosseira, presença de bolsas de gordura ou "fat-caps").

4 - O emprêgo de fosfato de sódio dibásico no tratamento da matéria-prima (tecido muscular de bovino, com pH inferior a 6,00), juntamente com sal (cloreto de sódio) e outros condimentos, 16-18 horas antes de sua utilização na elaboração da massa, resultou na produção de emulsões estáveis, de textura satisfatória, embora o desenvolvimento da cor tivesse sido desfavorecido. O rendimento no processamento térmico foi significativamente maior, em relação à utilização de matéria-prima não tratada (pH < 6,0) ou tratada apenas com sal (cloreto de sódio). Os valores de pH da emulsão cozida foram superiores aos normalmente encontrados, o que é indesejável sob o ponto de vista da preservação da massa. O efeito do fosfato utilizado sobre a estabilidade da emulsão pode, pelo menos em parte, ser explicado pela elevação produzida no pH do tecido muscular; esta elevação pode ainda ser responsabilizada pelo menor desenvolvimento da cor observada na massa tratada.

5 - O uso da delta-lactona do ácido glucônico no tratamento da emulsão preparada com matéria-prima (tecido muscular de bovino, com pH abaixo de 6,00) tratada com fosfato de sódio dibásico, juntamente com sal comum (cloreto de sódio), 16-18 horas antes do preparo da massa, resultou em valores de pH para a massa cozida inferiores àqueles observados com a matéria-prima não tratada com fosfato e cloreto de sódio; o desenvolvimento da cor, em geral, não foi desfavorecido e a massa cozida apresentou, pelo pH relativamente baixo encontrado, possibilidade de melhor preservação.

Existe, portanto, a possibilidade de, com o equipamento ("cutter") utilizado, serem obtidas emulsões de qualidade satisfatória, dependendo da condição "post-mortem" (pH) do tecido muscular. É provável que o uso de tecido muscular antes da ocorrência do "rigor mortis", na formulação do produto, resulte também na obtenção de emulsões estáveis. Efeitos semelhantes poderão ser observados na elaboração de emulsões de carne em pequena escala, com outros aparelhos semelhantes.

O tratamento da matéria-prima (tecido muscular) com sal comum (cloreto de sódio) na véspera de sua utilização na elaboração da emulsão é uma prática que pode contribuir para melhorar a estabilidade e o rendimento da emulsão produzida em pequena escala, em

laboratório. Efeito semelhante poderá ser observado no preparo de maiores quantidades de emulsão, na indústria.

Efeitos indesejáveis ocasionados por um pH elevado da massa, produzido por sua vez pela adição de fosfato, podem ser eliminados através da adição à emulsão, por ocasião de seu preparo, da delta-lactona do ácido glucônico ("GDL"). A combinação desses ingredientes — fosfato e lactona — é uma possibilidade para alterações de pH durante a elaboração de produtos de emulsão.

A legislação brasileira, atualmente, não permite a adição de fosfatos e da delta-lactona do ácido glucônico ("GDL") à carne, na elaboração de produtos de emulsão. Tais aditivos poderão ser de emprego vantajoso, principalmente a delta-lactona do ácido-glucônico, que, de acordo, com experiência acumulada pela indústria norte-americana, permite considerável redução no tempo necessário à elaboração daqueles produtos.

6. SUMMARY

It was thought that the preparation of small quantities of meat emulsions, in the laboratory, could be of value for research and teaching in this area of meat technology. A table size meat cutter (Hobart, Model 84142) was used in the preparation of 4.5 lb batches of emulsions made with lean beef (chuck meat, arm region) and pork fat (20%). Chopping time and final temperature did not exceed seven minutes and 61°F, respectively. Emulsion quality was evaluated through: 1) a laboratory, stability test; 2) determination of yield after thermal processing of 300 g portions (in metallic molds) in a baking oven; 3) visual inspection of the finished, cooked emulsion (a ranking test was conducted with five different treatments).

When the ultimate pH of the bovine, post-rigor muscle was below 6.00, highly unstable emulsions were obtained. The texture of the finished, cooked emulsion was poor and several fat caps were found in the product.

Treating the lean, ground beef (pH < 6.00) with salt

(sodium chloride) for a 16-18 hr period previously to the preparation of the emulsions (preblending) significantly decreased the amount of fat rendered in the stability, laboratory test and significantly increased the yield as determined after thermal processing. The emulsions still had, however, poor texture and fat caps.

When the ultimate pH of the bovine muscle tissue was above 6.00, very stable emulsions were obtained; these emulsions shrunk significantly less during thermal processing. The texture of the final, cooked emulsions was acceptable; no fat caps were found. The results obtained with this treatment may be explained by a greater protein extraction and a greater emulsifying capacity of the salt-soluble proteins at pH values above 6.00 than at pH values below 6.00.

Treating the ground, lean beef (pH < 6.00) with salt (sodium chloride) and dibasic sodium phosphate (0.234%, based on meat ingredients) for a 16-18 hr period previously to the emulsification resulted in the preparation of very stable emulsions. These emulsions shrunk significantly less than emulsions without phosphate prepared with muscle tissue with pH below 6.00. The texture was acceptable. However, in this case, the pH of the finished, cooked emulsion was higher than those normally found in meat emulsions (5.8 - 6.2), and this was reflected by a lighter color of the

product. Such high pH values would have encouraged bacterial spoilage of the emulsion. At least part of the action of the dibasic sodium phosphate in the meat emulsions, as far as stability is concerned, may be explained by an increase in the pH of the emulsions.

When the emulsion in the cutter (prepared as in the preceding case) was treated with glucono delta lactone (0.5%, based on meat ingredients), the pH of the final, cooked emulsion was, in general, lower than 6.00, and color development was generally satisfactory. However, the emulsions were not as stable as in the preceding case. It is possible that better results could be obtained with less glucono delta lactone (0.25%, for example).

7. LITERATURA CITADA

A.O.A.C. 1955. Official Methods of Analysis. 8ª edição. Association of Official Agricultural Chemists, Washington, D.C.

BARD, J.C. 1965. Some factors influencing extractability of salt - soluble proteins. In Proceedings of the Meat Industry Research Conference. American Meat Institute Foundation, Chicago, Ill. p. 96.

BECHER, P. 1965. Emulsions: Theory and Practice. 2ª edição. Reinhold Publishing Corporation, Nova York, N. Y.

BORCHERT, L.L., M.L. GREASER, J.C. BARD, R.G. CASSENS e E.J. BRISKEY. 1967. A research note: Electron microscopy of a meat emulsion. Journal of Food Science 32 : 419.

BORTON, R.J., N.B. WEBB e L.J. BRATZLER. 1968. Emulsifying capacities and emulsion stability of dilute meat shurrries from various meat trimmings. Food Technology 22 : 506.

CARPENTER, J.A. e R.L. SAFFLE. 1964. A simple method of estimating the emulsifying capacity of various sausage meats. Journal of Food Science 29 : 774.

CHRISTIAN, J.A. e R.L. SAFFLE. 1967. Plant and animal fats and oils emulsified in a model system with muscle salt soluble protein. Food Technology 21 : 1024.

DAVIS, C.E. 1965. A procedure for obtaining and comparing aseptic and bacterially inoculated bovine muscle tissue. Tese de M.S., The Ohio State University, Columbus, O.

FRANK, S.S. e S.J. CIRCLE. 1959. The use of isolated soybean protein for non-meat, simulated sausage products, frankfurter and bologna types. Food Technology 13 : 307.

GRANER, M. 1967. Emulsifying properties of bovine skeletal muscle tissue and its protein fractions as related to time post-mortem and microbial contamination. Tese de M.S. The Ohio State University, Columbus, O.

GOMES, F.P. 1960. Curso de Estatística Experimental. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Instituto de Genética, Piracicaba, SP.

HANSEN, L.J. 1960. Emulsion formation in finely comminuted sausage.

Food Technology 14 : 565.

HEGARTY, G.R., L.J. BRATZLER e A.M. PEARSON. 1963. Studies on the

emulsifying properties of some intracellular beef muscle proteins. Journal of Food Science 28 : 663.

HELMER, R.L. e R.L. SAFFLE. 1963. Effect of chopping temperature on

the stability of sausage emulsions. Food Technology

17 : 1195.

I.B.G.E. 1967. Anuário Estatístico do Brasil. Fundação I.B.G.E. -

Instituto Brasileiro de Estatística, Rio de Janeiro. GB.

KELLEY, D.C., R.E. GUERRANT e D.L. MACKINTOSH. 1954. A study of

methods of testing and sampling for the determination

of fat content of ground meat. Food Technology 8 : 273.

KRAMER, A. 1956. A quick, rank test for significance of differences

in multiple comparisons. Food Technology 10 : 391.

LAWRIE, R.A. 1966. Meat Science. Pergamon Press, Londres.

LUSHBOUGH, C.H. e B.S. SCHWEIGERT. 1960. The nutritive content and the nutritional value of meat and meat products. In American Meat Institute Foundation. The Science of Meat and Meat Products. W.H. Freeman and Company, São Francisco, Calif. p. 185.

MACKENZIE, D.S. 1966. Prepared Meat Product Manufacturing. American Meat Institute, Chicago, Ill.

MAURER, A.J. e R.C. BAKER. 1966. The relationship between collagen content and emulsifying capacity of poultry meat. Poultry Science 45 : 1317.

MEYER, J.A., W.L. BROWN, N.E. GILTNER e J.R. GUINN. 1964. Effect of emulsifiers on the stability of sausage emulsions. Food Technology 18 : 1797.

SAFFLE, R.L. 1968. Meat emulsions. Advances in Food Research 16:105.

SAFFLE, R.L., J.A. CHRISTIAN, J.A. CARPENTER e S.B. ZIRKLE. 1967. Rapid method to determine stability of sausage emulsions and effects of processing temperatures and humidities. Food Technology 21 : 784.

SAFFLE, R.L. e J.W. GALBRAITH. 1964. Quantitative determination of salt-soluble protein in various types of meat. Food Technology 18 : 1943.

SAIR, L. 1965. Research and cure color applications in sausage. In Proceedings of the Meat Industry Researchs Conference. American Meat Institute Foundation, Chigago, Ill.p.113.

SIEFKER, J.R. 1966. Comparison of the individual effects of a general inoculum, Pseudomonas, and Achromobacter on aseptic bovine muscle tissue. Tese de M.S., The Ohio State University, Columbus, O.

SWIFT, C.E. 1965. The emulsifying properties of meat proteins. In Proceedings of the Meat Industry Research Conference. American Meat Institute Foundation, Chicago, Ill. p.78.

SWIFT, C.E., C. LOCKETT e A.J. FRYAR. 1961. Comminuted meat emulsions The capacity of meats for emulsifying fat. Food Technology 15 : 468. 1961.

SWIFT, C.E. e R. ELLIS. 1957. Action of phosphates in sausage products. II. Pilot plant studies of the effects of some phosphates on binding and color. Food Technology 11 : 450.

- SWIFT, C.E. e W.L. SULZBACHER. 1963. Comminuted meat emulsions: Factors affecting meat proteins as emulsion stabilizers Food Technology 17 : 224.
- TRAUTMAN, J.C. 1964. Fat-emulsifying properties of prerigor and postrigor park proteins. Food Technology 18 : 1065.
- RONGEY, E.H. 1965. A simple objective test for sausage emulsion quality. In Proceedings of the Meat Industry Research Conference. American Meat Institute Foundation, Chicago, Ill. p. 99.
- WEIR, C.E. 1960. Methods of analysis: Panel methods for palatability. In American Meat Institute Foundation. The Science of Meat and Meat Products. W.H. Freeman, São Francisco, Calif. p. 235.
- WILSON, G.D. 1960 a. Sausage products. In American Meat Institute Foundation. The Science of Meat and Meat Products. W.H. Freeman, São Francisco, Calif. p. 349.
- WILSON, G.D. 1960 b. Meat curing. In American Meat Institute Foundation. The Science of Meat and Meat Products. W.H. Freeman, São Francisco, Calif. p. 328.

8. AGRADECIMENTOS

O autor deseja expressar seus sinceros agradecimentos: ao Prof. Jorge Leme Júnior, como orientador do trabalho; ao Dr. Urgel de A. Lima, por comentários e estímulo; aos docentes da Cadeira nº 21 (Tecnologia e Conservação de Alimentos), por colaboração na análise sensorial de emulsões de carne; à Cadeira nº 5 (Zootecnia dos Ruminantes), em particular ao Dr. Celso L. de Moraes, pela utilização do laboratório de nutrição para determinação de proteína na matéria-prima; ao Dr. Roland Vencovsky, pela realização da análise da variância de dados na Seção de Estatística do Instituto de Genética; ao Méd.Vet. Friedman Galli e ao Engº Agrº Ernesto A. N. de Freitas, do Departamento da Produção Animal da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, pela cessão de uma amostra do composto "GDL"; ao Açougue Municipal, de propriedade do Sr. Rialdo Melato, pela boa vontade no fornecimento das amostras de carne utilizadas; à Srta. Tekla E. Klar, pela boa vontade e esmero na datilografia do trabalho; aos funcionários da Cadeira nº 21 (Tecnologia e Conservação de Alimentos), Srs. Oswaldo Teixeira Mendes, José Carlos Teixeira Mendes e Roque Arthur, pela colaboração prestada no laboratório da Cadeira.

A realização dêste trabalho só foi possível graças a auxílio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao uso de equipamento adquirido pelo Convênio OSU/ESALQ, aos quais o autor agradece.