

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica
Área de Tecnologia de Alimentos

**Caracterização, fracionamento e aproveitamento da gordura
abdominal de frango**

Chiu Chih Ming

**Dissertação para a obtenção do grau de
MESTRE**

Orientador :
Prof. Dr. Luiz Antonio Gioielli

São Paulo
2001

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica
Área de Tecnologia de Alimentos

**Caracterização, fracionamento e aproveitamento da
gordura abdominal de frango**

Chiu Chih Ming

**Dissertação para a obtenção do grau de
MESTRE**

Orientador :
Prof. Dr. Luiz Antonio Gioielli

São Paulo
2001

Chiu Chih Ming

**Caracterização, fracionamento e aproveitamento da gordura abdominal
de frango**

Comissão Julgadora

Dissertação para obtenção do grau de
MESTRE

Prof. Dr. Luiz Antonio Gioielli
Orientador/Presidente

Prof^a. Dra. Suzana C. da Silva Lannes
1º Examinador

Prof. Dr. Renato Grimaldi
2º Examinador

São Paulo, 5 de novembro de 2001

“A vida é como uma pedra de amolar, tanto pode desgastar-nos como afiar-nos, tudo depende do metal de que somos constituídos” (Bernard Shaw)

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Antonio Gioielli, pela confiança, dedicação, amizade e principalmente por ter me ensinado o que é pesquisa e sua importância.

Ao Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo.

A CAPES pela bolsa que me auxiliou na realização deste trabalho incentivando-me a continuá-la.

Aos professores e funcionários e colegas do Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, pela constante demonstração de carinho e amizade.

À minha amiga Adriana de Almeida Barreiros pela gentileza, amizade e auxílio.

À grande amiga Denise D'Agostini, pela inestimável ajuda e amizade.

À minhas grandes amigas Adriana Celia Lucarini, Regiane da Silva e Suziley Ciampone, pelo carinho e amizade.

Ao amigo Nilton Shimada pelo incentivo.

Ao Cezar Vanzin pela sua colaboração.

Ao Juarez Vieira de Souza e Miriam Lopes pela paciência, amizade e constantes cooperações.

Aos meus colegas, alunos de pós-graduação, pela amizade e apoio durante todo o tempo que passamos juntos.

Aos meus pais, pois sem eles não teria conseguido fazer uma faculdade, tão pouco esta pós-graduação. Em especial à minha mãe pelo intenso apoio e incentivo.

À Perdigão Agroindustrial S.A. Abatedouro de Aves (unidade Videira) pela visita e auxílio.

À Frango Sertanejo pela visita e auxílio.

Em fim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

Página

Lista de figuras	I
Lista de quadros e tabelas	II
Lista de siglas	IV
Lista de símbolos	V
Resumo	VI
Abstract	VIII
1. Introdução	2
1.1. Aspectos gerais	2
1.1.1. Produção e perfil de consumo	2
1.1.2. Processamento industrial do frango	5
1.1.3. Aproveitamento de subprodutos	5
1.1.3.1 Derivados de frango	6
1.1.3.2. Gordura de frango	6
1.2. Gordura suína	11
1.3. Métodos de modificação industrial de óleos e gorduras	13
1.4. Objetivos	16
1.5. Conclusões	16
1.6. Referências Bibliográficas	17
FRACIONAMENTO	
2. Fracionamento da gordura abdominal de frango	23
2.1. Introdução	23
2.2. Material	25
2.3. Método	25
2.4. Resultados e discussão	29
2.5. Referências bibliográficas	37

MISTURAS

3. Consistência da gordura abdominal de frango, de suas estearinas e de suas misturas binárias com toucinho	42
3.1. Introdução	42
3.2. Material	43
3.3. Método	43
3.4. Resultados e discussão	47
3.5 Referências bibliográficas	59
4. Conteúdo de gordura sólida da gordura abdominal de frango, de suas estearinas e de suas misturas binárias com toucinho	64
4.1. Introdução	64
4.2. Material	65
4.3. Método	66
4.4. Resultados e discussão	69
4.5. Referências bibliográficas	81
5. Propriedades de textura das misturas binárias da gordura abdominal de frango com gordura de toucinho	85
5.1. Introdução	85
5.2. Material	87
5.3. Método	88
5.4. Resultados e discussão	89
5.5. Referências bibliográficas	97
Distribuição estereoespecífica	
6. Distribuição estereoespecífica da gordura abdominal de frango e de suas frações, e da gordura de toucinho	102
6.1. Introdução	102
6.2. Material.	104
6.3. Método	104
6.4. Resultados e discussão	105

6.5. Referências bibliográficas	110
7. Conclusões	113

LISTA DE FIGURAS

Página

2. Fracionamento da gordura abdominal de frango.

Figura 1. Conteúdo de gordura sólida em função da temperatura para estearina obtida a 17,5°C e estearina obtida a 20°C de gordura de frango, e de gordura de frango. 33

Figura 2. Consistência em função da temperatura para estearina obtida a 17,5°C e estearina obtida a 20°C de gordura de frango, e de gordura de frango. 34

Figura 3. Comparação do conteúdo de gordura sólida em função da temperatura para diferentes produtos gordurosos. 34

3. Consistência da gordura abdominal de frango, de suas estearinas e de suas misturas binárias com toucinho.

Figura 1. Consistência em função da temperatura para misturas binárias de estearinas a 17,5°C de gordura de frango com gordura de toucinho. 51

Figura 2. Consistência em função da temperatura para misturas binárias de estearinas a 20°C de gordura de frango com gordura de toucinho. 52

Figura 3. Consistência em função da temperatura para misturas binárias de gordura de frango com gordura de toucinho. 53

Figura 4. Diagrama de curvas de iso-consistências das misturas binárias de gordura de frango com gordura de toucinho. 56

Figura 5. Diagrama de curvas de iso-consistências das misturas binárias de estearinas a 17,5°C de gordura de frango com gordura de toucinho. 57

Figura 6. Diagrama de curvas de iso-consistências das misturas binárias de estearinas a 20°C de gordura de frango com gordura de toucinho. 58

4. Conteúdo de gordura sólida da gordura abdominal de frango, de suas estearinas e de suas misturas binárias com toucinho.

Figura 1. Conteúdo de gordura sólida em função da temperatura para misturas binárias de estearinas a 17,5°C de gordura de frango com gordura de toucinho. 72

Figura 2. Conteúdo de gordura sólida em função da temperatura para misturas binárias de estearinas a 20°C de gordura de frango com gordura de toucinho.	73
Figura 3. Conteúdo de gordura sólida em função da temperatura para misturas binárias de gordura de frango com gordura de toucinho.	74
Figura 4. Diagrama de curvas de iso-sólidas de misturas de gordura de frango com gordura de toucinho.	77
Figura 5. Diagrama de curvas de iso-sólidas de misturas de estearinas a 17,5°C de gordura de frango com gordura de toucinho.	78
Figura 6. Diagrama de curvas de iso-sólidas de misturas de estearinas a 20°C de gordura de frango com gordura de toucinho.	79

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Página

1. Introdução.

Quadro 1. Composição percentual dos ácidos graxos presentes na gordura de galinhas domésticas.	7
Quadro 2. Distribuição estéreo-específica dos ácidos graxos na gordura de frango.	8
Quadro 3. Composição percentual em ácidos graxos da gordura de frango.	9
Quadro 4. Composição percentual em ácidos graxos, acidez e índices de iodo e saponificação da gordura abdominal de frango.	10
Quadro 5. Composição percentual em ácidos graxos, índices de iodo e saponificação e ponto de fusão da banha.	13

2. Fracionamento da gordura abdominal de frango.

Tabela 1. Rendimento das oleínas e estearinas obtidas pelo fracionamento da gordura de frango e pontos de amolecimento e de fusão das amostras.	30
Tabela 2. Composição em ácidos graxos e índices de iodo e de saponificação da gordura de frango e suas frações.	32

Tabela 3. Relação entre consistência e conteúdo de gordura sólida, por regressão linear simples, das estearinas de gordura de frango. 36

3. Consistência da gordura abdominal de frango, de suas estearinas e de suas misturas binárias com toucinho.

Tabela I. Planejamento experimental das misturas binárias. 44

Tabela II. Composição em ácidos graxos e índices de iodo e de saponificação da gordura de frango e suas frações, e da gordura de toucinho. 49

Tabela III. Coeficientes calculados por regressão múltipla a partir dos resultados experimentais da consistência das misturas binárias de gordura de frango com gordura de toucinho (A), estearinas a 17,5°C de gordura de frango com gordura de toucinho (B) e estearinas a 20°C de gordura de frango com gordura de toucinho (C). 55

4. Conteúdo de gordura sólida da gordura abdominal de frango, de suas estearinas e de suas misturas binárias com toucinho.

Tabela 1. Planejamento experimental das misturas binárias. 67

Tabela 2. Composição em ácidos graxos e índices de iodo e de saponificação da gordura de frango e suas frações, e da gordura de toucinho. 71

Tabela 3. Coeficientes calculados por regressão múltipla, para o conteúdo de gordura sólida, a partir dos resultados experimentais das misturas binárias de gordura de frango com gordura de toucinho (A), estearinas a 17,5°C de gordura de frango com gordura de toucinho (B) e estearinas a 20°C de gordura de frango com gordura de toucinho (C). 76

Tabela 4. Relação entre consistência e conteúdo de gordura sólida, por regressão linear simples, de misturas de estearinas a 17,5°C de gordura de frango com gordura de toucinho (A) e de estearinas a 20°C de gordura de frango com gordura de toucinho (B). 80

5. Propriedades de textura das misturas binárias da gordura abdominal de frango com gordura de toucinho.

Tabela I. Planejamento experimental das misturas de gordura abdominal de frango com gordura de toucinho.	87
Tabela II. Firmeza das amostras a diversas temperaturas.	91
Tabela III. Energia necessária para a penetração a diversas temperaturas.	93
Tabela IV. Tensão das amostras a 10°C em diversas profundidades de penetração do cone.	94
Tabela V. Tensão das amostras a 15°C em diversas profundidades de penetração do cone.	94
Tabela VI. Tensão das amostras a 20°C em diversas profundidades de penetração do cone.	95
Tabela VII. Coeficientes calculados por regressão múltipla a partir dos resultados experimentais da firmeza e da energia de penetração das misturas binárias de gordura de frango com gordura de toucinho.	97

6. Distribuição estereoespecífica da gordura abdominal de frango e de suas frações, e da gordura de toucinho.

Tabela I. Composição em ácidos graxos da gordura de frango e suas frações, e da gordura de toucinho.	106
Tabela II. Composição em ácidos graxos nas posições sn-2 e sn-1,3 (%) da gordura de frango e suas frações, e da gordura de toucinho.	108
Tabela II. Composição percentual calculada dos grupos de triacilgliceróis na gordura de frango e suas frações, e da gordura de toucinho.	109

LISTA DE SIGLAS

A.O.C.S - American Oil Chemists' Society

LISTA DE SÍMBOLOS

- β - Coeficientes gerados pela regressão múltipla
- C - Consistência (gf/cm² ou Kgf/cm²)
- I.I - Índice de iodo (g de iodo por 100g)
- I.S - Índice de saponificação (mg KOH/g de óleo)
- kg - Quilograma
- C.G.S Conteúdo de gordura sólida, %

RESUMO

A gordura abdominal de frango é um subproduto ou resíduo avícola que apresenta grande potencial de utilização na indústria de alimentos, uma vez que possui rica composição lipídica, elevado teor energético, baixo custo e propriedades físico-químicas desejáveis. Nesta pesquisa, a gordura abdominal de frango, obtida no comércio local, foi submetida à fusão e à filtração. A seguir, sofreu fracionamento a seco e mistura com gordura de toucinho.

O processo de fracionamento foi realizado a duas temperaturas: 17,5°C e 20°C. As análises realizadas na gordura original e nas frações obtidas (oleína e estearina) foram ponto de fusão, consistência, conteúdo de gordura sólida, composição em ácidos graxos e índices de iodo e de saponificação. De acordo com os resultados observou-se que a gordura de frango apresentou 67,2% de ácidos graxos insaturados. A gordura de frango à temperatura de 10°C apresentou-se plástica e espalhável. Foi obtida relação linear entre a consistência e o conteúdo de gordura sólida. O alto rendimento das oleínas (>84%) sugere a possibilidade de aplicação destas frações como óleo para frituras. As estearinas podem ser utilizadas como componentes na fabricação de gorduras, para aplicação em pastelaria, margarinas para massa folhada e caldos desidratados.

Foram realizadas misturas binárias entre as estearinas e a gordura de toucinho e entre a gordura de frango e a gordura de toucinho. As amostras foram analisadas quanto à composição em ácidos graxos, consistência às temperaturas de 10 a 25°C e quanto ao conteúdo de gordura sólida às temperaturas de 10 a 35°C. Utilizou-se o analisador de textura TA-XT2 (Stable Micro Systems) e o espectrômetro de ressonância magnética nuclear Maran Ultra Benchtop de 20 MHz para as análises de consistência e de conteúdo de gordura sólida, respectivamente. Foi aplicado um modelo de regressão múltipla do tipo quadrático. Os resultados para a consistência demonstraram que ocorreu o efeito eutético entre as estearinas obtidas no fracionamento da gordura de

frango e a gordura de toucinho. Por outro lado, nas misturas entre gordura de frango e gordura de toucinho ocorreu a formação de compostos. Os resultados para o conteúdo de gordura sólida demonstraram que ocorreram os efeitos eutético e de formação de compostos entre as misturas.

Nas misturas binárias de gordura abdominal de frango com gordura de toucinho foram determinadas as propriedades de tensão, firmeza e energia de penetração às temperaturas de 10, 15 e 20°C. Foram verificadas as interações entre estas gorduras. O aumento da temperatura de análise causou diminuição dos valores de firmeza e de energia necessária para a penetração, em função da redução do conteúdo de gordura sólida e alterações na rede cristalina. Por aplicação de um modelo de regressão múltipla do tipo quadrático, verificou-se que, nas misturas entre gordura de frango e gordura de toucinho, ocorreu o efeito sinérgico da formação de compostos.

Análises da distribuição estereoespecífica dos ácidos graxos foram realizadas na gordura abdominal de frango e suas frações, e na gordura de toucinho. As amostras foram submetidas à hidrólise com lipase pancreática suína a temperatura de 40°C e posteriormente analisadas quanto à composição em ácidos graxos na posição sn-2 por cromatografia gasosa. A partir dos resultados obtidos foram calculados os grupos de triacilgliceróis nas amostras naturais e em suas frações, utilizando a teoria 1,3-random 2-random. Os resultados demonstraram que houve preferência do ácido oléico pela posição sn-2 para a gordura de frango e suas oleínas. Para a gordura de toucinho, o ácido palmítico mostrou alta preferência pela posição sn-2. Para as estearinas da gordura de frango, também houve preferência do ácido palmítico pela posição central do glicerol.

Palavras chaves: fracionamento, oleína, estearina, gordura abdominal de frango, gordura de toucinho, consistência, conteúdo de gordura sólida, misturas binárias, firmeza, distribuição estereo-específica, lipase pancreática

ABSTRACT

Abdominal chicken fat from the local commerce was melted, filtered, dry fractionated, and blended with bacon fat. Fractionation process was made at 17,5°C and 20°C. Physical and chemical properties such as melting point, consistency, solid fat content, fatty acid composition, iodine and saponification values of the products from the abdominal chicken fat fractionation were determined. Results showed that chicken fat has 67.2% of unsaturated fatty acids. Chicken fat at 10°C was plastic and spreadable. A linear relationship between consistency and solid fat content was obtained. High oleins yield (>84%) suggest that these fractions can be used as frying oils. Stearins can be applied as components in the fat manufacturing, in pastry, in puff-pastry margarines and dehydrated soup cubes.

Binary mixtures between stearins and bacon fat, and chicken fat with bacon fat were made. The samples were analyzed for the fatty acid composition, consistency at the temperatures of 10 to 25°C, and solid fat content at 10 to 35°C. The texture analyzer TA-XT2 (Stable Micro Systems) and the magnetic nuclear resonance spectrometer Maran Ultra Benchtop with 20 MHz were utilized, respectively. A mathematical model of multiple regression of the quadratic type was applied. The consistency results showed that the eutectic effect was observed between the binary mixtures of stearins and bacon fat. On the other hand, mixtures between abdominal chicken fat and bacon fat showed compound formation. The solid fat content results showed that the eutectic effect and compound formation were observed.

The properties of stress, firmness, and penetration energy of binary mixtures of abdominal chicken fat and bacon fat, at 10, 15 and 20°C. The increase of the analysis temperature leads reduction on the values of firmness and penetration energy, as a function of the reduction of solid fat content and the alteration on the crystal network. The results of mixtures between abdominal chicken fat and bacon fat showed a synergic effect of compounds formation.

Stereospecific distribution analysis in chicken fat and its fractions, and in bacon fat were realized. The samples were hydrolyzed with swine pancreatic lipase at 40°C and then analyzed for the fatty acid composition by gas chromatography. From the experimental results, the groups of triacylglycerols in the natural samples and its fractions were calculated. The 1,3-random 2-random theory was utilized. The results showed that oleic acid was mainly esterified to the sn-2 position for abdominal chicken fat and oleins whereas palmitic acid was mainly distributed at this same position for bacon fat. In the case of chicken fat stearins the preference by sn-2 position was also to palmitic acid.

Key-words: fractionation, olein, stearin, chicken fat, bacon fat, consistency, solid fat content, binary mixtures, firmness, stereospecific distribution; pancreatic lipase

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

1.1. Aspectos gerais

As antigas raças de frango, chamadas de “dupla utilidade”, eram exploradas tanto para produção de ovos como para o abate. Entretanto, atualmente, não são adequadas para uso comercial. Elas foram substituídas pelos cruzamentos nos quais participam duas ou mais linhagens de duas ou mais raças. Daí não ter mais sentido a denominação raça para estes cruzamentos especializados, que são conhecidos por suas respectivas marcas comerciais ou linhagens genéticas. São aves de grande velocidade de crescimento para serem levadas ao abate com 40 dias de idade (A.P.A., 2001); tendo excelente capacidade de transformação de ração em peso vivo e que, na idade de abate, apresentam conformação corporal dentro das características desejadas: peito profundo e largo e coxas curtas e carnudas; redução do teor de gordura e aumento da concentração de proteína nas carcaças de frango de corte, conferindo carnes mais apreciadas e, portanto, de maior valor comercial (LEAL, 1966; PENZ JUNIOR, 2000; GARANTIA, 2000).

1.1.1. Produção e perfil de consumo

A população mundial (6 bilhões de habitantes no ano de 2000) deve chegar a 8 bilhões de pessoas nos próximos 20 anos, fato que, com certeza, deverá gerar forte demanda por alimentos, especialmente os protéicos. Isso, aliado às restrições à produção que acontece em alguns países, especialmente europeus, em razão da preservação de meio ambiente e prioridade ao conforto das aves em detrimento da produção industrial, cria uma excepcional oportunidade para o Brasil aumentar sua produção e participação no comércio entre as nações. Entre as nossas vantagens podemos destacar: a extensão geográfica; o meio ambiente disponível; as possibilidades de aumentar a produção de grãos forrageiros; os recursos hídricos, já escassos em outras áreas do mundo; a mão-de-obra a preços inferiores àquelas dos

possíveis concorrentes; a tecnologia de produção amplamente dominada pela grande maioria dos maiores produtores brasileiros (TERRA, 2000).

A produção e o consumo de carne de aves têm aumentado consideravelmente ao redor do mundo, tendo dobrado seu número desde o início dos anos 80 até 1995 (FRENZ, 1997). De acordo com a FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação), nos últimos cinco anos a produção mundial de frangos cresceu 4,8% ao ano, passando de 47,6 milhões de toneladas, em 1996, para cerca de 56,8 milhões de toneladas em 2000 (ABEF, 2001). Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), o Brasil se mantém como o segundo maior produtor mundial de carne de frango. Os Estados Unidos mantiveram a liderança, com produção estimada em torno de 13,348 milhões de toneladas, correspondendo a 32,9% do total de 40,572 milhões de toneladas produzidas em 31 países. O Brasil vem em segundo lugar, com produção de 5,526 milhões de toneladas, o que significa 13,6% do total produzido mundialmente e, em seguida, a China com produção de 5,500 milhões de toneladas (A.B.E.F., 2001; ANÔNIMO, 2001; A.P.A, 2001). No Brasil, a avicultura registrou crescimento surpreendente nos últimos anos, com a produção total de carnes de frango chegando a 5.526.044 toneladas, que equivalem a 3.117.338.629 aves em 1999. No ano de 2000 a produção foi de 5.731.414 toneladas de carnes de frango (A.B.E.F, 2001, APA, 2001). O consumo per capita no Brasil cresceu 34,7% em 5 anos, passando de 22,2 kg/habitante em 1996 para 29,9 kg/habitante em 2000 (VIEIRA, 2000, A.B.E.F, 2001). Este aumento foi resultado, entre outros fatores, da redistribuição de renda decorrente do programa de estabilização econômica implantado em 1994, que permitiu maior acesso da população a alimentos mais ricos em proteínas, situando o país como sexto maior consumidor per capita de frangos do mundo e o terceiro maior consumidor de frango do mundo (A.B.E.F, 2001). A indústria brasileira de carne de frango tem passado por sucessivas transformações, fruto de pesados investimentos em tecnologia de equipamentos e processos, “marketing” e informatização. Em consequência, entra no século XXI como a segunda maior exportadora mundial desse produto, com

906,7 mil toneladas e faturamento de US\$ 805,7 milhões no ano de 2000, colocando o frango como o 6º produto da pauta agrícola de exportações brasileiras, com participação no PIB de cerca de 6% e movimento econômico acima de US\$ 10,5 bilhões/ano (A.B.E.F, 2001). Isto indica que este processo de conquista do mercado de carnes pela avicultura é consistente e extremamente vigoroso (FNP, 1996; OLIVO., 1999).

A grande oferta de frangos, a um custo relativamente baixo, tornou esta fonte protéica como uma das mais baratas na atualidade e, certamente, a mais barata entre as proteínas cárneas, tendo sido eleita como o grande modelo de sucesso da moeda real (OLIVO, 1999). Assim, tem contribuído de forma preponderante para a alimentação das diversas classes sociais, conferindo importante papel sócio-econômico. Da mesma maneira, a produção de industrializados de carne de frango e a sua diversificação, na forma de elaborados e semi-elaborados, vem crescendo consideravelmente, sendo motivo de fortes investimentos pelo parque fabril nacional (QUEVEDO, 1998).

A produção brasileira de carne de frango no ano de 1999 registrou o terceiro maior crescimento relativo da década, de 13,36%, de acordo com o Relatório Anual da A.B.E.F (Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frango), somando ao todo 5,526 milhões de toneladas. Deste total, 86% foram dirigidos ao mercado doméstico (VIEIRA, 2000). Com a mudança do perfil do consumidor, nos últimos anos, e com o “marketing” do setor, concentrou-se na inovação em lançamento de novos produtos, como os cortes semiprontos e os industrializados de aves e no desenvolvimento de marcas comerciais (BALDINI, 1994; VIEIRA, 2000).

As exportações brasileiras de frangos em partes, em 2000 foram de 906.746.427 kg e de janeiro a fevereiro de 2001 foram de 167.874.149 kg (A.B.E.F, 2001). O frango em partes consiste em peito, coxa, sobrecoxa e asa, que são as partes mais exportadas. No Japão, a preferência dos consumidores é por coxas de frango, enquanto na Espanha é por peitos de frango. As sobras dos cortes deste processo, como o dorso, são utilizadas como matéria-prima para produção de carne

de frango mecanicamente separada. É comum a retirada, ainda na linha de processamento, da gordura abdominal, da glândula de óleo da sambiquira e da pele do pescoço. Em 100 kg de dorso são retirados aproximadamente 30 kg de gordura abdominal, enquanto que no frango abatido, na faixa de peso entre 1,5 a 1,8 kg, há cerca de 2 a 2,5% de gordura abdominal (BUCHALLA, 1999; GARANTIA, 2000).

O melhoramento genético favoreceu a seleção de animais de maior consumo alimentar. Melhorando os frangos para que eles tivessem a maior taxa possível de crescimento, os geneticistas os selecionaram, de fato, pelo maior apetite. A consequência é que os frangos modernos ingerem uma quantidade excessiva de energia e, assim, apresentam facilidade muito grande de acumular gordura corporal (SUMMERS & LEESON, 1979). Apesar disto, os trabalhos no campo da seleção quase nunca apresentam como objetivo a redução de gordura corporal, sendo muito provável que esta tendência, no sentido de selecionar para aumentar a velocidade de ganho de peso, prossiga no futuro (COTTA, 1994).

1.1.2. Processamento industrial do frango

Segundo BASSOI (1994) o processamento industrial de abate de aves pode ser dividido nas seguintes etapas: recepção, atordoamento, sangria, escaldagem, depenagem, escaldagem de pés e remoção de cutículas, evisceração e lavagem final, resfriamento e gotejamento, embalagem e armazenamento.

1.1.3. Aproveitamento de subprodutos

As instalações para aproveitamento de subprodutos são constituídas basicamente de autoclaves e digestores. As vísceras separadas são enviadas para a autoclave, onde é extraído o óleo de vísceras, a água residual é separada e posteriormente encaminhada para o sistema de esgotos.

Após extração do óleo de vísceras pela autoclave, ou pelo tanque percolador e prensa “expeller”, a gordura vai para o tanque de decantação, para extração da borra e excesso de umidade, estando pronta para ser usada em rações ou para ser refinada (NETO, 1994). Enquanto isso, as vísceras são encaminhadas, juntamente com as penas e sangue, aos digestores, para a fabricação de farinha. Após o cozimento, a farinha é desidratada, moída e embalada para comercialização.

A gordura abdominal corresponde a aproximadamente 2% do peso do frango abatido (BUCHALLA, 1999; GARANTIA, 2000). Esta gordura pode ser aproveitada na fabricação de rações e de embutidos. Contudo, os pequenos abatedouros a descartam, juntamente com as vísceras, penas e sangue.

Pesquisas realizadas pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), elevaram a pele de frango, lembrada como detentora de alto índice de gordura e colesterol, à condição de tecido a ser utilizado na confecção de vestuário e acessórios. Os pesquisadores acreditam na viabilidade econômica do projeto, que pode criar uma alternativa ao uso da pele de frango, atualmente utilizada pelas indústrias apenas como ração animal. De acordo com o coordenador do projeto, professor Adelson Luiz Tinoco, do Departamento de Nutrição e Saúde Animal da UFV, depois de tratada, a pele de frango fica semelhante a uma pelica (ANÔNIMO, 1999; ANÔNIMO, 2000).

1.1.3.1. Derivados de frango

Na década de 80 as linhas de desossa se desenvolveram grandemente, favorecendo a adequação da produtividade, qualidade e diversidade dos cortes produzidos. A industrialização da carne de aves também teve seu papel no desenvolvimento do setor de desossa. Para aproveitamento dos subprodutos da desossa e dos excedentes de mercado, foram lançadas linhas de produtos similares aos obtidos pelas indústrias de carnes bovina e suína, tais como lingüiças, salsichas, fiambres, hambúrgueres e mortadelas (BALDINI, 1994).

1.1.3.2. Gordura de frango

As gorduras naturais são misturas complexas de triacilgliceróis, ácidos graxos livres, acilgliceróis parciais e componentes menores como fosfolípidos, esteróis e tocoferóis. Como a maioria das gorduras é refinada, suas propriedades físicas são determinadas pelas propriedades dos triacilgliceróis (TIMMS, 1985).

A literatura relativa à composição e às propriedades físico-químicas da gordura de frango não é extensa.

O Quadro 1 apresenta os ácidos graxos componentes da gordura de galinhas domésticas, segundo HILDITCH (1941). Este autor citou que o principal depósito de gorduras nas aves está localizado nas regiões da moela e abdominal e que existe pouca gordura no tecido subcutâneo do pescoço e na pele.

Quadro 1. Composição percentual dos ácidos graxos presentes na gordura de galinhas domésticas (HILDITCH, 1941).

Ácidos Graxos	% em massa
16:0 – palmítico	18,4 – 19,3
18:0 – esteárico	7,5 – 8,9
18:1 – oléico	54,7 – 55,4
18:2 – linoléico	17,8 – 17,9

A comparação da gordura de frango com outras gorduras animais como a banha e o sebo, mostra que a gordura de frango em geral apresenta grande proporção de ácidos graxos insaturados e poliinsaturados. Devido ao alto grau de insaturação, esta gordura é semi-líquida à temperatura ambiente. O seu baixo ponto de fusão é devido ao baixo conteúdo de ácidos graxos saturados. A gordura de frango apresenta o mesmo comportamento que o óleo de milho quanto à baixa taxa nos lipídios

séricos humanos. Além disso, esta gordura possui odores e sabores naturais desejáveis, tornando seu uso adequado como ingrediente de alimentos e como base gordurosa em formulações alimentícias. Estas comparações colocam a gordura de frango em situação mais promissora que outras gorduras animais devido ao seu uso potencial em alimentos (PEREIRA et al., 1977).

GUNSTONE et al. (1986) apresentaram a distribuição estéreo-específica dos ácidos graxos da gordura de frango. Os resultados mostraram a preferência dos ácidos graxos oléico e linoléico pela posição sn-2 do glicerol. Por outro lado, os ácidos palmítico, palmitoléico e esteárico apresentaram tendências pelas posições sn-1 e sn-3. Estes resultados são apresentados a seguir no Quadro 2:

Quadro 2. Distribuição estéreo-específica dos ácidos graxos na gordura de frango (GUNSTONE et al. 1986)

Ácidos Graxos	Posição		
	sn-1	sn-2	sn-3
	(% Molar)		
14:0 – mirístico	2	1	1
16:0 – palmítico	25	15	14
18:0 – esteárico	6	4	6
16:1 – palmitoléico	12	7	12
18:1 – oléico	33	43	35
18:2 – linoléico	14	23	14
18:3 – linolênico	2	3	3

VIAU & GANDEMER (1991) descreveram as composições em ácidos graxos, estrutura dos triacilgliceróis, conteúdos de colesterol e tocoferol e a proporção de gordura sólida entre 0 e 40°C em várias gorduras de aves, como frango, pato e ganso. As proporções relativas de ácidos graxos saturados,

monoinsaturados e polinsaturados variaram, respectivamente, de 29% a 35%, de 47% a 57% e de 10% a 24%, de acordo com a gordura analisada. A quantidade de tocoferol encontrada foi muito baixa (<6 ppm). Os conteúdos de colesterol variaram de 40 mg a 70 mg por 100 g de gordura. Os principais triacilgliceróis foram PO₂, POL, LO₂, O₃ e P₂O, onde P = ácido palmítico, O = ácido oléico e L = ácido linoléico. A baixa quantidade de triacilgliceróis saturados (<3%) explicou o pequeno teor de gordura sólida à temperatura ambiente (3%-10% a 20°C). O Quadro 3 apresenta os ácidos graxos encontrados na gordura do frango:

Quadro 3. Composição percentual em ácidos graxos da gordura de frango (VIAU & GANDEMER 1991).

Ácidos Graxos	% em massa
14:0 – mirístico	1,0-1,5
16:0 – palmítico	21,8-24,1
18:0 – estéarico	4,8-6,2
16:1 – palmitoléico	5,0-6,6
18:1 – oléico	37,9-41,8
18:2 – linoléico	19,1-23,2
18:3 – linolênico	1,2-2,0
Outros	0,9-1,9

CHIU & GOMES (1998) determinaram a composição em ácidos graxos, acidez e índices de iodo e saponificação da gordura abdominal de frango. O Quadro 4 apresenta estes resultados.

Quadro 4. Composição percentual em ácidos graxos, acidez e índices de iodo e saponificação da gordura abdominal de frango (CHIU & GOMES 1998)

Ácidos Graxos	% em massa
14:0– mirístico	0,7
16:0– palmítico	23,6
16:1– palmitoléico	6,1
18:0– estéarico	6,1
18:1– oléico	38,7
18:2– linoléico	21,9
18:3– linolênico	1,4
Outros	1,5
Acidez (em ácido oléico)	0,6-0,7
Índice de saponificação (mg KOH/g)	192,2-194,9
Índice de iodo (g iodo/100g)	77,1-78,9

SAMS & DIEZ (1991) combinaram misturas de gordura suína e de frango nas proporções respectivas de 0:4, 1:3, 2:2, 3:1 e 4:0, com carne magra de frango desossada manualmente (3% de gordura), na produção de salsichas com 22 e 27% de gordura. A adição de gordura suína melhorou a dureza determinada por via instrumental, aumentou o conteúdo de ácidos graxos saturados, diminuiu o conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados e não afetou significativamente a estabilidade durante o armazenamento da salsicha.

ABU SALEM & KHALLAF (1998) estudaram a conservação de gordura de frango a baixas temperaturas na presença de antioxidantes, como o butil hidroxitolueno (BHT). Constataram que o armazenamento a -18°C por 6 meses foi o melhor tratamento, em função da menor velocidade de oxidação da gordura.

ARO et al. (1998) analisaram o teor de ácidos graxos trans em carnes e laticínios de 14 países da Europa. Verificaram que a gordura de frango continha 0,2 a 1,7% de isômeros trans.

Comparando os dados dos autores da literatura apresentada, observa-se que HILDITCH (1941) não identificou os ácidos graxos mirístico, palmitoléico e linolênico, pois o equipamento analítico de maior capacidade de identificação e separação, o cromatógrafo gasoso, somente surgiu a partir da década de 50. A maior faixa de variação dos ácidos graxos ocorreu para o ácido oléico (de 37,0 a 55,4%), embora os maiores valores tenham sido os encontrados por HILDITCH. Para os demais ácidos graxos, a variação foi pequena, estando na faixa de 0,8 a 6,1%.

1.2. Gordura suína

Existem somente duas gorduras importantes de origem animal para uso comercial: o sebo bovino e a banha de suíno. No início do século a banha foi o maior produto utilizado para a confecção de “shortenings”. A banha é naturalmente dura, apresentando flavor natural e desejável. Conseqüentemente, não necessita hidrogenação ou desodorização para ser utilizada (WEISS, 1983a). A banha suína e o sebo bovino são gorduras que naturalmente já possuem ácidos graxos saturados, sem necessidade de hidrogenação (DOTSON, 1992).

A banha é derivada do tecido adiposo de suínos. A produção de banha está correlacionada à quantidade de suínos abatidos a cada ano e também com o tamanho e a composição dos suínos. Em anos recentes houve a diminuição da produção e emprego da banha, devido à mudanças no perfil do consumidor, com preferência para o consumo de carne magra suína (LAWSON, 1995).

A banha sempre foi amplamente utilizada para frituras domésticas e também como matéria-prima na elaboração de massas para pães e bolos. Entretanto, seu uso em maior variedade de “shortenings” para finalidades gerais demonstraram que sua

textura cristalina torna a massa muito pobre, pois apresenta baixa propriedade de incorporação de ar (PODMORE, 1987).

A banha normalmente cristaliza na forma β . Esta forma cristalina não confere resultados desejáveis em massas de bolo e coberturas. Entretanto, pode ser desejável em massas de folhados, pois contribui para a formação de crostas na superfície. A formação de cristais β na banha resulta em liberação repentina de calor e subsequente aumento de temperatura (WEISS, 1983a, WEISS, 1983b). Gorduras solidificadas na forma β' formam malhas de cristais pequenos, de textura suave, capazes de imobilizar grandes quantidades de óleo líquido e gotículas de água. Gorduras solidificadas na forma β formam cristais de maior tamanho com textura arenosa e menor capacidade de retenção de líquidos (CHRYSAM, 1985). As gorduras que cristalizam na forma β' possuem características desejáveis para a formulação de margarinas.

Os óleos e gorduras apresentam tendência para a cristalização nas formas β ou β' . Esta tendência está relacionada à percentagem de ácido palmítico que, nas posições sn-1,3, formam triacilgliceróis assimétricos. Óleos e gorduras com 10% ou menos de ácidos palmítico têm tendência β , enquanto aqueles com 20% ou mais tendem à forma β' (WIEDERMANN, 1978). A exceção a essa regra é a banha que contém mais de 25% de ácido palmítico e solidifica na forma β . Isto se deve ao fato de que a maior parte do ácido palmítico da banha se encontra na posição sn-2, formando triacilgliceróis simétricos. A banha interesterificada tem tendência a se cristalizar na forma β' (WIEDERMANN, 1978, HOFFMAN, 1989).

WEISS (1983a) determinou a composição em ácidos graxos, os índices de iodo e de saponificação e o ponto de fusão da banha. O Quadro 5 apresenta os resultados encontrados para a composição percentual em ácidos graxos, índices de iodo e saponificação e ponto de fusão da banha.

Quadro 5. Composição percentual em ácidos graxos, índices de iodo e saponificação e ponto de fusão da banha (WEISS 1983a)

Ácidos Graxos	% em massa
14:0– mirístico	1,7
16:0– palmítico	26,2
16:1– palmitoléico	4,0
18:0– estéarico	13,5
18:1– oléico	42,9
18:2– linoléico	9,0
18:3– linolênico	0,3
Índice de iodo (g iodo/100g)	53-77
Índice de saponificação (mg KOH/g)	190-202
Acidez (em ácido oléico)	0,6-0,7
Ponto de fusão (°C)	33-46

1.3. Métodos de modificação industrial de óleos e gorduras

Para atender às diversas aplicações comerciais, os óleos e gorduras devem respeitar exigências específicas para cada caso. Estas nem sempre podem ser satisfeitas por produtos obtidos da natureza ou por aqueles cujas fontes naturais são mal aproveitadas ou existem em pequena quantidade sendo exemplos típicos a gordura de cacau e a manteiga derivada do leite (GIOIELLI, 1996).

Para suprir essas necessidades do mercado e para fornecer produtos uniformes a partir de matérias-primas variáveis, técnicas de modificação de óleos e gorduras permitem maior flexibilidade de escolha da matéria-prima e ajudam a equilibrar as tendências entre disponibilidade local e demanda. Esta tecnologia traz também vantagens aos consumidores, pois permite a fabricação de produtos de

qualidade constante a preços razoáveis (COENEN, 1974; HOFFMAN, 1989; GIOIELLI, 1996).

As modificações a que são submetidos os óleos e as gorduras podem ser químicas, como a hidrogenação e interesterificação, ou físicas, como o fracionamento (HAUMANN, 1994, COENEN, 1974, HOFFMAN, 1989).

Na formulação de produtos gordurosos é comum a mistura de óleos e gorduras para se alcançar as especificações do produto final (SMALWOOD, 1989; BIRKER & PADLEY, 1987). As interações que ocorrem entre os triacilgliceróis nas misturas promovem alterações nas propriedades físicas das gorduras. Desse modo a mistura pode também ser considerada como um método de modificação de óleos e gorduras. Seria útil se as propriedades das misturas pudessem ser previstas a partir das propriedades das gorduras individuais ou da análise química das misturas (TIMMS, 1985).

De acordo com CORREA-CABRERA et al. (1999), para algumas matérias-primas, em especial a gordura de frango, torna-se conveniente modificar o conteúdo em frações de baixos pontos de fusão, de modo a melhorar o seu comportamento térmico. Para isso, o fracionamento térmico controlado ou uma hidrogenação adicional podem ser utilizados a fim de obter frações mais duras que permitam manter as características organolépticas sem influenciar negativamente a estabilidade frente à variação de temperatura.

GROMPONE et al (1994) constataram que a gordura de frango do Uruguai apresenta grandes quantidades de ácidos graxos polinsaturados (29,6%), sendo principalmente representados pelos ácidos linoléico (26,9%) e linolênico (2,7%). O processo de fracionamento térmico também foi estudado pelos mesmos autores, que empregaram temperaturas de 9°C e de 13°C. A estas temperaturas foram obtidas frações de oleína e de estearina ricas em ácidos graxos polinsaturados, sendo que estes estiveram em maior proporção quando comparados às mesmas frações obtidas pelo fracionamento a temperaturas mais elevadas.

Dos métodos industriais de fracionamento térmico, o mais conhecido e usado atualmente, devido aos seus baixos custos de investimento inicial e de operação, é o fracionamento a seco. O êxito de tal processamento depende, em grande parte, do programa de resfriamento a que o sistema é submetido. A curva de resfriamento regula a velocidade de resfriamento e o tempo de permanência do óleo no cristizador em cada etapa, com os propósitos de obter cristais mais facilmente filtráveis e com baixo nível de retenção de líquido (GROMPONE et al., 1994).

Testes preliminares com a gordura abdominal de frango demonstraram que ela sofre fracionamento quando armazenada em temperaturas próximas à ambiente.

De acordo com LEE & FOGLIA (2000a) a gordura de frango contém cerca de 60% de ácidos graxos insaturados, sendo, portanto, altamente insaturada quando comparada ao sebo bovino. Entre os ácidos graxos insaturados, os monoinsaturados (AGMI), tais como o ácido oléico, são considerados desejáveis no que tange à prevenção de riscos de doenças da artéria coronária, pois reduzem os níveis de colesterol no sangue em indivíduos não-hipertrigliceridêmicos. Devido à importância destes ácidos graxos na dieta, têm sido recomendado que sua ingestão seja correspondente à metade do total de calorias ingeridas a partir das gorduras totais da dieta. A gordura de frango é considerada uma fonte de AGMI, uma vez que apresenta teores em torno de 45% a 50%, enquanto que o sebo bovino apresenta somente 30% a 40% destes ácidos graxos.

LEE & FOGLIA, (2000b) pesquisaram a modificação da gordura de frango através da incorporação do ácido caprílico aos seus triacilgliceróis a fim de produzir lipídeos estruturados, obtidos por interesterificação. Estes lipídeos funcionais apresentaram em sua composição ácidos graxos monoinsaturados e ácidos graxos de cadeia média. Os ácidos graxos saturados na gordura de frango estão principalmente localizados nas posições sn-1 e sn-3 dos triacilgliceróis, podendo ser seletivamente substituídos por ácidos graxos mais nutricionalmente desejáveis através da acidólise enzimática, utilizando-se uma lipase sn-1,3-regioseletiva.

Não foram encontrados na literatura artigos referentes à hidrogenação de gordura de frango.

1.4. Objetivos

Os objetivos desta pesquisa foram os seguintes:

- Fracionar a gordura abdominal de frango com o propósito de avaliar o rendimento de suas oleínas e estearinas;
- Estudar a composição em ácidos graxos;
- Analisar as interações que ocorrem em misturas binárias de:
 - gordura abdominal de frango e gordura de toucinho;
 - estearina de frango a 17,5°C e gordura de toucinho e
 - estearina de frango a 20°C e gordura de toucinho, quanto às seguintes propriedades:
 - ◆ Pontos de amolecimento e fusão;
 - ◆ Consistência;
 - ◆ Conteúdo de gordura sólida;
 - ◆ Propriedades de textura
 - ◆ Composição em ácidos graxos da posição sn-2.

1.5. Conclusões

A gordura abdominal de frango é um subproduto ou resíduo da indústria avícola que apresenta grande potencial de utilização na indústria de alimentos, uma vez que apresenta rica composição lipídica, elevado teor energético, baixo custo e propriedades físico-químicas desejáveis. Geralmente as pequenas indústrias descartam este subproduto, contribuindo para o aumento da poluição ambiental. É relevante o estudo dos processos de modificação de óleos e gorduras tais como o fracionamento e a mistura a fim de lograr um melhor entendimento de suas

propriedades físico-químicas e correta aplicação como base para a elaboração dos mais variados produtos alimentícios.

A gordura abdominal de frango pode ser utilizada como matéria-prima em diversas formulações de alimentos, tais como massas para panificação, bolos, frituras, condimentos, caldos desidratados para sopas, patês, mortadelas de frango e embutidos cárneos. Devido aos seus elevados teores de ácidos palmítico e palmitoléico, a gordura de frango favorece a sua possibilidade de emprego na fabricação de margarinas. Seu uso também pode estender-se à indústria cosmética, onde é empregada com o propósito de melhorar a consistência de cremes.

Atualmente estão sendo realizadas pesquisas a respeito da síntese de lipídios estruturados com gordura de frango, através da incorporação de ácidos graxos benéficos em sua estrutura triacilglicerídica, visando a obtenção de alimentos funcionais. Os mercados brasileiro e mundial destes produtos estão em crescimento, gerando grande desenvolvimento econômico.

A seguir são apresentados cinco trabalhos científicos submetidos à publicação. O primeiro trabalho refere-se ao estudo do fracionamento da gordura abdominal de frango. O segundo trata do estudo da consistência da referida gordura e de suas frações, com posterior análise das interações que ocorrem nas misturas binárias com a gordura de toucinho. O terceiro trabalho reporta o estudo do conteúdo de gordura sólida utilizando as mesmas matérias-primas. O quarto trabalho descreve o perfil de textura da mistura binária da gordura abdominal de frango com a gordura de toucinho. O quinto analisa a distribuição estéreo específica da gordura abdominal de frango e de suas frações, e da gordura de toucinho.

1.6. Referências Bibliográficas

ABU SALEM, FERAL M., KHALLAF, M.F. Preservation of chicken fat at low temperature in the presence of antioxidants. Apud: *Chem.Abstr.*, Columbus, v.129, abstr. N.301927, 1998.

- ANÔNIMO. Alternativa para pele de frangos. *Rev. Nac. Carne*, São Paulo, v.24, n.273, p.18, 1999.
- ANÔNIMO. O Brasil é o segundo em produção de carne de frango. *Rev. Nac. Carne*, São Paulo, v.25, n.287, p.14, 2001.
- ANÔNIMO. Pele de frango para produção de roupas e acessórios. *Rev. Nac. Carne*, São Paulo, v.24, n.277, p.76, 2000.
- ARO, A., ANTOINE, J. M., PIZZOFERRATO, L., REYKDAL, O., VAN POPPEL, G. Trans fatty acids in dairy and meat products from 14 European countries: the TRANSFAIR study. *J. Food Compos. Anal.*, San Diego, v.11, n.2, p. 150-160, 1998.
- ASSOCIAÇÃO Brasileira dos Exportadores de Frango. Estatísticas: produção mensal brasileira de aves, histórico do consumo brasileiro de carne de frango, exportações mensais brasileiras de frango. [On-line]Available:<http://www.abef.com.br>[April 27,2001].
- ASSOCIAÇÃO Brasileira dos Exportadores de Frango. Relatório Anual 2000: produção mundial, consumo mundial. [On-line]Available:<http://www.abef.com.br>[April 27,2001].
- ASSOCIAÇÃO Paulista de Avicultura. Estatísticas: frangos, produção nacional. [On-line]Available:<http://www.apa.com.br>[April 27,2001].
- BALDINI, F. Setor de corte e desossa. In: ABATE e processamento de frangos. Campinas: Fundação Apinco de Ciências e Tecnologia Avícola, 1994. p.25.
- BASSOI, L.J. Tratamento de águas residuárias. In: ABATE e processamento de frangos. Campinas: Fundação Apinco de Ciências e Tecnologia Avícola, 1994. p.1.
- BIRKER, P.J.M.W.L., PADLEY, F.B. – Physical properties of fats and oils. In: HAMILTON, R.J., BHATI, A., eds. – *Recent advances in chemistry and technology of fats and oils*. London: Elsevier, 1987. P.1-11.

- BUCHALLA, L. M. *Frango Sertanejo LTDA*. Guapiaçu-SP. 1999. [Comunicação Pessoal]
- CHIU, M.C., GOMES, M. Estudo da viabilidade para aproveitamento da gordura de aves de corte (frango). In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO,6, São Carlos, 1998. *Resumos*. São Carlos: EESC, USP, 1998. p. 457, abstr.n.11.08.
- CHRYSAM, M. M. Table spreads and shortenings. In: Hui, Y. H., ed. *Bailey's industrial oil and fat products*. New York: Wiley, 1985. v.3, p.41-126.
- COENEN, J.W.E. Modification of oils and fats. In: MORTON, I., RHODES, D.N., eds. *The contribution of chemistry to food supplies*. London: Butterworths, 1974. p.15-54.
- CORREA-CABRERA, R., CAPOTE, A., RODRÍGUEZ-AYÁN, M. N., GROMPONE, M. A. – Caracterización de grasas para caldos deshidratados. *Grasas y Aceites*, Seville, v.50,n.1,p.30-36, 1999.
- COTTA, J.T.B. Aspectos zootécnicos, microbiológicos e sensoriais da qualidade de carcaças de frango. In: ABATE e processamento de frangos. Campinas: Fundação Apinco de Ciências e Tecnologia Avícola, 1994. p.79.
- DOTSON, K. Renders seeking to recapture. *Inform*, Champaign, v.3, n.2, p.152-165, 1992.
- FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. ANUALPEC 96: anuário estatístico da produção animal. São Paulo: Argos Comunicação, 1996. 312p.
- FRENZ, K. World market for poultry meat. *Fleischwirtschaft Int.*, Frankfurt, v.1, n.2, p.8-12, 1997.
- GARANTIA da qualidade. *Perdigão Agroindustrial S.A. Abatedouro de Aves*, Unidade Videira, Santa Catarina, 2000. [Comunicação Pessoal]
- GIOIELLI, L.A. Óleos e gorduras vegetais. Composição e tecnologia. *Rev. Bras. Farmacognosia*, São Paulo, v.5, n.2, p.211-232, 1996.

- GROMPONE, M. A.; GUERRA, J. F.; PAZOS, N. A.; MÉNDEZ, E.; LUCAS, E.; JACHMANIÁN, I.; COLLAZI, P. Fraccionamiento térmico de aceite de pollo. *Grasas y Aceites*. Seville, v.45, n.6, p.390-344, 1994.
- GUNSTONE, F.D., HARWOOD, J.L., PADLEY, F.B. *The lipid handbook*. Cambridge: The University Press, 1986. p.113-129.
- HAUMANN, B. F. Tools: hydrogenation, interesterification. *Inform*, Champaign, v.5, n.6, p.668-678, 1994.
- HILDITCH, T.P. The chemical constitution of natural fats. New York: Wiley, 1941. p.64
- HOFFMANN, G. *The chemistry and technology of edible oils and fats and their high fat products*. London: Academic Press, 1989. p.201-277.
- LAWSON, H. *Food oils and fats*. New York: Chapman and Hall, 1995, p.41.
- LEAL, L.O.P. Processamento industrial do frango de corte . Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1996,p.10.
- LEE K. T., FOGLIA T. A. - Fractionation of chicken fat triacylglycerols: Synthesis of structured lipids with immobilized lipases. *J. Food Science*, Chicago,v.65, n.5, p.826-831, 2000a.
- LEE K. T., FOGLIA T. A. - Synthesis, purification, and characterization of structured lipids produced from chicken fat. *J. Am. Oil Chem. Soc.*,Champaign, v.77, n.10, p.1027-1034, 2000b.
- NETO, G.J Qualidade nutricional do subproduto de graxaria avícola. In: ABATE e processamento de frangos. Campinas: Fundação Apinco de Ciências e Tecnologia Avícola, 1994. p.120.
- OLIVO, R. Carne pse em frangos. São Paulo, 1999. 1-2p. (Tese de Doutorado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas – USP).
- PENZ JUNIOR, A. M. Por que hormônios não são usados na alimentação de frango de corte? [On-line] Available: <http://www.apa.com.br>[April 27,2001].

- PEREIRA, A.S.; MIKULSKI, J.; PRATT, D.E.; STADELMAN, W.J. A comparison of quality of chicken fried in vegetable oil, chicken fat or duck fat. *Poultry Science*. Champaign, v.56, p. 370-373, 1977.
- PODMORE, J. Application of modification techniques. In: HAMILTON, R.J., BHATI, A., eds. *Recent advances in chemistry and technology of fats and oils*. London: Elsevier, 1987. p.167-181.
- QUEVEDO, A.C. Frangos diversos. *Avicultura Industrial*, Porto Feliz, v.88, n.1059, p.19-23,1998.
- SAMS, A.R., DIEZ, F.N. Characteristics of chicken frankfurters formulated with varying levels of pork and chicken fats. *Poultry Science*, Champaign, v.70, p. 1624-1629, 1991.
- SMALWOOD, N. J. Using computers for oil blending. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.66, n.5, p.644-648, 1989.
- SUMMERS, J.D., LEESON, S. Composition of poultry meat as affected by nutritional factors. *Poultry Science*, Champaign, v.58, n.3, p. 536-542, 1979.
- TERRA, C. Avicultura de postura na virada do milênio. [On-line] Available:<http://www.apa.com.br>[April 27,2001].
- TIMMS, R.E. Phase behaviour of fats and their mixtures of oils. *J.Am.Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.62, n.2, p.241-248, 1985.
- VIAU, M., GANDEMER, G. Principales caractéristiques de composition des graisses de volaille. *Rev. Fr. Corps Gras*, Paris, v.38, n.5-6, p.171-177, 1991.
- VIEIRA, P. Inovações tecnológicas chegam à avicultura brasileira. *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, v.24, n.278, p. 30-45, 2000.
- WEISS, T.J. – *Food oils and their uses*. 2. ed. Westport: AVI, 1983a. p.53-56.
- WEISS, T.J. – *Food oils and their uses*. 2. ed. Westport: AVI, 1983b. p.22.
- WIEDERMANN, L. H. Margarine and margarine oil, formulation and control. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.55, n.11, p.823-829, 1978.

2. FRACIONAMENTO DA GORDURA ABDOMINAL DE FRANGO

2. FRACIONAMENTO DA GORDURA ABDOMINAL DE FRANGO

2.1. INTRODUÇÃO

A produção e o consumo de carne de aves tem aumentado consideravelmente ao redor do mundo, uma vez que esta fonte protéica tornou-se uma das mais baratas na atualidade e, certamente, a mais econômica entre as proteínas cárneas. O Brasil é o segundo maior produtor e exportador mundial de carne de frango. A avicultura brasileira registrou um crescimento surpreendente nos últimos anos, com a produção total de carne de frango chegando ao redor de 5,5 milhões de toneladas em 1999, que equivale a 3,1 bilhões de aves (A.B.E.F, 2000). A gordura abdominal corresponde a aproximadamente 2 a 2,5% do peso total do frango abatido (BUCHALLA, 1999; GARANTIA DA QUALIDADE, 2000). Esta gordura pode ser aproveitada como um ingrediente na fabricação de rações e de embutidos, pois apresenta altos teores de ácido oléico, palmítico e linoléico. Contudo, os pequenos abatedouros a descartam, juntamente com as vísceras, penas e sangue contribuindo, desta forma, com o aumento dos dejetos lançados na natureza.

O fracionamento é um processo de modificação completamente reversível que envolve uma cristalização parcial seguida da separação por filtração das frações sólidas e líquidas (PARMENTIER, 2000; DEFFENSE, 2000; BREITSCHUH & WINDHAB, 1998). As diferenças resultantes nas frações dependem das características e dos parâmetros de ajuste do processo, enquanto que a eficiência da separação do líquido (oleína) da fase cristalina (estearina) influencia a qualidade da fração sólida (BREITSCHUH & WINDHAB, 1998). Segundo HAMM (1995), o fracionamento é utilizado com o objetivo de alcançar um ou mais desses três objetivos:

- Remoção de pequenas quantidades de compostos de alto ponto de fusão, como os triacilgliceróis de ácidos graxos saturados, de modo que o mesmo se torne límpido, prevenindo a solidificação de alguns componentes à baixas temperaturas. Essa aplicação é conhecida como “winterização”.

- Enriquecimento de um óleo com um triacilglicerol mais insaturado, objetivando melhorar suas propriedades de aplicação, quando usado como óleo líquido ou em composições com outros óleos ou gorduras.

- Recuperação de uma fração com uma composição mais aproximada e propriedades de fusão rápida. Apropriados para uso em chocolates e produtos de confeitaria, assim como em gorduras de cobertura.

BERGER (1976) e BREITSCHUH & WINDHAB (1998) citaram que a etapa de cristalização geralmente pode ser dividida em três processos característicos: supersaturação, nucleação e crescimento.

Segundo DEFFENSE (1987), os fatores que afetam a formação e o crescimento dos cristais são: composição do óleo, polimorfismo, velocidade de resfriamento, a velocidade de agitação, gradiente de temperatura, e a intersolubilidade.

VIAU & GANDEMER (1991a) em pesquisas com gorduras de aves relataram que as proporções relativas de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e polinsaturados variaram, respectivamente, de 29% a 35%, de 47% a 57% e de 10% a 24%, de acordo com a gordura analisada. Os principais triacilgliceróis foram PO₂, POL, LO₂, O₃ e P₂O, onde P = ácido palmítico, O = ácido oléico e L = ácido linoléico. A baixa quantidade de triacilgliceróis saturados (<3%) explica o baixo teor de gordura sólida à temperatura ambiente (3% - 10% a 20°C). Os ácidos graxos predominantes encontrados na gordura do frango foram o palmítico e o oléico.

De acordo com LEE & FOGLIA (2000) a gordura de frango contém cerca de 60% de ácidos graxos insaturados, sendo, portanto, altamente insaturada quando comparada ao sebo bovino. Entre os ácidos graxos insaturados, os monoinsaturados (AGMI), tais como o ácido oléico, são considerados desejáveis no que tange à prevenção de riscos de doenças da artéria coronária. A gordura de frango é considerada uma fonte de AGMI, uma vez que apresenta teores em torno de 45% a 50%, enquanto que o sebo bovino apresenta somente 30% a 40% destes ácidos graxos. Segundo os mesmos pesquisadores os AGMI são conhecidos como redutores dos níveis de colesterol no sangue em indivíduos

não-hipertrigliceridêmicos. Devido à importância destes ácidos graxos na dieta, tem sido recomendado que sua ingestão seja correspondente à metade do total de calorias ingeridas a partir das gorduras na dieta.

Os pesquisadores têm demonstrado que os óleos e gorduras das dietas podem afetar os níveis de lipídios no sangue e o desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Entretanto os consumidores estão recebendo mensagens confusas sobre a percentagem de gordura que devem consumir em suas dietas, e eles poderão fazer escolhas de alimentos corretos somente quando tiverem informações corretas (VIZCARRONDO et al; 1998).

Os objetivos do trabalho foram: fracionar a gordura abdominal de frango com o propósito de avaliar o rendimento de suas oleínas e estearinas; estudar a composição em ácidos graxos, os índices de iodo e de saponificação, o conteúdo de gordura sólida e a consistência da gordura abdominal de frango e de suas frações, bem como seus pontos de amolecimento e de fusão.

2.2. MATERIAL

Foram utilizadas amostras brutas de gordura abdominal de frango de diferentes raças comerciais gentilmente fornecidas por microempresas.

2.3. MÉTODOS

a) Fracionamento

Foi realizado o fracionamento da gordura de frango por cristalização a seco às temperaturas de 17,5°C e 20°C, obedecendo-se as seguintes etapas:

- As amostras de gordura foram inicialmente fundidas em forno de microondas até a temperatura de 70°C, para assegurar a completa fusão dos cristais. Posteriormente, as amostras foram homogeneizadas e a seguir colocadas em estufa à temperatura de fracionamento.

- Após 24 horas a gordura parcialmente cristalizada foi filtrada em papel de filtro sob pressão reduzida para separação das frações líquida (oleína) e sólida (estearina).

- As frações obtidas foram pesadas para cálculos de rendimento.

b) Composição em ácidos graxos

A análise da composição em ácidos graxos foi realizada em cromatógrafo a gás Varian GC, modelo 3400 CX, equipado com detector de ionização de chama e integrador eletrônico, modelo CG-300. Foi utilizada coluna capilar de sílica fundida VA-WAX (Varian), com 30 m de comprimento x 0,25 mm de diâmetro interno e contendo polietilenoglicol com partículas de 0,25 μ m. As condições foram: injeção “*split*”, razão de 50:1; temperatura da coluna: 150°C por 11 minutos, programada até 210°C numa razão de 3°C por minuto; gás de arraste: hélio, numa vazão de 1,5 mL por minuto; gás “*make-up*”: hélio a 30 mL por minuto; temperatura do injetor: 250°C; temperatura do detector: 280°C. A composição qualitativa foi determinada por comparação dos tempos de retenção dos picos com os dos respectivos padrões de ácidos graxos. A composição quantitativa foi realizada por normalização de área, sendo expressa como porcentagem em massa.

c) Ponto de Amolecimento

O ponto de amolecimento, utilizando tubo capilar aberto, foi determinado segundo as normas da “American Oil Chemists’ Society” (1990), método Cc 3-25.

d) Ponto de fusão

O ponto de fusão, utilizando tubo capilar fechado, foi determinado segundo as normas da “American Oil Chemists’ Society” (1990), método Cc 1-25.

e) Conteúdo de gordura sólida

O conteúdo de gordura sólida foi analisado por ressonância nuclear magnética de baixa resolução, utilizando aparelho Maran Ultra Benchtop NMR, segundo as normas da "American Oil Chemists' Society" (1990), método Cd 16-93.

f) Consistência

As amostras de gordura foram aquecidas à temperatura de 60-70°C em forno de microondas para completa fusão dos cristais, sendo acondicionadas em béqueres de 50 mL. O condicionamento foi efetuado por 24 horas em geladeira comum (5-8°C) e em seguida por 24 horas em estufa com temperatura controlada.

A análise de consistência foi efetuada por meio de teste de penetração com cone de acrílico de ângulo 45⁰, em analisador de textura TA-XT2, da Stable Micro Systems, controlado por microcomputador.

Os testes foram conduzidos nas seguintes condições:

- Determinação da força em compressão
- Distância: 10,0 mm
- Velocidade: 2,0 mm/s
- Tempo: 5s

Os resultados representam a média de duas determinações.

Para realizar a conversão dos dados de penetração em um parâmetro independente de peso e do tipo de cone, foi utilizada a equação proposta por HAIGHTON (1959), para o cálculo do “yield value”:

$$C = K \cdot W / p^{1,6}$$

Onde:

C = “yield value”, em gf/cm²

K= fator que depende do ângulo do cone (para ângulo de 45° , K é igual a 4.700).

W = peso total do sistema, em g (para penetrômetro de cone).

p= profundidade de penetração, em 0,1 mm.

Considerando as condições dos testes de compressão realizados com o analisador de textura, a equação assume a seguinte forma:

$$C = 4700.W/100^{1.6}$$

Onde:

C = “yield value”, em gf/cm^2

W = força em compressão, em gf, para tempo = 5 s.

A consistência foi analisada às temperaturas de 10, 15, 20 e 25°C .

g) Índice de iodo

O índice de iodo foi calculado a partir da composição em ácidos graxos segundo as normas da “American Oil Chemists’ Society” (1990), método Cd 1c-85. O resultado foi expresso em g de iodo/100g de gordura. A equação utilizada foi a seguinte:

$$\text{Índice de iodo} = (\% \text{ ácido graxo palmitoléico} \times 0,95) + (\% \text{ ácido graxo oléico} \times 0,860) + (\% \text{ ácido graxo linoléico} \times 1,732) + (\% \text{ ácido graxo linolênico} \times 2,616)$$

h) Índice de saponificação

O índice de saponificação foi calculado a partir da composição em ácidos graxos, em função da definição do índice, que corresponde ao número de mg de hidróxido de potássio necessárias para saponificar uma grama de óleo ou gordura. A equação utilizada foi a seguinte (SINGHAL & KULKARNI, 1990):

$$\text{Índice de saponificação} = 56000 / (\text{MM média} + 12,67)$$

Onde:

MM média = massa molar média dos ácidos graxos.

2.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Tabela 1 representam os rendimentos obtidos das frações sólidas e líquidas da gordura de frango às temperaturas de 17,5°C e 20°C, além de seus respectivos pontos de amolecimento e de fusão. O alto rendimento das oleínas de gordura abdominal de frango sugere a possibilidade de aplicação destas frações como óleo para frituras, e devido ao seu alto conteúdo em ácido oléico podem ser largamente aplicadas em dietas lipídicas ricas em AGMI ou na produção de lipídios estruturados. Os ácidos graxos saturados na gordura de frango estão principalmente localizados nas posições sn-1 e sn-3 dos triacilgliceróis, podendo ser seletivamente substituídos por ácidos graxos mais nutricionalmente desejáveis através da acidólise por lipase catalisada, utilizando-se uma lipase 1,3-regioseletiva (LEE & FOGLIA, 2000a, LEE & FOGLIA, 2000b). A diferença entre o rendimento da fração estearina obtida à 17,5°C em relação à estearina obtida a 20°C foi de 6,1%. O ponto de fusão da gordura de frango nesta pesquisa foi similar ao encontrado por BIONDIC, (1976) que relatou uma faixa de fusão de 19°C a 30°C para esta mesma gordura. A oleína obtida a 20°C apresentou ponto de fusão igual a 21°C, condizendo com os resultados obtidos por NAGAI & NISHIKAW (1969) para a mesma fração, que estipularam uma faixa de fusão de 20 a 25°C. Para a estearina obtida à 20°C, o ponto de fusão foi igual a 48°C, valor superior aos encontrados por estes mesmos autores, que detectaram uma faixa de 35 a 40°C.

O baixo teor de triacilgliceróis trissaturados (3%) explica a baixa proporção de gordura sólida à temperatura ambiente em gorduras de frangos e patos (3 e 10% à temperatura de 20°C, respectivamente) (VIAU & GANDEMER, 1991a). Segundo BIODINC (1976), a gordura de frango apresenta-se líquida ou semi-líquida à temperatura ambiente, podendo ser utilizada para diversos fins culinários, tais como condimentos, bolos e frituras. Além disso, também pode ser utilizada para melhorar a consistência de cremes cosméticos. Na elaboração de massas, seu comportamento é superior ao óleo de algodão e à gordura suína. GROMPONE et al. (1994) afirmaram que a gordura

de frango, sendo rica nos ácidos palmítico e palmitoléico, favorece a sua possibilidade de emprego na fabricação de margarinas.

Tabela 1. Rendimento das oleínas e estearinas obtidas pelo fracionamento da gordura de frango e pontos de amolecimento e de fusão das amostras.

Amostras	Rendimentos (%)	Ponto de fusão (°C)	Ponto de amolecimento (°C)
Estearina a 17,5°C	15,7	46	43
Oleína a 17,5 °C	84,3	18	15,5
Estearina a 20 °C	9,6	48	45
Oleína a 20 °C	90,4	21	18
Gordura de Frango	-	31	23

Os resultados encontrados para a composição em ácidos graxos da gordura de frango e para os índices de iodo e de saponificação (Tabela 2) estiveram compatíveis com os da literatura. As pequenas diferenças provavelmente são devidas a fatores intrínsecos às aves, tais como: idade, sexo, raça, tipo de alimentação, clima e o tecido adiposo analisado (BIONDIC, 1976, LANSER, 1979, VIAU & GANDEMER, 1991a; VIAU & GANDEMER, 1991b, DECKER & CANTOR, 1992, GROMPONE et al. 1994, ORTHOEFER, 1996, STAUFFER, 1996, VIZCARRONDO et al., 1998, CHIU & GOMES, 1998).

As frações sólidas (estearinas) apresentaram maior quantidade de ácidos graxos saturados quando comparadas às frações líquidas (oleínas) que mostraram maiores teores de ácidos graxos insaturados. Os elevados pontos de amolecimento e de fusão das estearinas em relação à gordura de frango são devidos às altas concentrações em ácidos graxos saturados nestas frações, principalmente os ácidos palmítico e esteárico. As estearinas obtidas a 17,5°C e a 20°C apresentaram pontos de fusão de 46 a 48°C, respectivamente. De acordo com CORREA-CABRERA et al.(1999), para algumas matérias-primas, em especial a gordura de frango, torna-se conveniente modificar o conteúdo em frações de baixos pontos de fusão, de modo a melhorar o seu comportamento térmico. Para isso, o fracionamento térmico controlado ou uma hidrogenação

adicional podem ser utilizados a fim de obter frações mais duras que permitam manter as características organolépticas sem influenciar negativamente a estabilidade frente a variação de temperatura.

O fracionamento da gordura de frango a temperaturas próximas do ambiente encontra-se associado à composição variada desta gordura em ácidos graxos. A gordura de frango apresentou certo equilíbrio entre os teores de monoinsaturados (44,8%) com predominância do ácido oléico, saturados (32,8%), com predominância do ácido palmítico, e polinsaturados (22,4%), com predominância do ácido linoléico. Pode-se verificar que a gordura abdominal apresentou diferença de 3,9% a mais no teor de monoinsaturados que a média das estearinas e 5,4% a menos em relação a média das oleínas.

GROMPONE et al (1994) constataram que a gordura de frango do Uruguai apresenta grande quantidade de ácidos graxos polinsaturados (29,6%), sendo principalmente representados pelos ácidos linoléico (26,9%) e linolênico (2,7%). No presente estudo, os valores obtidos para os ácidos graxos polinsaturados totais foi de 22,4%, sendo 21,2% de ácido linoléico e 1,2% de ácido linolênico. O processo de fracionamento térmico também foi estudado pelos mesmos autores, que empregaram temperaturas de 9°C e de 13°C. A estas temperaturas foram obtidas frações de oleína e de estearina ricas em ácidos graxos polinsaturados, sendo que estes estiveram em maior proporção quando comparados às mesmas frações obtidas pelo fracionamento a temperaturas mais elevadas. Para os ácidos palmítico e oléico, as temperaturas de fracionamento mais baixas (9°C e 13°C) resultaram em frações com menores quantidades destes ácidos graxos, quando comparadas às frações obtidas a temperaturas mais elevadas (17,5°C e 20°C).

O resultado do índice de iodo da gordura de frango esteve próximo ao citado por BIONDIC (1976), que relatou valor de 78,5. Por outro lado, o índice de saponificação relatado foi de 184,7, enquanto neste trabalho obteve-se o valor de 196,9. Ambas as estearinas apresentaram menores valores de índice de iodo em relação à gordura de frango. Isso é devido ao maior teor de ácidos graxos saturados presentes nestas duas frações. As oleínas apresentaram índices de iodo similares à gordura de frango, em virtude do alto rendimento obtido para estas

frações. O teor de ácido oléico nas oleínas foi maior que para a gordura de frango, embora o teor de ácido linoléico tenha sido menor. Isto pode ser devido ao fato que o ácido linoléico encontra-se presente nos triacilgliceróis ligado principalmente a ácidos graxos saturados. Com relação ao índice de saponificação pode-se observar que as diferenças entre a gordura de frango e suas frações foram mínimas, porque a massa molecular média dos ácidos graxos nas gorduras é praticamente o mesmo.

Tabela 2. Composição em ácidos graxos e índices de iodo e de saponificação da gordura de frango e suas frações.

Ácidos Graxos	Amostras				
	Estearina a 17,5°C (%)	Estearina a 20°C (%)	Oleína a 17,5°C (%)	Oleína a 20°C (%)	Gordura de Frango (%)
14:0	0,8	0,7	0,4	0,7	0,9
16:0	32,9	33,9	23,5	24,1	26,4
16:1	6,3	6,0	8,0	7,9	7,3
18:0	8,5	9,3	5,0	5,3	5,5
18:1	35,2	34,3	42,4	42,0	37,5
18:2	15,3	14,7	19,5	18,8	21,2
18:3	1,0	1,0	1,2	1,1	1,2
II*	65,3	63,3	80,9	79,2	79,1
I.S*	197,7	197,8	196,3	196,5	196,9

*II. = Índice de iodo (g iodo/100g).

*I.S = Índice de saponificação (mg KOH/g).

Os resultados encontrados para o conteúdo de gordura sólida das amostras (Figura 1) indicaram que houve diminuição deste parâmetro com o aumento da temperatura. À temperatura de 10°C a estearina obtida a 20°C apresentou maiores valores de conteúdo de gordura sólida (47,9%) seguida pela estearina obtida a 17,5°C (43,3%) e pela gordura de frango (15,8%). À temperatura ambiente a gordura de frango apresentou (5,25%) enquanto que VIAU & GANDEMÉR (1991a) e GOMES, DE FELICE & CATALANO (1983) obtiveram 3,6%. A estearina obtida a 20°C apresentou maior teor de ácidos graxos saturados, quando

comparada à estearina obtida a 17,5°C e à gordura de frango. Do mesmo modo, a consistência teve seus valores diminuídos com o aumento da temperatura, devido à aproximação das amostras de seus pontos de fusão (Figura 2).

A gordura de frango à temperatura de 10°C apresentou-se plástica e espalhável, enquanto a estearina obtida a 20°C, à temperatura de 20°C, mostrou-se dura, mas satisfatoriamente espalhável. Já a estearina obtida a 17,5°C, na mesma temperatura, apresentou-se plástica e espalhável.

O conteúdo de gordura sólida e a consistência são parâmetros físico-químicos que se encontram estreitamente associados. Estes dois parâmetros são os principais responsáveis pelas características que permitem o uso de gorduras em aplicações específicas para a elaboração de produtos alimentícios (LANNES, GIOIELLI, 1995a, BALBO, GIOIELLI, 1991; LEFEBVRE, 1983a, LEFEBVRE 1983b; WEISS, 1983, HAIGHTON, 1976). O conteúdo de gordura sólida da estearina a 17,5°C nas temperaturas estudadas permite seu uso em “*shortenings*” destinados à fabricação de produtos de pastelaria. Para a estearina a 20°C este mesmo parâmetro torna esta fração adequada para a fabricação de gordura para bolo e sorvete (STAUFFER, 1996) (Figura 3).

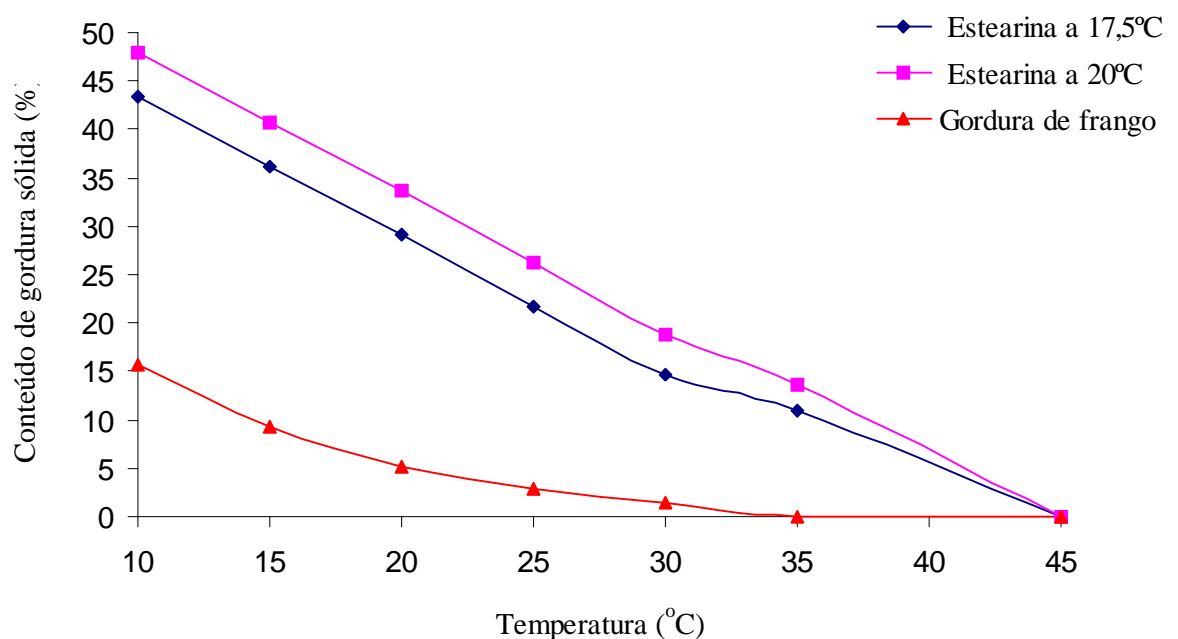


Figura 1. Conteúdo de gordura sólida em função da temperatura para estearina obtida a 17,5°C e estearina obtida a 20°C de gordura de frango, e gordura de frango.

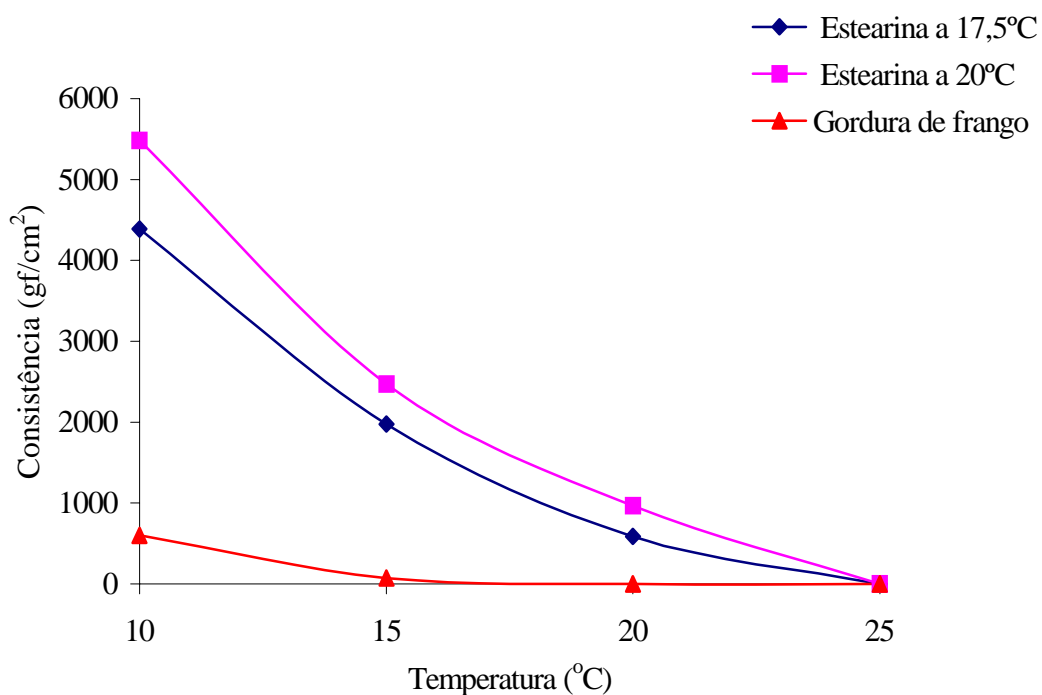


Figura 2. Consistência em função da temperatura para estearina obtida a 17,5°C e estearina obtida a 20°C de gordura de frango, e gordura de frango

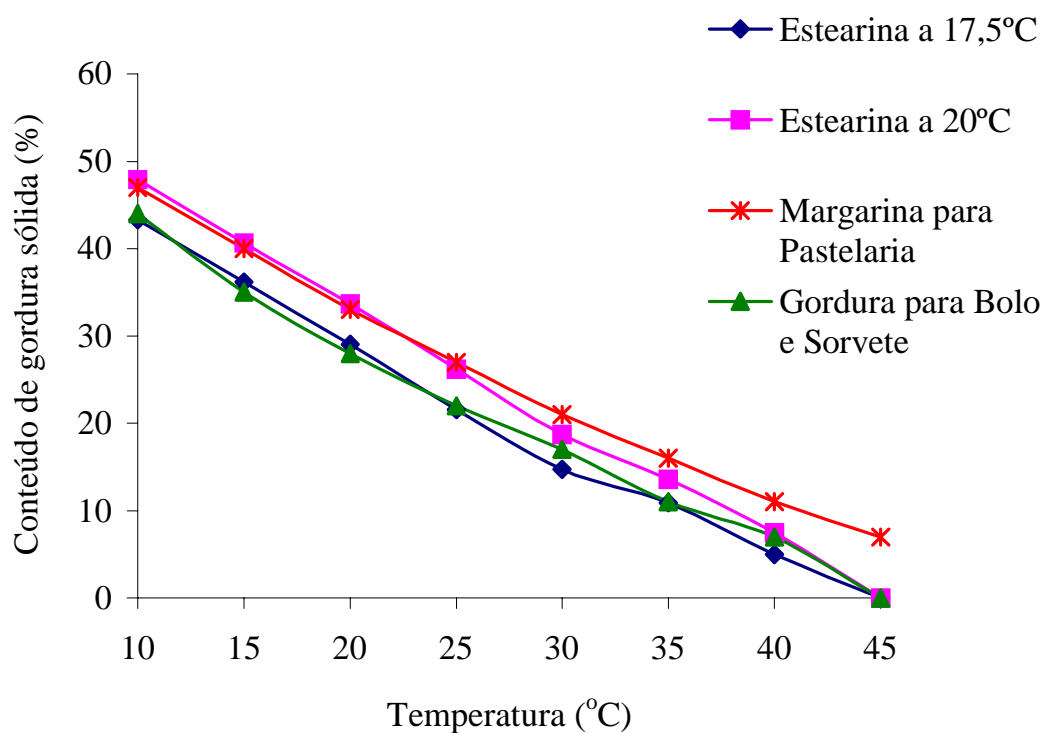


Figura 3. Comparação do conteúdo de gordura sólida em função da temperatura para diferentes produtos gordurosos.

Como a consistência de gorduras é influenciada pelo conteúdo de gordura sólida do material (DEMAN, BEERS, 1988), foi verificada a relação entre essas propriedades, por regressão linear simples, cujos dados são apresentados na Tabela 3. A equação da reta correspondente é:

$$y = a + b.x$$

Onde:

y = conteúdo de gordura sólida (%);

a = coeficiente linear da reta;

b = coeficiente angular da reta;

x = consistência (g/cm^2).

Os resultados da Tabela 3 demonstraram que houve relação linear significativa a $p < 0,05$. O coeficiente linear da reta representa o conteúdo de gordura sólida da amostra quando a consistência é igual a zero, apresentando valores de 24,6 e 28,7. Isto mostra que, quando o teor de sólidos na gordura é inferior a 25%, o material apresenta-se como um líquido viscoso, ao invés de se comportar como uma gordura plástica. Quando a proporção de gordura no estado sólido é maior que 25%, o óleo líquido é imobilizado pela matriz cristalina, tornando a gordura plástica (LARSSON, 1994). A relação entre índice/conteúdo de gordura sólida e consistência é sempre direta, mas não necessariamente linear (BALBO, GIOIELLI, 1991; LANNES, GIOIELLI, 1995b; HAIGHTON, 1976; LEFEBVRE, 1983a; LEFEBVRE, 1983b; WEISS, 1983).

Tabela 3. Relação entre consistência e conteúdo de gordura sólida, por regressão linear simples, das estearinas de gordura de frango

Amostra	Coeficientes		
	a	b	R
Estearina a 17,5°C	24,552	0,0046	0,96
Estearina a 20°C	28,747	0,0037	0,96

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo auxílio financeiro e pelas bolsas concedidas aos autores.

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. *Official methods and recommended practices of the AOCS*. 4 Ed. Champaign, 1990.
- ASSOCIAÇÃO Brasileira dos Exportadores de Frango. *Estatísticas: produção, aves e toneladas, jan/dez. 1999*. [On line] Available: <http://www.abef.com.br> [August 30, 2000].
- BALBO, A.M.T.M., GIOIELLI, L.A. - Mixtures of babassu fat with palm oil and its fractions: eutectic interactions. In: INTERNATIONAL MEETING ON FATS & OILS TECHNOLOGY, Campinas, 1991. *Proceedings*, Campinas, UNICAMP; GTZ, 1991. p. 184-188.
- BERGER, K. G. Some theoretical and practical aspects of fractionation of palm oil. In: *American Oil Chemists's Society Annual Meeting*. Chicago, USA, Proceeding, 1976.
- BIONDIC, B. Gordura de galinha e frango. *Indústria Alimentar*, Campinas, n.1, p.25-29, 1976.
- BREITSCHUH, B.; WINDHAB, E. J. Parameters influencing crystallization and polymorphism in milk fat. *Journal of American Oil Chemists' Society*, Champaign, v.75, n.8, p.897-904, Aug 1998.
- BUCHALLA, L. M. *Frango Sertanejo LTDA*. Guapiaçu-SP. 1999. [comunicação pessoal]
- CHIU, M.C., GOMES, M. Estudo da viabilidade para aproveitamento da gordura de aves de corte (frango). In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO,6, São Carlos, 1998. *Resumos*. São Carlos: EESC, USP, 1998. p. 457, abstr.n.11.08.
- CORREA-CABRERA, R., CAPOTE, A., RODRÍGUEZ-AYÁN, M. N., GROMPONE, M. A. – Caracterización de grasas para caldos deshidratados. *Grasas y Aceites*, Seville, v.50,n.1,p.30-36, 1999.
- DECKER, E. A.; CANTOR, A. H. Fatty acids in poultry and egg products. In: CHOW, C. K. ed. *Fatty acids in foods and their health implications*. New York: M. Dekker, 1992.

- DEFFENSE, E. Dry fractionation technology in 2000. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, p234-236, 2000.
- DEFFENSE, E. Multi-step butteroil fractionation and spreadable butter. *Fat Sci. Technol*, Weinheim, n.13, p.3-8, 1987.
- DEMAN, J.M., BEERS, A.M. Fat crystal networks: structure and rheological properties. *J. Texture Stud.*, Westport, v.18, n.4, p.303-318, 1988.
- GARANTIA DA QUALIDADE. *Perdigão Agroindustrial S.A. Abatedouro de Aves*, Unidade Videira, Santa Catarina, 2000. [comunicação pessoal]
- GOMES, T.; DE FELICE, M.; CATALANO, M. Il grasso di pollame. Profilo di fusione per NMR e composizione trigliceridica di frazioni fluide e concrete. *Riv Ital Delle Sostanze Grasse*, v.60, p.569-573, 1983.
- GROMPONE, M. A.; GUERRA, J. F.; PAZOS, N. A.; MÉNDEZ, E.; LUCAS, E.; JACHMANIÁN, I.; COLLAZI, P. Fraccionamiento térmico de aceite de pollo. *Grasas y Aceites*. Seville, v.45, n.6, p.390-344, 1994.
- HAIGHTON, A.J. – Blending chilling, and tempering of margarines and shortenings. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.53, n.6, p.397-399, 1976.
- HAIGHTON, A.J. The measurement of the hardness of margarine and fats with cone penetrometers. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.36, n.8, p.345-348, 1959.
- HAMM, W. Trends in edible oil fractionation. *Trends in Food Science & Technology*, v.6, p.121-126, Apr. 1995.
- LANNES, S.C.S., GIOIELLI, L.A. - Características físico-químicas da manteiga de cacau e sucedâneos comerciais. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v.15, n. 1, p.89-94, 1995a.
- LANNES, S.C.S., GIOIELLI, L.A. - Misturas entre manteiga de cacau e sucedâneos comerciais: Estudo de diagramas de curvas iso-sólidas e de iso-consistência. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v.15, n.2, p.132-137, 1995b.
- LANSER, A. C. Metabolism in laying hen. In: EMKEN, E. A., DUTTON, H. J. eds. *Geometrical and positional fatty acid isomers*. Champaign: AOCS, 1979.

- LARSSON, K. – *Lipids: molecular organization, physical functions and technical applications*. Dundee: The Oily Press, 1994. p.7-45.
- LEE K. T., FOGLIA T. A. - Fractionation of chicken fat triacylglycerols: Synthesis of structured lipids with immobilized lipases. *J. Food Sci.*, Chicago, v.65, n.5, p.826-831, 2000a.
- LEE K. T., FOGLIA T. A. - Synthesis, purification, and characterization of structured lipids produced from chicken fat. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.77, n.10, p.1027-1034, 2000b.
- LEFEBVRE, J. – Finished product formulation. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.60, n.2, p.295-300, 1983b.
- LEFEBVRE, J. – Formulation et gestion de la qualité en margarinerie. *Rev. Fr. Corps Gras*, Paris, v.30, n.2, p.59-65, 1983a.
- NAGAI, Y., NISHIKAW, T. - Fractionation of chicken abdominal adipose tissue fat into solid and liquid components. *J. Agric. Biol. Chem.*, Tokyo, v.33, n.9, p.1346-1348, 1969.
- ORTHOEFER, F. T. Vegetable oils. In: Hui, Y. H., ed. *Bailey's industrial oil and fat products*. 5. ed. New York: Wiley, 1996. v.1, p.19-44.
- PARMENTIER, M. – Fractionation of fats – a dossier. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* Nancy, p.233-248, 2000.
- SINGHAL, R.S., KULKARNI, P.R. Effect of puffing on oil characteristics of amaranth (Rajgeera) seeds. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.67, n.12, p.952-954, 1990.
- STAUFFER, C. E. *Fats and Oils*, St. Paul, Eagan Press, 1996. p.19-43.
- VIAU, M., GANDEMER, G. Principales caractéristiques de composition des graisses de volaille. *Rev. Fr. Corps Gras*, Paris, v.38, n.5-6, p.171-177, 1991a.
- VIAU, M., GANDEMER, G. Variability of quality of poultry fats. *Rev. Fr. Corps Gras*, Paris, v.38, n.11-12, p.363-366, 1991b.
- VIZCARRONDO, C.A., DE PADILLA, F.C., MARTIN, E. Fatty acid composition of beef, pork, and poultry fresh cuts, and some of their

processed products. *Archivos Latino Americanos de Nutricion*. Caracas, v.48, n. 4, p.354-358, 1998.

WEISS, T.J. - *Food oils and their uses*. 2. ed. Westport: AVI, 1983. p.187-209.

**3. CONSISTÊNCIA DA GORDURA
ABDOMINAL DE FRANGO, DE SUAS
ESTEARINAS E DE SUAS MISTURAS
BINÁRIAS COM TOUCINHO**

3. CONSISTÊNCIA DA GORDURA ABDOMINAL DE FRANGO, DE SUAS ESTEARINAS E DE SUAS MISTURAS BINÁRIAS COM TOUCINHO

3.1. INTRODUÇÃO

A gordura abdominal de frango é um subproduto da industrialização do frango, apresentando altos teores dos ácidos graxos palmítico e oléico, e que pode ser aplicada na formulação de diferentes produtos alimentícios, tais como caldos desidratados, pós para sopa e patês. Os diversos atributos sensoriais de um alimento encontram-se diretamente associados às características físico-químicas da matéria-prima. De acordo com Correa-Cabrera et al. (1999), para algumas matérias-primas, em especial a gordura de frango, torna-se conveniente modificar o conteúdo em frações de baixos pontos de fusão, de modo a melhorar o seu comportamento térmico. Para isso, o fracionamento térmico controlado ou uma hidrogenação adicional podem ser utilizados a fim de obter frações mais duras que permitem manter as características organolépticas sem influenciar negativamente a estabilidade frente a variação de temperatura. A mistura também pode ser uma ferramenta empregada para obter bases gordurosas adequadas para o emprego na elaboração de diferentes produtos com características específicas, uma vez que permite combinar componentes sólidos e líquidos com características físico-químicas distintas, resultando em produtos que combinam parâmetros diversos.

A textura é definida como a manifestação sensorial da estrutura de um alimento e a maneira na qual esta estrutura reage à aplicação de uma força (Meullenet et al., 1997). Szczesniak (1963; 1987) sugeriu que as características da textura podem ser classificadas em três principais categorias: mecânica, geométrica e outras características (referentes principalmente à umidade e conteúdo de gordura do alimento). Esta definição reconhece a textura como uma qualidade sensorial multi-dimensional e também como um atributo de múltiplos parâmetros que se manifesta de diferentes formas. Alguns dos atributos

sensoriais identificados como descritivos da textura de alimentos sólidos são: dureza, elasticidade, coesividade, fraturabilidade, coesividade de massa e mastigabilidade (Meullenet, Gross, 1999). A textura medida como consistência ou plasticidade é primariamente determinada pelas propriedades físicas dos óleos e gorduras (Lida, Ali, 1998). A tensão inicial é influenciado diretamente pela cristalização das gorduras e corresponde à resistência da gordura à deformação.

As interações que ocorrem entre os triacilgliceróis nas misturas binárias são os principais fatores que influenciam os comportamentos de fusão e cristalização das gorduras. Gioielli (1996) e Sato, Ueno, Yano (1999) descreveram três tipos de sistemas binários que podem ser observados: soluções sólidas contínuas, sistema eutético e sistema monotético.

O objetivo do trabalho foi analisar as interações que ocorrem em misturas binárias de gordura abdominal de frango e suas estearinas com uma gordura suína (toucinho), quanto à propriedade de consistência.

3.2. MATERIAL

Foram utilizadas amostras brutas de gordura abdominal de frango de diferentes raças comerciais, gentilmente fornecidas pela microempresa, e gordura de toucinho obtida da fusão da gordura retirada do toucinho.

3.3. MÉTODOS

Fracionamento

Foi realizado o fracionamento da gordura de frango por cristalização a seco às temperaturas de 17,5°C e 20°C, obedecendo-se as seguintes etapas:

- As amostras de gordura foram inicialmente fundidas em forno de microondas até a temperatura de 70°C, para assegurar a completa fusão dos cristais. Posteriormente, foram colocadas em estufa à temperatura de fracionamento.

- Após 24 horas a gordura parcialmente cristalizada foi filtrada em papel de filtro sob pressão reduzida para separação das frações líquida (oleína) e sólida (estearina).

Mistura

Para estudar as interações que ocorrem em misturas binárias foi utilizado um planejamento de seis experimentos, nas seguintes proporções: 100/0, 80/20, 60/40, 40/60, 20/80 e 0/100. Foram realizadas misturas de gordura de toucinho com gordura de frango; gordura de toucinho com estearina de gordura de frango (obtida a 17,5°C) e gordura de toucinho com estearina de gordura de frango (obtida a 20°C). As amostras analisadas foram preparadas pela mistura nas proporções mencionadas, após fusão completa das gorduras originais à temperatura de 60-70°C e a seguir, armazenadas sob refrigeração. A Tabela I apresenta o planejamento experimental das misturas binárias de gorduras.

TABELA I - Planejamento experimental das misturas binárias.

Proporção (%)		
(A) Estearina a 17,5°C e Gordura de toucinho	(B) Estearina a 20°C e Gordura de toucinho	(C) Gordura abdominal de frango e Gordura de toucinho
100/0	100/0	100/0
80/20	80/20	80/20
60/40	60/40	60/40
40/60	40/60	40/60
20/80	20/80	20/80
0/100	0/100	0/100

Para a resposta analítica foi aplicado um modelo de regressão múltipla, do tipo quadrático (Hare, 1974), representado pela seguinte equação:

$$y = \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_{12}x_1x_2$$

Onde:

y = consistência;

β = coeficientes gerados por regressão múltipla;

x = proporção de cada componente.

Foi utilizado o aplicativo Statgraphics versão 2.6, que permitiu a obtenção dos coeficientes para o modelo, além de apresentar seus níveis de significância, coeficientes de determinação e análise de variância.

Consistência

As amostras de gordura foram aquecidas à temperatura de 60-70°C em forno de microondas para completa fusão dos cristais, sendo acondicionadas em béqueres de 50 mL. O condicionamento foi efetuado por 24 horas em geladeira comum (5-8°C) e em seguida por 24 horas em estufa com temperatura controlada.

A análise de consistência foi efetuada por meio de teste de penetração com cone de acrílico de ângulo 45°, em analisador de textura TA-XT2, da Stable Micro Systems, controlado por microcomputador.

Os testes foram conduzidos em duplicata nas seguintes condições: determinação da força em compressão; distância: 10,0 mm; velocidade: 2,0 mm/s; tempo: 5s.

Para realizar a conversão dos dados de penetração em um parâmetro independente de peso e do tipo de cone, foi utilizada a equação proposta por Haighton (1959), para o cálculo de tensão inicial:

$$C = K \cdot W / p^{1,6}$$

Onde:

C = tensão inicial, em g/cm²

K= fator que depende do ângulo do cone (para ângulo de 45° , K é igual a 4.700)

W = peso total do sistema, em g (para penetrômetro de cone)

p= profundidade de penetração, 0,1mm

Considerando as condições dos testes de compressão realizados com o analisador de textura, a equação assume a seguinte forma:

$$C = 4700.W/100^{1.6}$$

Onde:

C = tensão inicial, em g/cm^2

W = força em compressão, em gf, para tempo = 5 s.

A consistência foi analisada às temperaturas de 10, 15, 20 e 25°C .

Composição em ácidos graxos

A análise da composição em ácidos graxos foi realizada em cromatógrafo a gás Varian GC, modelo 3400 CX, equipado com detector de ionização de chama e integrador eletrônico, modelo CG-300. Foi utilizada coluna capilar de sílica fundida VA-WAX (Varian), com 30 m de comprimento x 0,25 mm de diâmetro interno e contendo polietilenoglicol com partículas de $0,25\mu\text{m}$. As condições foram: injeção “*split*”, razão de 50:1; temperatura da coluna: 150°C por 11 minutos, programada até 210°C numa razão de 3°C por minuto; gás de arraste: hélio, numa vazão de 1,5 mL por minuto; gás “*make-up*”: hélio a 30 mL por minuto; temperatura do injetor: 250°C ; temperatura do detector: 280°C . A composição qualitativa foi determinada por comparação dos tempos de retenção dos picos com os dos respectivos padrões de ácidos graxos. A composição quantitativa foi realizada por normalização de área, sendo expressa como porcentagem em massa.

O índice de iodo foi calculado a partir da composição em ácidos graxos segundos as normas da American Oil Chemists' Society (1990), método Cd 1c-85. O resultado foi expresso em g de iodo/100g de gordura. O índice de saponificação foi calculado a partir da composição em ácidos graxos, em função da definição do índice, que corresponde ao número de mg de hidróxido de

potássio necessárias para saponificar uma grama de óleo ou gordura. A equação utilizada foi a seguinte (Singhal, Kulkarni, 1990):

Índice de saponificação: $56000/(MM \text{ média} + 12,67)$

Onde: MM = massa molar média dos ácidos graxos.

3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela II apresenta a composição em ácidos graxos e os índices de iodo e de saponificação da gordura de frango e de suas frações, e da gordura de toucinho. A Tabela III apresenta os coeficientes calculados por regressão múltipla a partir dos resultados experimentais da consistência das misturas binárias de gordura de frango com gordura de toucinho (A), estearinas a 17,5°C de gordura de frango com gordura de toucinho (B) e estearinas a 20°C de gordura de frango com gordura de toucinho (C). A Figura 1 apresenta os dados da consistência em função da temperatura para misturas binárias de estearinas a 17,5°C de gordura de frango com gordura de toucinho. A Figura 2 apresenta os dados da consistência em função da temperatura para misturas binárias de estearinas a 20°C de gordura de frango com gordura de toucinho. A Figura 3 apresenta os dados da consistência em função da temperatura para misturas de gordura de frango com gordura de toucinho.

Discussão

Os resultados encontrados para a composição em ácidos graxos da gordura de frango e para os índices de iodo e saponificação (Tabela II) estiveram compatíveis com a literatura consultada. As pequenas diferenças provavelmente são devida a fatores intrínsecos às aves, tais como idade, sexo, raça, tipo de alimentação, clima e o tecido adiposo analisado (Biondic, 1976; Orthofer, 1996; Stauffer, 1996; Vizcarrondo, De Padilla, Martin 1998; Chiu, Gomes, 1998). Os

resultados obtidos para os mesmos parâmetros acima mencionados, para a gordura de toucinho, estiveram de acordo com a literatura pesquisada (Love, 1996; Gunstone et al., 1986; Rossel, 1986; Stauffer, 1996). A composição em ácidos graxos da gordura de toucinho varia de acordo com a alimentação, origem, espécie, e localização da gordura presente no suíno (Gunstone, Harwood, Padley, 1986). Esta gordura contém quantidades consideráveis dos ácidos palmítico, esteárico, oléico e linoléico. Sua composição em triacilgliceróis compreende 7% de trissaturados e 30% de dissaturados. Quando comparada ao sebo bovino, a gordura de toucinho apresenta maior quantidade de triacilgliceróis com duas duplas ligações e com três duplas ligações. Animais não-ruminantes, como os suínos incorporam rapidamente os ácidos graxos insaturados da dieta em seus depósitos tissulares de gordura (Love, 1996). Devido a este comportamento metabólico, a gordura de toucinho apresenta elevados índices de ácidos graxos insaturados como o ácido oléico (47,1%).

As estearinas da gordura de frango apresentaram maior quantidade de ácidos graxos saturados quando comparadas às oleínas. Correa-Cabrera et al. (1999) relataram que para algumas matérias-primas, em especial a gordura de frango, torna-se conveniente modificar o conteúdo em frações de baixos pontos de fusão, de modo a melhorar o seu comportamento térmico. Assim, o fracionamento térmico controlado ou a hidrogenação parcial podem ser utilizados a fim de obter frações mais duras que permitam manter as características organolépticas sem influenciar negativamente a estabilidade frente à variação de temperatura.

O índice de iodo da gordura de frango esteve próximo ao citado por Biondic (1976), que relatou valor de 78,5. Entretanto, o índice de saponificação relatado foi de 184,7, enquanto que neste estudo obteve-se 196,9. Ambas as estearinas apresentaram menores valores de índice de iodo em relação à gordura de frango devido ao maior teor de ácidos graxos saturados presentes nestas duas frações. As oleínas apresentaram índices de iodo similares à gordura de frango. O teor de ácido oléico nas oleínas foi maior que para a gordura de frango, embora o teor de ácido linoléico tenha sido menor. Isto pode ser devido ao fato que o ácido

linoléico encontra-se presente nos triacilgliceróis ligado principalmente a ácidos graxos saturados. Com relação ao índice de saponificação pode-se observar que a diferença entre a gordura de frango e suas frações, foi mínima, porque a massa molecular média dos ácidos graxos nas gorduras é praticamente o mesmo.

TABELA II - Composição em ácidos graxos e índices de iodo e de saponificação da gordura de frango e suas frações, e da gordura de toucinho

ÁCIDOS GRAXOS (%)	AMOSTRAS					
	Estearina a 17,5°C	Estearina a 20°C	Oleína a 17,5°C	Oleína a 20°C	Gordura de Frango	Gordura de Toucinho
14:0	0,8	0,7	0,4	0,7	0,9	1,4
16:0	32,9	33,9	23,5	24,1	26,4	23,5
16:1	6,3	6,0	8,0	7,9	7,3	2,3
18:0	8,5	9,3	5,0	5,3	5,5	10,8
18:1	35,2	34,3	42,4	42,0	37,5	47,1
18:2	15,3	14,7	19,5	18,8	21,2	14,3
18:3	1,0	1,0	1,2	1,1	1,2	0,6
I.I*	65,3	63,3	80,9	79,2	79,1	69,1
I.S*	197,7	197,8	196,3	196,5	196,9	195,4

*I.I. = Índice de iodo (g iodo/100g).

*I.S = Índice de saponificação (mg KOH/g)

É possível comparar as amostras em função da propriedade subjetiva de espalhabilidade, usando os critérios estabelecidos por Haighton (1959). A gordura de frango à temperatura de 10°C apresentou-se plástica e espalhável, enquanto que a estearina obtida a 20°C, na temperatura de análise de 20°C, mostrou-se dura, mas satisfatoriamente espalhável. Já a estearina obtida a 17,5°C, na mesma temperatura de análise (20°C), apresentou-se plástica e espalhável. Os resultados da consistência em função da temperatura são apresentados nas Figuras de 1 a 3, calculada como tensão inicial, em g/cm². As gorduras comportam-se como sólidos rígidos até que a tensão de deformação

exceda a tensão inicial, quando começam a fluir como um líquido viscoso (Deman, Beers, 1988).

Observa-se, nas Figuras 1 a 3, que as amostras apresentaram grande diminuição da consistência na faixa de temperatura de 10 a 20°C, com exceção da gordura de toucinho, que apresentou queda suave a partir de 15°C (Figura 3).

Produtos com tensão inicial na faixa de 200 a 800 g/cm² são os mais satisfatórios do ponto de vista de espalhabilidade. As misturas de gordura abdominal de frango com gordura de toucinho à temperatura de 10°C apresentaram-se dentro desta faixa de consistência, evidenciando que são adequadas para a elaboração de margarinas. O mesmo ocorre com as misturas das estearinas com gordura de toucinho na proporção de 20:80. Estas misturas, nas demais proporções, apresentaram consistência elevada (tensão inicial acima de 1500), com características muito duras. De acordo com Arciszewski (1996) o efeito de óleos e gorduras na maciez de produtos gordurosos e de panificação é relevante. Em produtos como as margarinas, por exemplo, a textura é um parâmetro muito importante, pois estes produtos precisam ter boas propriedades de espalhabilidade sob refrigeração e não liberar óleos quando expostos à temperatura ambiente (Deman, Deman, Blackman, 1995).

Os ácidos graxos saturados influenciam fortemente o conteúdo de gordura sólida dos lipídios, devido ao seu elevado ponto de fusão, que varia de 63°C a 70°C (Larsson, Quinn, 1994). As gorduras são invariavelmente misturas de diferentes triacilgliceróis e cada um destes apresenta seu próprio ponto de fusão. Portanto, as gorduras não apresentam um ponto de fusão específico, mas sim uma faixa de fusão (Deman, Deman, Blackman, 1983).

Análises de difração de raios X demonstraram que os cristais de gorduras da maioria dos “*shortenings*” vegetais ocorrem sob a forma β' (beta-prima), enquanto que os “*shortenings*” baseados em gordura animal apresentam a forma β (beta), esta última sendo a forma cristalina lipídica mais estável (Deman et al., 1992).

O conteúdo de gordura sólida e a consistência são parâmetros físico-químicos que se encontram estreitamente associados. Estes dois parâmetros são

os principais responsáveis pelas características que permitem o uso de gorduras em aplicações específicas para a elaboração de produtos alimentícios (Lannes, Gioielli, 1995; Balbo, Gioielli, 1991; Lefebvre, 1983a, 1983b; Weiss, 1983, Haighton, 1976).

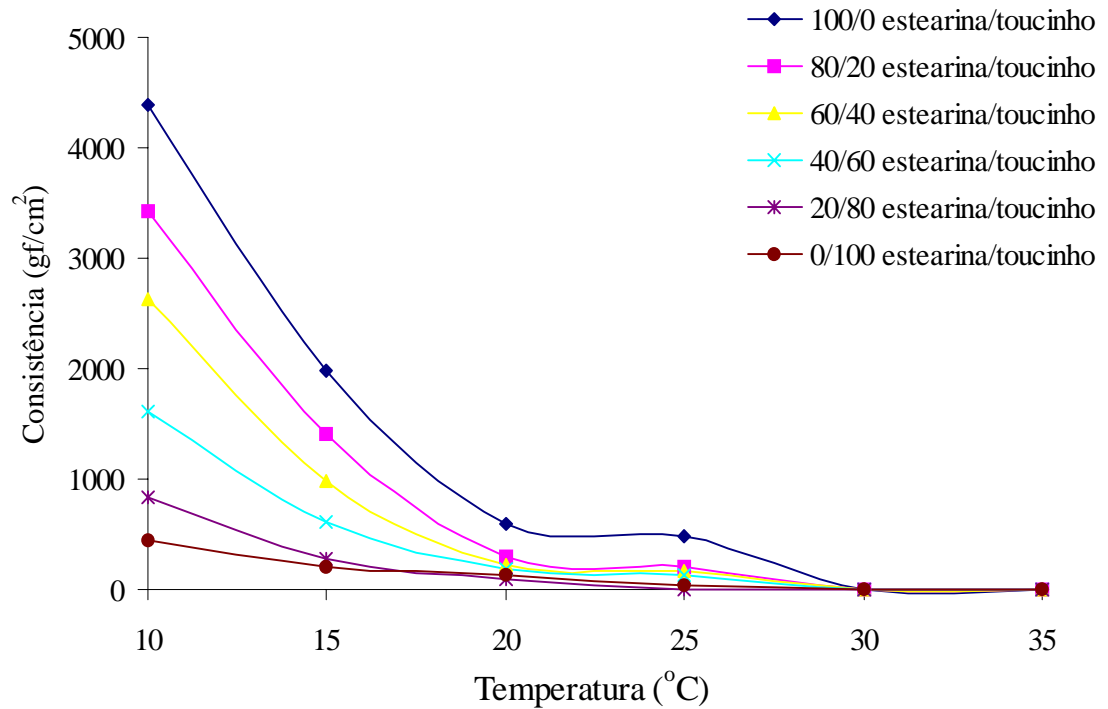


FIGURA 1 - Consistência em função da temperatura para misturas binárias de estearinas a 17,5°C de gordura de frango com gordura de toucinho

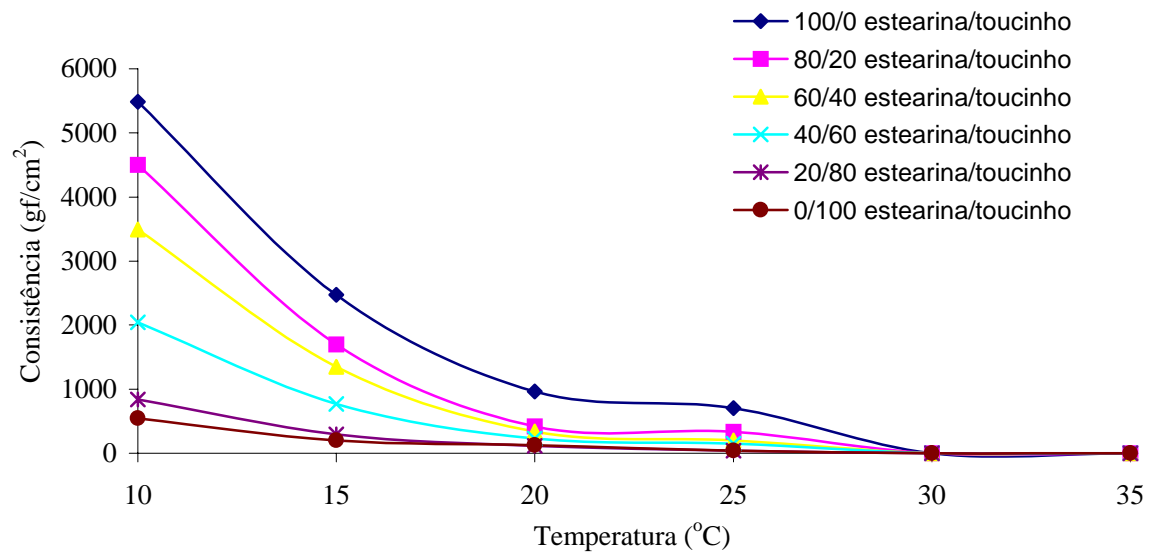


FIGURA 2 - Consistência em função da temperatura para misturas binárias de estearinas a 20°C de gordura de frango com gordura de toucinho

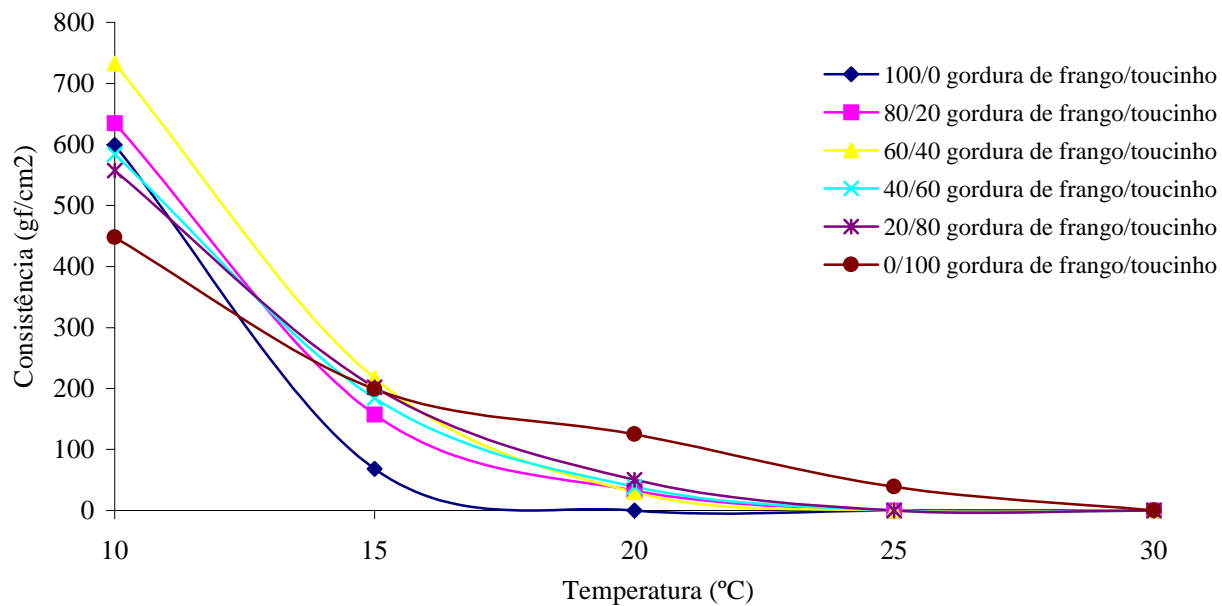


FIGURA 3 - Consistência em função da temperatura para misturas de gordura de frango com gordura de toucinho

A Tabela III apresenta os coeficientes calculados por regressão múltipla a partir dos resultados experimentais da consistência. Os coeficientes não significativos ($p > 0,05$) foram eliminados. Os resultados mostraram que a gordura de frango não apresentou efeito na consistência a 20°C , quando misturada à gordura de toucinho. Por outro lado, a gordura de toucinho não apresentou efeito significativo na consistência à temperatura de 25°C , quando misturada à estearina obtida a $17,5^{\circ}\text{C}$ ou quando em mistura com a estearina obtida a 20°C , em qualquer temperatura. Neste último caso, a diferença de consistência entre as gorduras originais era acentuada, fazendo com que a gordura mais macia (toucinho) não apresente influência na consistência. Os coeficientes relativos às interações significativas entre as estearinas e a gordura de toucinho foram sempre negativos, demonstrando um efeito antagônico para a propriedade de consistência, característico das interações eutéticas entre triacilgliceróis ou entre gorduras. Este efeito ocorre em função da pequena intersolubilidade no estado sólido dos triacilgliceróis e pode ser caracterizado pela depressão nas linhas de

iso-consistência (Figuras 5 e 6), especialmente quando a proporção de gordura de toucinho está ao redor de 80%.

Por outro lado, para as misturas binárias de gordura de frango com gordura de toucinho, os coeficientes relativos às interações foram positivos, nas temperaturas de 10°C e 15°C, caracterizando a chamada formação de compostos (Timms, 1984; Birker, Padley, 1987). Neste caso, a interação resulta em um empacotamento molecular favorável das cadeias de ácidos graxos, aumentando a consistência, em relação às gorduras originais. A Figura 4 evidencia este tipo de interação, apresentada pelas curvas de iso-consistência, mostrando que as misturas apresentam a mesma consistência quando condicionadas em temperaturas maiores. A formação de compostos ocorre em sistemas binários do tipo PPO/POP, StPO/POP, EPE/PEE e POP/OPO, onde P = palmítico, O = oléico, St = esteárico e E = elaídico. Essa interação ocorre em misturas de óleo de palma (com cerca de 30% de POP) e banha (com cerca de 50% de OPO). A mistura 1:1 de óleo de palma e banha contém 28% de sólidos a 22°C, enquanto os componentes apresentam 20 e 22%, respectivamente. Esse efeito é responsável pela arenosidade em margarinas produzidas com estas misturas. Outro exemplo é verificado na mistura de uma fração de óleo de palma interesterificada (com cerca de 66% de PPO) com uma fração intermediária de óleo de palma (rica em POP). Viau, Gandemer (1991) afirmaram que a gordura de frango apresenta em sua composição principalmente triacilgliceróis do tipo: PO₂, POL, LO₂, O₃ e P₂O, onde P = ácido palmítico, O = ácido oléico, L = ácido linoléico. O triacilglicerol do tipo P₂O pode, portanto, ter levado à formação de compostos nas misturas entre gordura abdominal de frango com a gordura de toucinho. Para que a formação de compostos ocorra, são necessárias as seguintes condições: a) mistura de triacilgliceróis mono-insaturados simétricos e assimétricos; b) triacilgliceróis simétricos contendo somente um tipo de ácido graxo saturado; c) triacilgliceróis assimétricos contendo dois ácidos graxos saturados diferentes, desde que o ácido comum a ambos acilgliceróis esteja na posição sn-2. Quando estas condições ocorrem, as cadeias de ácidos graxos empacotam formando três ácidos idênticos lado a lado. De acordo com D'Agostini, Ferraz, Gioielli (2000)

as interações que ocorrem entre os triacilgliceróis nas misturas binárias e ternárias de óleos e gorduras são os principais fatores que influenciam o comportamento das matérias graxas quanto a sua fusão e cristalização.

O nível de significância encontrado para os modelos foi $> 94\%$. Pela Tabela III, pode ser observado que a variação das respostas ($R^2 = 0,94$ a $0,998$) pode ser explicada pelas regressões múltiplas, indicando excelente ajuste do modelo aos dados experimentais.

TABELA III - Coeficientes calculados por regressão múltipla a partir dos resultados experimentais da consistência das misturas binárias de gordura de frango com gordura de toucinho (A), estearinas a $17,5^\circ\text{C}$ de gordura de frango com gordura de toucinho (B) e estearinas a 20°C de gordura de frango com gordura de toucinho (C)

RESULTADO	COEFICIENTES			R^2
	β_1	β_2	β_{12}	
(A) CONSISTÊNCIA				
A				
10 $^\circ\text{C}$	0,6008	0,4385	0,5468	0,996
15 $^\circ\text{C}$	0,0799	0,1876	0,2794	0,98
20 $^\circ\text{C}$	0	0,1108	0	0,94
(B) CONSISTÊNCIA				
A				
10 $^\circ\text{C}$	4,4347	0,4436	-1,439	0,998
15 $^\circ\text{C}$	2,1414	0,2232	-1,7278	0,997
20 $^\circ\text{C}$	0,5514	0,1341	-0,6911	0,98
25 $^\circ\text{C}$	0,4418	0	0	0,96
(C) CONSISTÊNCIA				
A				
10 $^\circ\text{C}$	5,6276	0	0	0,997
15 $^\circ\text{C}$	2,5823	0	-1,2312	0,996
20 $^\circ\text{C}$	0,8947	0	-1,1759	0,97
25 $^\circ\text{C}$	0,6635	0	-0,8671	0,98

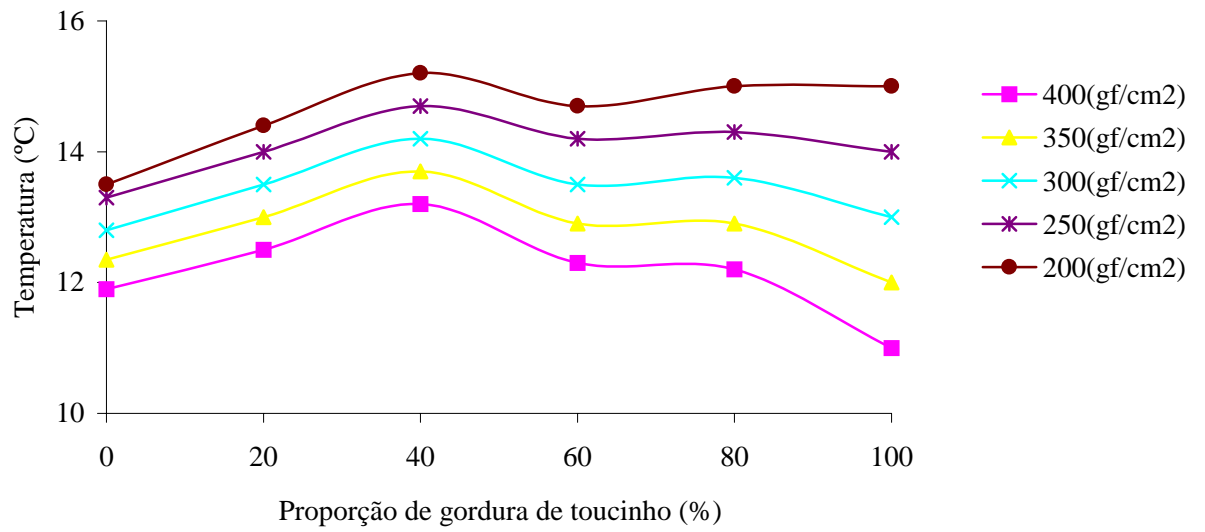


FIGURA 4 - Diagrama de curvas de iso-consistências das misturas binárias de gordura de frango com gordura de toucinho

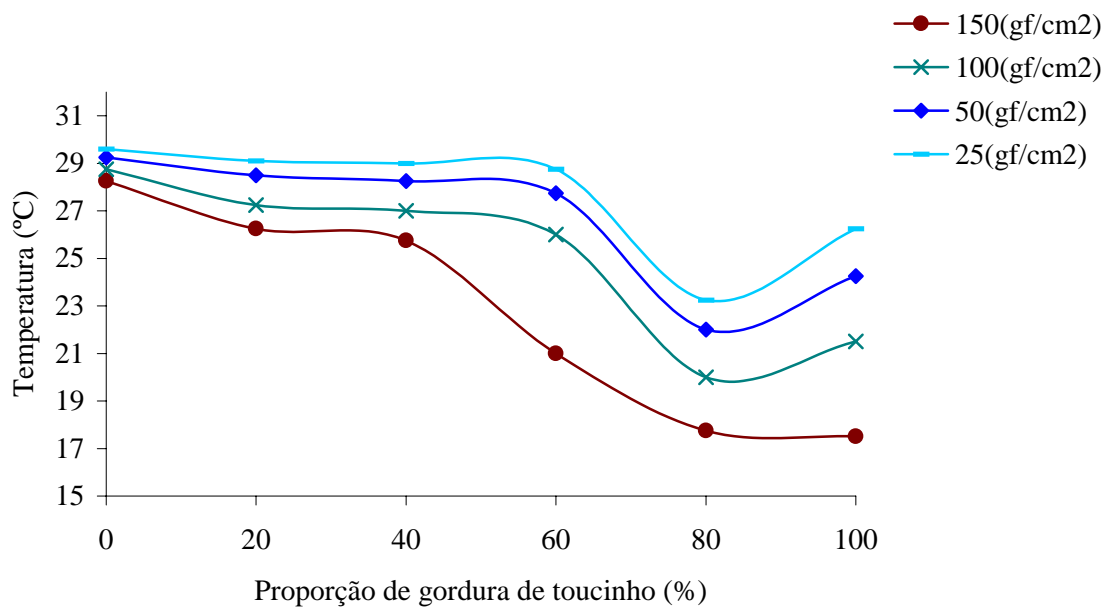


FIGURA 5 - Diagrama de curvas de iso-consistências das misturas binárias de estearina a 17,5°C de gordura de frango com gordura de toucinho

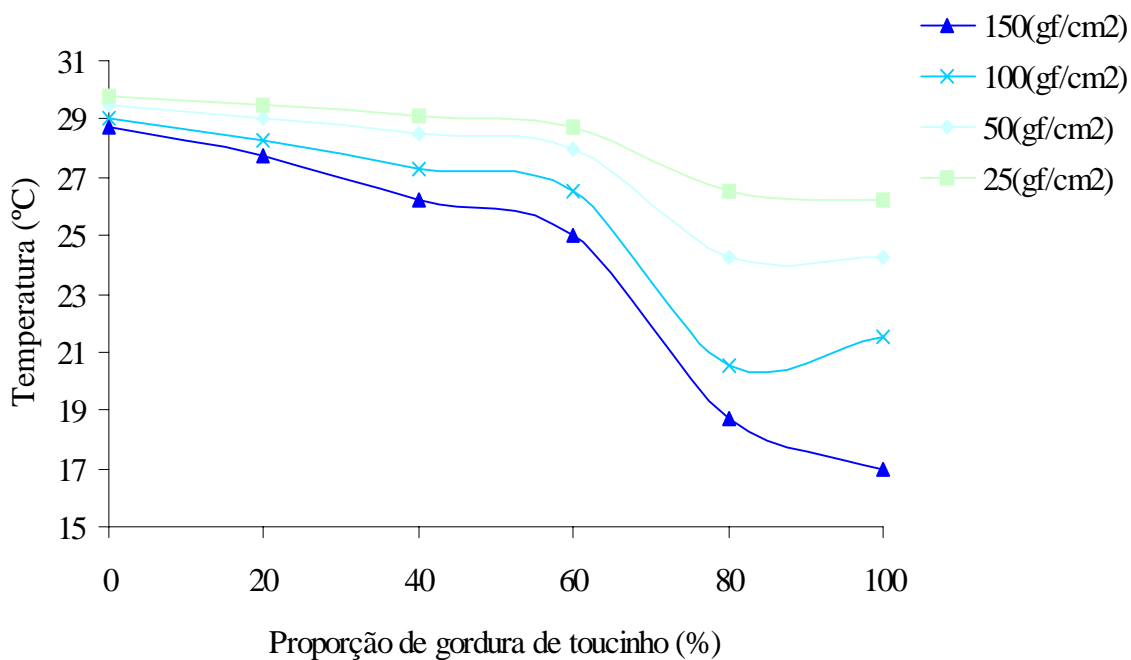


FIGURA 6 - Diagrama de curvas de iso-consistências das misturas binárias de estearina a 20°C de gordura de frango com gordura de toucinho

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo auxílio financeiro e pelas bolsas concedidas aos autores.

3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. Official methods and recommended practices of the AOCS. 4. Ed. Champaign, 1990.
- ARCISZEWSKI, H. Funcionalidade de gorduras, redução em produtos de panificação. *Óleos & Grãos*, São Caetano do Sul, n.28, p.25-29, 1996.
- BALBO, A.M.T.M., GIOIELLI, L.A. Mixtures of babassu fat with palm oil and its fractions: eutectic interactions. In: INTERNACIONAL MEETING ON FATS & OILS TECHNOLOGY, Campinas, 1991. *Proceedings*, Campinas, UNICAMP; GTZ, 1991. p.184-188.
- BIONDIC, B. Gordura de galinha e frango. *Indústria Alimentar*, Campinas, n.1, p.25-29, 1976.
- BIRKER, P.J.M.W.L., PADLEY, F.B. Physical properties of fats and oils. In: HAMILTON, R.J., BHATI, A., eds. *Recent advances in chemistry and technology of fats and oils*. London: Elsevier, 1987. p.1-11.
- CHIU, M.C., GOMES, M. Estudo da viabilidade para aproveitamento da gordura de aves de corte (frango). In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 6, São Carlos, 1998. *Resumos*. São Carlos: EESC, USP, 1998. p. 457, abstr.n.11.08.
- CORREA-CABRERA, R., CAPOTE, A., RODRÍGUEZ-AYÁN, M. N., GROMPONE, M. A. – Caracterización de grasas para caldos deshidratados. *Grasas y Aceites*, Seville, v.50, n.1, p.30-36, 1999.
- D'AGOSTINI, D., FERRAZ, R.C., GIOIELLI, L.A. Consistência de misturas binárias e ternárias de gorduras de palma, palmiste e triacilgliceróis de cadeia média. *Rev. Bras. Ciên. Farm.*, São Paulo, v.36, n.1, p.147-155, 2000.
- DEMAN, J. M., DEMAN, L., BLACKMAN, B. Melting point determination of fat products. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.60, n.1, p.91-94, 1983.
- DEMAN, J.M., BEERS, A.M. Fat crystal networks: structure and rheological properties. *J. Texture Stud.*, Westport, v.18, n.4, p.303-318, 1988.

- DEMAN, L., DEMAN, J. M., BLACKMAN, B. Effect of tempering on the texture and polymorphic behaviour of margarine fats. *Fat Sci. Technol.*, Weinheim, v.97, n.2, p.55-60, 1995.
- DEMAN, L.; D'SOUZA, V.; DEMAN, J. M.; BLACKMAN, B. Polymorphic stability of some shortenings as influenced by the fatty acid and glyceride composition of the solid phase. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.69, n.3, p.246-250, 1992.
- GIOIELLI, L. A. Misturas de óleos e gorduras na formulação de produtos gordurosos. *Óleos & Grãos*, São Caetano do Sul, n.32, p.24-28, 1996.
- GROMPONE, M. A.; GUERRA, J. F.; PAZOS, N. A.; MÉNDEZ, E.; LUCAS, E.; JACHMANIÁN, I.; COLLAZI, P. Fraccionamiento térmico de aceite de pollo. *Grasas y Aceites*, Seville, v.45, n.6, p.390-344, 1994.
- GUNSTONE, F.D., HARWOOD, J.L., PADLEY, F.B. *The lipid handbook*. Cambridge: The University Press, 1986. p.113-129.
- HAIGHTON, A.J. Blending chilling, and tempering of margarines and shortenings. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.53, n.6, p.397-399, 1976.
- HAIGHTON, A.J. The measurement of the hardness of margarine and fats with cone penetrometers. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.36, n.8, p.345-348, 1959.
- HARE, L.B. Mixture designs applied to food formulation. *Food Technol.*, Chicago, v.28, n.3, p.50-62, 1974.
- LANNES, S.C.S., GIOIELLI, L.A. Características físico-químicas da manteiga de cacau e sucedâneos comerciais. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v.15, n.1, p.89-94, 1995.
- LARSSON, K., QUINN, P. J. Physical properties: structural and physical characteristics. In: Gunstone, F. D., Hartwood, J. L., Padley, F. B. eds. *The lipid handbook*, 2 ed., London: Chapman and Hall, 1994, p.401-460.
- LEFEBVRE, J. Finished product formulation. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.60, n.2, p.295-300, 1983a.
- LEFEBVRE, J. Formulation et gestion de la qualité en margarinerie. *Rev. Fr. Corps Gras*, Paris, v.30, n.2, p.59-65, 1983b.

- LIDA, H.M.D.N., ALI, A.R.M. Physicochemical characteristics of palm-based oil blends for the production of reduced fat spreads. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.75, n.11, p.1625-1631, 1998.
- LOVE, J. A. Animal fats. In: Hui, Y. H., ed. *Bailey's industrial oil and fat products*. 5. ed. New York: Wiley, 1996. v.1, p.1-18.
- MEULLENET, J. F. C., CARPENTER, J. A., LYON, B. G., LYON, C. E. Bi-cyclical instrument for assessing texture profile parameters and its relationship to sensory evaluation of texture. *J. Texture Stud.*, Westport, v.28, n.1 p.101-118, 1997.
- MEULLENET, J. F. C., GROSS, J. Instrumental single and double compression tests to predict sensory texture characteristics of foods. *J. Texture Stud.*, Westport , v.30, n.2, p.167-180, 1999.
- ORTHOEFER, F. T. Vegetable oils. In: Hui, Y. H., ed. *Bailey's industrial oil and fat products*. 5. ed. New York: Wiley, 1996. v.1, p.19-44.
- ROSSEL, J. B. Classical analysis of oils and fats. In: HAMILTON, R. J., ROSSEL, J. B., eds. *Analysis of oils and fats*. London: Elsevier Applied Science, 1986. p.1-90.
- SATO, K., UENO, S., YANO, J. Molecular interactions and kinetic properties of fats. *Prog. Lipid Res.*, Oxford, v.38, p.91-116, 1999.
- SINGHAL, R.S., KULKARNI, P.R. Effect of puffing on oil characteristics of amaranth (Rajgeera) seeds. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.67, n.12, p.952-954, 1990.
- STAUFFER, C. E. Fats and Oils, St. Paul, Eagan Press, 1996. p.19-43.
- SZCZESNIAK, A. S. Classification of textural characteristics. *J. Food Sci.*, v.28, n.4, p.385-389, 1963.
- SZCZESNIAK, A. S. Sensory with instrumental texture measurements – an overview of recent developments. *J. Texture Stud.*, Westport, v.18, n.1, p.1-15, 1987.
- TIMMS, R.E. – Phase behaviour of fats and their mixtures. *Prog. Lipid Res.*, Oxford, v.23, n.1, p.1-38, 1984.

- VIAU, M., GANDEMER, G. Principales caractéristiques de composition des graisses de volaille. *Rev. Fr. Corps Gras*, Paris, v.38, n.5-6, p.171-177, 1991.
- VIZCARRONDO, C.A., DE PADILLA, F.C., MARTIN, E. Fatty acid composition of beef, pork, and poultry fresh cuts, and some of their processed products. *Arch. Latin. Amer. Nutr.*, Caracas, v.48, n.4, p.354-358, 1998.
- WEISS, T.J. – *Food oils and their uses*. 2. ed. Westport: AVI, 1983. p.1-33.

**4. CONTEÚDO DE GORDURA SÓLIDA DA
GORDURA ABDOMINAL DE FRANGO, DE
SUAS ESTEARINAS E DE SUAS MISTURAS
BINÁRIAS COM TOUCINHO¹**

4. CONTEÚDO DE GORDURA SÓLIDA DA GORDURA ABDOMINAL DE FRANGO, DE SUAS ESTEARINAS E DE SUAS MISTURAS BINÁRIAS COM TOUCINHO

4.1. INTRODUÇÃO

O conteúdo de gordura sólida indica o percentual de gordura que se encontra no estado sólido a uma determinada temperatura. A espectrometria de ressonância magnética nuclear é atualmente o método de escolha na determinação desta propriedade. O método se baseia nas diferenças entre os decaimentos de energia das fases sólida e líquida de uma gordura quando exposta a um intenso pulso de rádio-frequência. A medida da intensidade de energia em vários pontos do decaimento permite a determinação da quantidade de prótons presentes nas fases sólida e líquida. O método de ressonância nuclear magnética é mais rápido, mais preciso e fornece resultados mais próximos ao teor absoluto de gordura sólida em relação a técnicas como dilatometria e análise térmica diferencial [7, 17, 35]. Nestas últimas a determinação é indireta e, portanto, os resultados são expressos como índice de gordura sólida. Há relação direta entre o conteúdo de gordura sólida e a consistência da gordura, mas não necessariamente linear [5, 22; 24; 27, 28; 39].

As interações que ocorrem entre os triacilgliceróis nas misturas de gorduras são os principais fatores que influenciam os comportamentos de fusão e cristalização. GIOIELLI [19] e SATO, UENO, YANO [32] descreveram três tipos de sistemas binários que podem ser observados: soluções sólidas contínuas, sistema eutético e sistema monotético.

O Brasil é o segundo maior produtor e exportador mundial de carne de frango. A produção total brasileira de carne de frango atingiu cerca de 5,5 milhões de toneladas em 1999, o que equivale a 3,1 bilhões de aves [3, 4]. A gordura abdominal corresponde a aproximadamente 2 a 2,5% do peso total do frango abatido [8; 18]. Esta gordura pode ser aproveitada como um ingrediente na fabricação de rações e embutidos, pois apresenta altos teores de ácido oléico,

palmítico e linoléico. Contudo, os pequenos abatedouros a descartam, juntamente com as vísceras, penas e sangue contribuindo, desta forma, com o aumento dos dejetos lançados na natureza.

VIAU & GANDEMER [37] descreveram a composição em ácidos graxos, a estrutura dos triacilgliceróis, os conteúdos de colesterol e tocoferol e a proporção de gordura sólida entre 0° e 40°C de várias gorduras de aves, como frango, pato e ganso. As proporções relativas de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e polinsaturados variaram, respectivamente, de 29% a 35%, de 47% a 57% e de 10% a 24%, de acordo com a gordura analisada. A quantidade de tocoferol encontrada foi muito baixa (<6 ppm). Os conteúdos de colesterol variaram de 40 mg a 70 mg por 100 g de gordura. Os principais triacilgliceróis foram PO₂, POL, LO₂, O₃ e P₂O, onde P = ácido palmítico, O = ácido oléico e L = ácido linoléico.

Os ácidos graxos saturados influenciam fortemente o conteúdo de gordura sólida dos lipídios, devido ao seu elevado ponto de fusão, que varia de 63°C a 70°C [26]. As gorduras são invariavelmente misturas de diferentes triacilgliceróis e cada um destes apresenta seu próprio ponto de fusão. Portanto, as gorduras não apresentam um ponto de fusão específico, mas sim uma faixa de fusão [15].

O objetivo do trabalho foi analisar as interações que ocorrem em misturas binárias de gordura abdominal de frango e suas estearinas com gordura suína (toucinho), em relação ao conteúdo de gordura sólida.

4.2. MATERIAL

Foram utilizadas amostras brutas de gordura abdominal de frango de diferentes raças comerciais, gentilmente fornecidas por microempresas, e gordura de toucinho obtida da fusão da gordura retirada do toucinho.

4.3. MÉTODOS

4.3.1. Fracionamento

Foi realizado o fracionamento da gordura de frango por cristalização a seco às temperaturas de 17,5°C e 20°C, obedecendo-se as seguintes etapas:

- As amostras de gorduras foram inicialmente fundidas em forno de microondas até a temperatura de 70°C, para assegurar a completa fusão dos cristais. Posteriormente, foram colocadas em estufa à temperatura de fracionamento.

- Após 24 horas a gordura parcialmente cristalizada foi filtrada sob pressão reduzida para separação das frações líquida (oleína) e sólida (estearina).

4.3.2. Misturas

Para estudar as interações que ocorrem em misturas binárias foi utilizado um planejamento de seis experimentos, nas seguintes proporções: 100/0, 80/20, 60/40, 40/60, 20/80 e 0/100. Foram realizadas misturas de gordura de toucinho com gordura de frango; gordura de toucinho com estearina de gordura de frango (obtida a 17,5°C) e gordura de toucinho com estearina de gordura de frango (obtida a 20°C). As amostras analisadas foram preparadas pela mistura nas proporções mencionadas, após fusão completa das gorduras originais à temperatura de 60-70°C e a seguir, armazenadas sob refrigeração. A Tabela I apresenta o planejamento experimental das misturas binárias de gorduras.

TABELA I - Planejamento experimental das misturas binárias.

(A)	Proporção (%) (B)	(C)
Estearina a 17,5°C e Gordura de toucinho	Estearina a 20°C e Gordura de toucinho	Gordura abdominal de frango e Gordura de toucinho
100/0	100/0	100/0
80/20	80/20	80/20
60/40	60/40	60/40
40/60	40/60	40/60
20/80	20/80	20/80
0/100	0/100	0/100

Para a resposta analítica foi aplicado um modelo matemático de regressão múltipla do tipo quadrático por tratar-se de um experimento com misturas de dois componentes [23]. Este modelo matemático está representado pela seguinte equação:

$$y = \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_{12}x_1x_2$$

Onde:

y = conteúdo de gordura sólida;

β = coeficientes gerados por regressão múltipla;

x = proporção de cada componente.

Foi utilizado o aplicativo Statgraphics versão 2.6, que permitiu a obtenção dos coeficientes para o modelo, além de apresentar seus níveis de significância, coeficientes de determinação e análise de variância.

4.3.3. Conteúdo de gordura sólida

A determinação foi realizada segundo a AOCS, método Cd 16b-93 [1]. Foi utilizado o método direto, sendo que as leituras das amostras foram feitas em série nas temperaturas de 10, 15, 20, 25, 30 e 35°C. O equipamento utilizado foi

o Espectrômetro de Ressonância Magnética Nuclear Maran Ultra Benchtop, de 20MHz.

4.3.4. Composição em ácidos graxos

A análise da composição em ácidos graxos foi realizada em cromatógrafo a gás Varian GC, modelo 3400 CX, equipado com detector de ionização de chama e integrador eletrônico, modelo CG-300. Foi utilizada coluna capilar de sílica fundida VA-WAX (Varian), com 30 m de comprimento x 0,25 mm de diâmetro interno e contendo polietilenoglicol com partículas de 0,25 μ m. As condições foram: injeção “*split*”, razão de 50:1; temperatura da coluna: 150°C por 11 minutos, programada até 210°C numa razão de 3°C por minuto; gás de arraste: hélio, numa vazão de 1,5 mL por minuto; gás “*make-up*”: hélio a 30 mL por minuto; temperatura do injetor: 250°C; temperatura do detector: 280°C. A composição qualitativa foi determinada por comparação dos tempos de retenção dos picos com os dos respectivos padrões de ácidos graxos. A composição quantitativa foi realizada por normalização de área, sendo expressa como porcentagem em massa.

O índice de iodo foi calculado a partir da composição em ácidos graxos segundo as normas da AOCS, método Cd 1c-85 [2]. O resultado foi expresso em g de iodo/100g de gordura. O índice de saponificação foi calculado a partir da composição em ácidos graxos, em função da definição do índice, que corresponde ao número de mg de hidróxido de potássio necessárias para saponificar uma grama de óleo ou gordura. A equação utilizada foi a seguinte [33]:

$$\text{Índice de saponificação: } 56000/(\text{MM média} + 12,67)$$

Onde: MM = massa molar média dos ácidos graxos.

4.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para a composição em ácidos graxos da gordura de frango e para os índices de iodo e saponificação (Tabela 2) estiveram compatíveis com a literatura consultada. As pequenas diferenças provavelmente são devidas a fatores intrínsecos às aves, tais como: idade, sexo, raça, tipo de alimentação, clima e o tipo de tecido adiposo analisado [6, 9, 10, 11, 30, 34; 37; 38]. Os resultados obtidos para os mesmos parâmetros acima mencionados, para a gordura de toucinho, estiveram de acordo com a literatura pesquisada [12, 21, 29; 31; 34, 40]. A composição em ácidos graxos da gordura de toucinho varia de acordo com a alimentação, origem, espécie, e localização da gordura presente no suíno [21]. Esta gordura contém quantidades consideráveis dos ácidos palmítico, esteárico, oléico e linoléico, e, menores quantidades dos ácidos mirístico, palmitoléico, linolênico e araquidônico. Sua composição em triacilgliceróis compreende 7% de trissaturados e 30% de dissaturados. Quando comparada ao sebo bovino, a gordura de toucinho apresenta maior quantidade de triacilgliceróis com duas duplas ligações e de triacilgliceróis com três duplas ligações. Animais não-ruminantes como os suínos incorporam rapidamente os ácidos graxos insaturados da dieta em seus depósitos tissulares de gordura [29]. Devido a este comportamento metabólico, a gordura de toucinho apresenta elevados índices de ácidos graxos insaturados como o ácido oléico (47,1%).

O comportamento de fusão das gorduras animais é complexo, uma vez que consiste em diferentes tipos de triacilgliceróis. Baseando-se na classificação dos triacilgliceróis, quando são distinguidos por seus ácidos graxos saturados, monoinsaturados ou polinsaturados, há 14 tipos de acilgliceróis presentes no toucinho, em concentração igual ou acima de 1%. No toucinho, o ácido palmítico está preferencialmente esterificado na posição sn-2, o ácido esteárico na posição sn-1 e os ácidos oléico e linoléico na posição sn-3. Já no sebo bovino o ácido oléico ocupa principalmente a posição sn-2. Com isso, a cristalização do toucinho ocorre na forma β , enquanto que o sebo bovino cristaliza na forma β' [17].

CORREA-CABRERA et al. [13] relataram que para algumas matérias-primas, em especial a gordura de frango, torna-se conveniente modificar o conteúdo em frações de baixos pontos de fusão, de modo a melhorar o seu comportamento térmico. Assim, o fracionamento térmico controlado ou a hidrogenação parcial podem ser utilizados a fim de obter frações mais duras que permitam manter as características organolépticas sem influenciar negativamente a estabilidade frente à variação de temperatura.

O índice de iodo da gordura de frango esteve próximo ao citado por BIONDIC [6], que relatou valor de 78,5. Entretanto, o índice de saponificação relatado foi de 184,7, enquanto que neste estudo obteve-se 196,9. As diferenças entre os índices de iodo das estearinas em relação às oleínas foram de 15,6 e 15,9 unidades, às temperaturas de fracionamento de 17,5 e 20°C, respectivamente. O teor de ácido oléico nas oleínas foi maior que para a gordura de frango, embora o teor de ácido linoléico tenha sido menor. Isto pode ser devido ao fato que o ácido linoléico encontra-se presente nos triacilgliceróis ligado principalmente a ácidos graxos saturados. Com relação ao índice de saponificação pode-se observar que a diferença entre a gordura de frango e suas frações foi mínima, porque a massa molecular média dos ácidos graxos nas gorduras é praticamente o mesmo.

TABELA 2. Composição em ácidos graxos e índices de iodo e de saponificação da gordura de frango e suas frações, e da gordura de toucinho.

Ácidos Graxos (%)	Amostras					
	Estearina a 17,5°C	Estearina a 20°C	Oleína a 17,5°C	Oleína a 20°C	Gordura de Frango	Gordura de Toucinho
14:0	0,8	0,7	0,4	0,7	0,9	1,4
16:0	32,9	33,9	23,5	24,1	26,4	23,5
16:1	6,3	6,0	8,0	7,9	7,3	2,3
18:0	8,5	9,3	5,0	5,3	5,5	10,8
18:1	35,2	34,3	42,4	42,0	37,5	47,1
18:2	15,3	14,7	19,5	18,8	21,2	14,3
18:3	1,0	1,0	1,2	1,1	1,2	0,6
I.I.*	65,3	63,3	80,9	79,2	79,1	69,1
I.S.*	197,7	197,8	196,3	196,5	196,9	195,4

*I.I. = Índice de iodo (g iodo/100g).

*I.S. = Índice de saponificação (mg KOH/g)

Os resultados do conteúdo de gordura sólida das amostras em função da temperatura são apresentados nas Figuras de 1 a 3, representando a média de duas determinações. Os resultados das curvas de sólidos demonstraram que as misturas binárias apresentam perfis distintos, possibilitando obter misturas que cobrem faixas variadas do conteúdo de gordura sólida em função da temperatura. O conteúdo de gordura sólida da mistura binária de estearina a 17,5°C com gordura de toucinho nas proporções de 100/0 e 80/20 nas temperaturas estudadas pode permitir seu uso em “*shortenings*” destinados à fabricação de produtos de pastelaria e na proporção de 60/40 pode ser utilizada em “*shortenings*” destinados à panificação e confeitaria. Para a mistura binária de estearina a 20°C com gordura de toucinho, este mesmo parâmetro indica que esta fração é adequada à fabricação de margarinas para aplicação em massas folhadas. Esta mesma mistura nas proporções de 60/40 e 40/60 é adequada para a fabricação de “*shortenings*” destinados à fabricação de produtos de panificação [34]. Segundo CHIU & GIOIELLI [10], a gordura de frango apresenta-se líquida ou semi-

líquida à temperatura ambiente, podendo ser utilizada para diversos fins culinários: condimentos, bolos, frituras, também podendo ser utilizada para melhorar a consistência de cremes cosméticos. No trabalho com massas, seu comportamento é superior ao óleo de algodão e à gordura suína. VIAU & GANDEMER [37] verificaram que a baixa quantidade de triacilgliceróis saturados (<3%) causa o pequeno teor de gordura sólida à temperatura ambiente (3% - 10% a 20°C).

GROMPONE et al. [20] afirmaram que a gordura de frango, sendo rica nos ácidos palmítico e palmitoléico, favorece sua possibilidade de emprego na fabricação de margarinas. CHIU & GIOIELLI [9], relataram que as misturas de gordura abdominal de frango com gordura de toucinho à temperatura de 10°C apresentaram faixa adequada de consistência, evidenciando que são adequadas para a elaboração de margarinas.

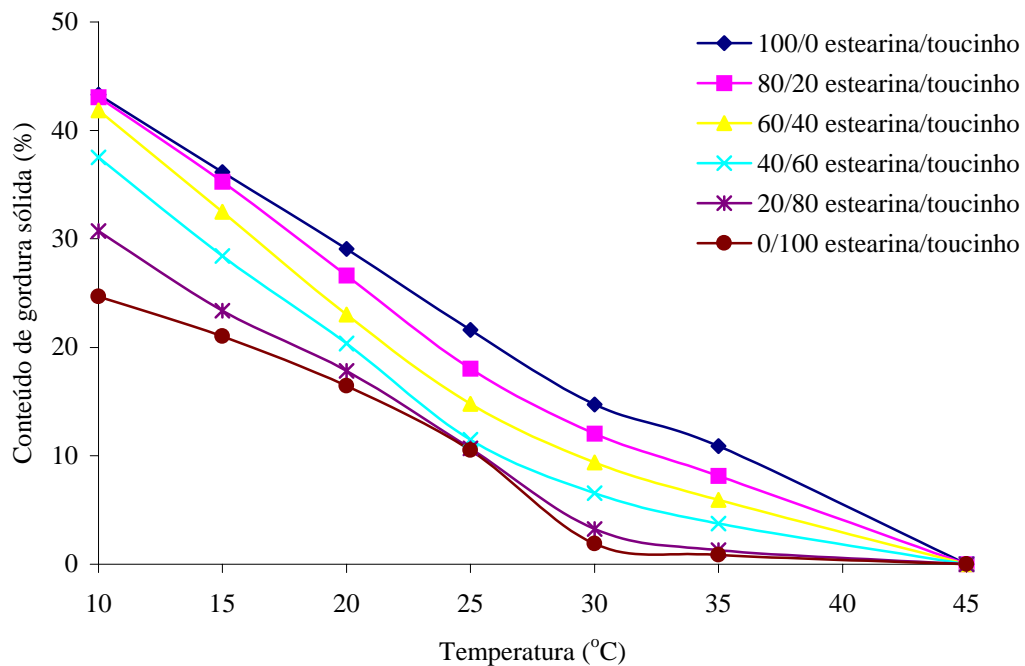


FIGURA 1. Conteúdo de gordura sólida em função da temperatura para misturas de estearina a 17,5°C de gordura de frango com gordura de toucinho.

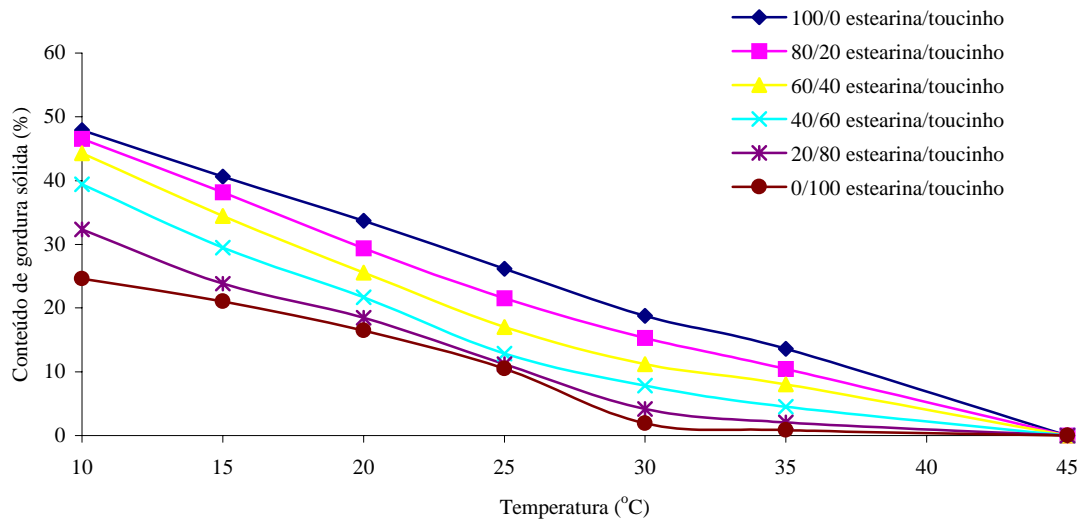


FIGURA 2. Conteúdo de gordura sólida em função da temperatura para misturas de estearina a 20°C de gordura de frango com gordura de toucinho.

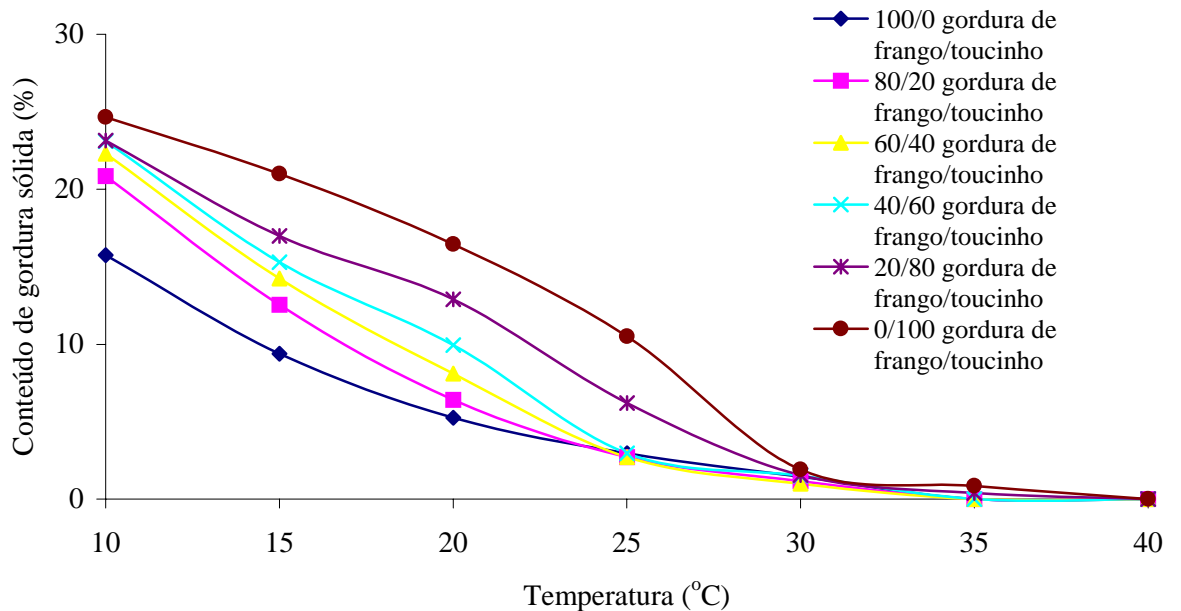


FIGURA 3. Conteúdo de gordura sólida em função da temperatura para misturas de gordura de frango com gordura de toucinho.

A Tabela 3 apresenta os coeficientes calculados por regressão múltipla a partir dos resultados experimentais do conteúdo de gordura sólida. Os coeficientes não significativos ($p < 0,05$) foram eliminados. Os resultados mostraram que a gordura de toucinho não apresentou efeito sobre o conteúdo de gordura sólida a 35°C, quando misturado às estearinas. Os coeficientes relativos às interações significativas entre as estearinas e a gordura de toucinho e também para as misturas binárias de gordura de frango com gordura de toucinho foram negativos de 20 a 35°C, demonstrando um efeito antagônico para a propriedade de conteúdo de gordura sólida, característico das interações eutéticas entre triacilgliceróis ou entre gorduras. Esse efeito ocorre em função da pequena intersolubilidade no estado sólido dos triacilgliceróis e pode ser caracterizado pela depressão nas linhas de iso-sólidos, quando a proporção de gordura de toucinho está ao redor de 60%, como no caso da mistura de gordura de frango com gordura de toucinho (Figura 4). Para as misturas binárias das estearinas com gordura de toucinho o eutético varia na faixa de 60 a 80% de gordura de toucinho (Figuras 5 e 6). Por outro lado, à temperatura de 10°C, os coeficientes relativos às interações foram positivos, caracterizando a chamada formação de compostos [7, 9, 12, 36]. Neste caso, a interação resulta em um empacotamento molecular favorável das cadeias de ácidos graxos, aumentando o conteúdo de gordura sólida, em relação às gorduras originais. Na Figura 4 evidencia-se este tipo de interação, apresentada pelas curvas iso-sólidos, ocorrendo nas misturas entre as gorduras de frango e de toucinho na proporção de 80/20, em temperaturas mais baixas. A formação de compostos ocorre em sistemas binários do tipo PPO/POP, StPO/POP, EPE/PEE e POP/OPO, onde P = palmítico, O = oléico, St = esteárico e E = eláidico. Essa interação ocorre em misturas de óleo de palma (com cerca de 30% de POP) e banha (com cerca de 50% de OPO). A mistura 1:1 de óleo de palma e banha contém 28% de sólidos a 22°C, enquanto os componentes apresentam 20 e 22%, respectivamente. Esse efeito é responsável pela arenosidade em margarinas produzidas com estas misturas. Outro exemplo é verificado na mistura de uma fração de óleo de palma interesterificada (com cerca de 66% de PPO) com uma fração intermediária de óleo de palma (rica em

POP) [14; 9]. VIAU & GANDEMER [37] afirmam que a gordura de frango apresenta em sua composição principalmente triacilgliceróis do tipo: PO₂, POL, LO₂, O₃ e P₂O, onde P = ácido palmítico, O = ácido oléico, L = ácido linoléico. O triacilglicerol do tipo P₂O pode, portanto, ter levado à formação de compostos nas misturas entre gordura abdominal de frango com a gordura de toucinho. Para que a formação de compostos ocorra, são necessárias as seguintes condições: a) mistura de triacilgliceróis mono-insaturados simétricos e assimétricos; b) triacilgliceróis simétricos contendo somente um tipo de ácido graxo saturado; c) triacilgliceróis assimétricos contendo dois ácidos graxos saturados diferentes, desde que o ácido comum a ambos acilgliceróis esteja na posição sn-2. Quando estas condições ocorrem, as cadeias de ácidos graxos empacotam formando três ácidos idênticos lado a lado. De acordo com D'AGOSTINI, GIOIELLI, FERRAZ [14] as interações que ocorrem entre os triacilgliceróis nas misturas binárias e ternárias de óleos e gorduras são os principais fatores que influenciam o comportamento de gorduras quanto a sua fusão e cristalização.

O nível de significância encontrado para os modelos foi > 97%. Pela Tabela 3, pode ser observado que a variação das respostas ($R^2 = 0,97$ a $0,9999$) pode ser explicada pelas regressões múltiplas, indicando excelente ajuste do modelo aos dados experimentais.

TABELA 3. Coeficientes calculados por regressão múltipla, para o conteúdo de gordura sólida, a partir dos resultados experimentais das misturas de gordura de frango com gordura de toucinho (A), estearina a 17,5°C de gordura de frango com gordura de toucinho (B) e estearina a 20°C de gordura de frango com gordura de toucinho (C)

Resultado	Coeficientes			
	β_1	β_2	β_{12}	R^2
A				
CGS* (%) a				
10°C	16,50	23,96	10,54	0,999
15°C	10,00	20,34	0	0,998
20°C	5,33	16,38	-7,59	0,999
25°C	3,33	10,26	-15,96	0,993
30°C	1,38	1,95	-1,81	0,993
35°C	0	0,83	-1,72	0,97
B				
CGS* (%) a				
10°C	43,40	24,16	22,95	0,999
15°C	36,72	20,21	0	0,999
20°C	29,36	16,23	-4,31	0,999
25°C	21,88	10,33	-11,86	0,999
30°C	14,91	1,55	0	0,999
35°C	10,99	0	-4,69	0,998
C				
CGS* (%) a				
10°C	47,85	24,46	22,83	0,999
15°C	41,15	20,26	0	0,999
20°C	33,83	16,25	-6,21	0,999
25°C	26,52	10,30	-14,02	0,999
30°C	18,96	1,66	0	0,999
35°C	13,76	0	0	0,998

*CGS = Conteúdo de gordura sólida

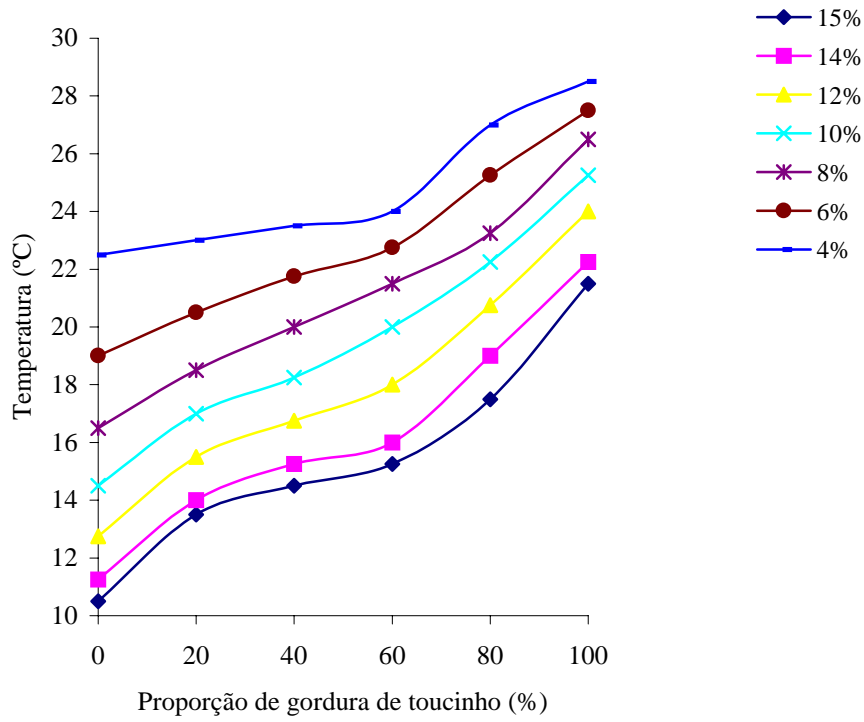


FIGURA 4. Diagrama de curvas de iso-sólidas de misturas de gordura de frango com gordura de toucinho.

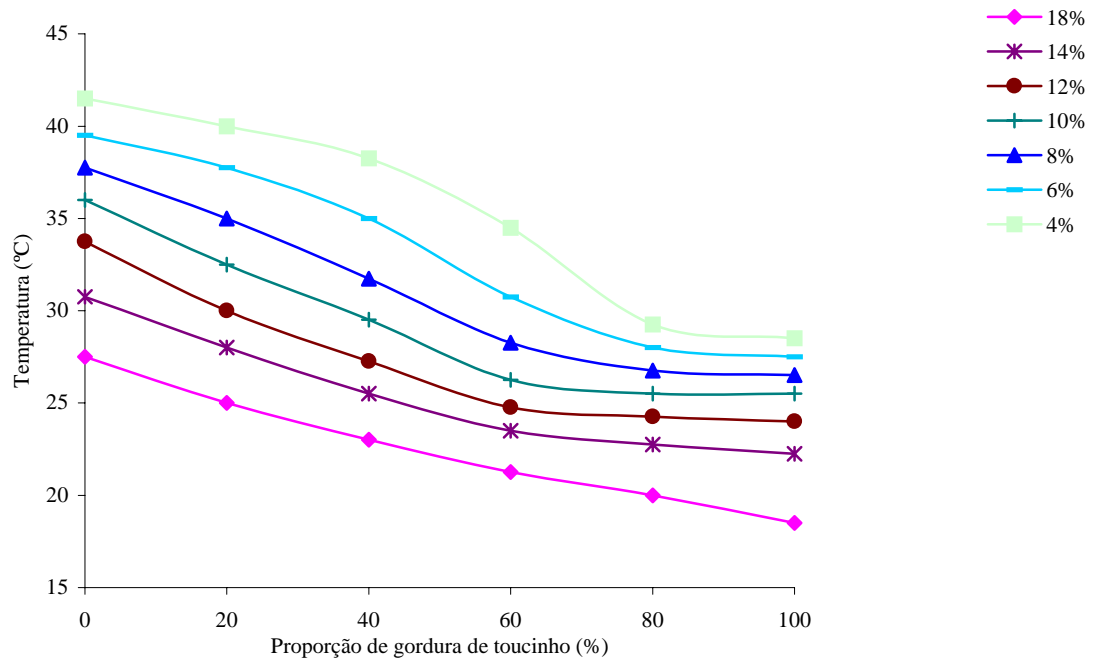


FIGURA 5. Diagrama de curvas de iso-sólidas de misturas de estearina a 17,5°C de gordura de frango com gordura de toucinho.

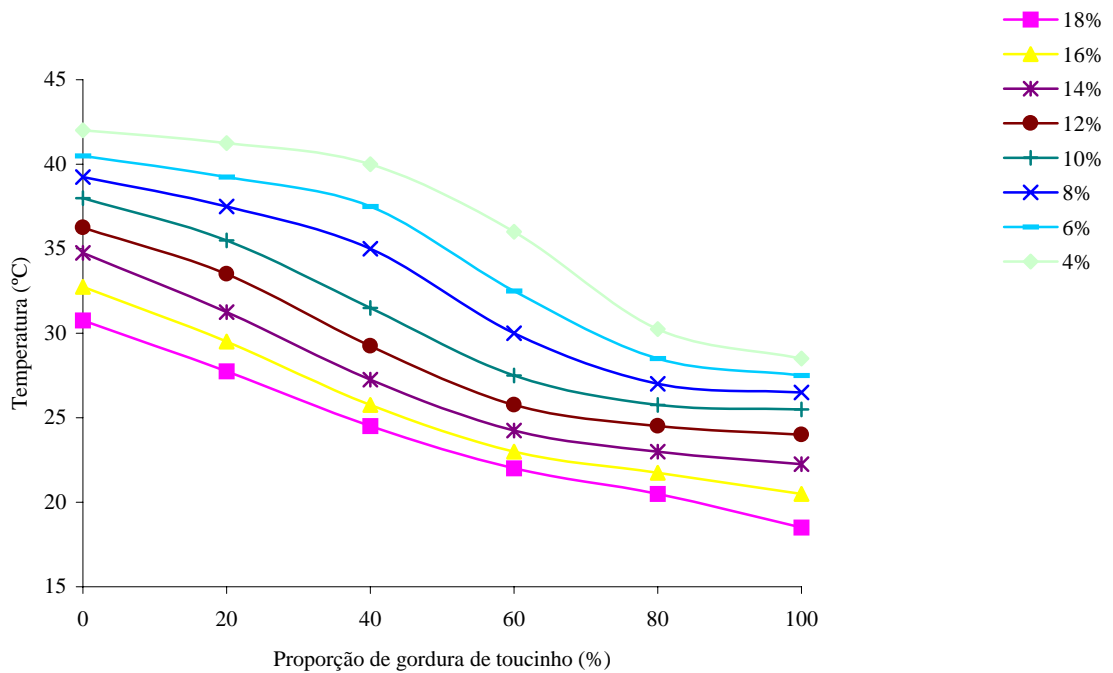


FIGURA 6. Diagrama de curvas de iso-sólidas de misturas de estearina a 20°C de gordura de frango com gordura de toucinho.

A consistência das amostras foi determinada em trabalho anterior [9]. Como a consistência de gorduras é influenciada pelo conteúdo de gordura sólida do material [9, 16], foi efetuada uma relação entre essas propriedades, por regressão linear simples, apresentada na Tabela 4. A equação da reta correspondente é a seguinte:

$$y = a + b.x$$

Onde:

y = conteúdo de gordura sólida (%)

a = coeficiente linear

b = coeficiente angular

x = consistência (g/cm^2)

Os resultados da Tabela 4 mostraram que houve relação linear significativa a $p < 0,05$. O coeficiente linear da reta representa o conteúdo de gordura sólida das amostras de estearinas e de suas misturas quando a

consistência é igual a zero, apresentando valores de 12,262 a 28,747. Isto mostra que, quando o teor de sólidos na gordura é inferior ao redor de 12%, o material apresenta-se como um líquido viscoso, ao invés de se comportar como uma gordura plástica. Quando a proporção de gordura no estado sólido é maior que 12%, o óleo líquido é imobilizado pela matriz cristalina, tornando a gordura plástica [10, 11, 14, 25]. A relação entre índice/conteúdo de gordura sólida e consistência é sempre direta, mas não necessariamente linear [5, 9, 10, 11, 14, 22; 24, 27, 28, 39].

TABELA 4. Relação entre consistência e conteúdo de gordura sólida, por regressão linear simples, de misturas de estearina a 17,5°C de gordura de frango com gordura de toucinho (A) e de estearina a 20°C de gordura de frango com gordura de toucinho (B).

Resultado	Coeficientes		
	a	b	R
A			
Proporção			
100/0	24,552	0,005	0,96
80/20	22,364	0,007	0,94
60/40	19,078	0,009	0,94
40/60	15,722	0,015	0,94
20/80	14,402	0,021	0,92
0/100	12,262	0,031	0,94
B			
Proporção			
100/0	28,747	0,004	0,96
80/20	25,586	0,005	0,94
60/40	21,139	0,007	0,95
40/60	16,892	0,012	0,95
20/80	14,342	0,023	0,95
0/100	12,262	0,031	0,94

4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A.O.C.S. - AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY - **Official methods and recommended practices**, I. L., 5rd. Ed., Champaign, 1996.
- [2] A.O.C.S. - AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY - **Official methods and recommended practices**, 4. ed., Champaign, 1990.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE FRANGO. **Estatísticas: produção mensal brasileira de aves, histórico do consumo brasileiro de carne de frango, exportações mensais brasileiras de frango.**[On-line]Available:<http://www.abef.com.br>[April 27,2001].
- [4] ASSOCIAÇÃO PAULISTA DE AVICULTURA. **Estatísticas: frangos, produção nacional.** [On-line]Available:<http://www.apa.com.br>[April 27,2001].
- [5] BALBO, A.M.T.M., GIOIELLI, L.A. Mixtures of babassu fat with palm oil and its fractions: eutectic interactions. **Internacional Meeting on Fats & Oils Technology** – GTZ/UNICAMP, Campinas, SP, 1991, Proceedings . p.184-188.
- [6] BIONDIC, B. Gordura de galinha e frango. **Indústria Alimentar**, n.1, p.25-29, 1976.
- [7] BIRKER, P.J.M.W.L., PADLEY, F.B. Physical properties of fats and oils. In: HAMILTON, R.J., BHATI, A., eds. **Recent advances in chemistry and technology of fats and oils**. London: Elsevier, 1987. p.1-11.
- [8] BUCHALLA, L. M. Frango Sertanejo LTDA. Guapiaçu-SP. 1999. [Comunicação Pessoal]
- [9] CHIU, M. C., GIOIELLI, L. A. Consistência da gordura abdominal de frango, de suas estearinas e de suas misturas binárias com toucinho. **Rev. Bras. Ciênc. Farm.**, 2001b.(submetido para publicação)
- [10] CHIU, M. C., GIOIELLI, L. A. Fraccionamiento de la grasa abdominal de pollo. **Grasas y Aceites**, 2001a. (submetido para publicação)
- [11] CHIU, M. C., GIOIELLI, L. A. Fractionation of abdominal chicken fat. **Eur. J. Pharm. Sci.**, v.13, supl.1, p.S43, 2001c.
- [12] CHIU, M. C., GIOIELLI, L. A. Propriedades físico-químicas das misturas de gordura abdominal de frango, suas estearinas e gordura de toucinho. **Rev. Bras. Ciênc. Farm.**, v.36, supl.1, p.41, 2000.

- [13] CORREA-CABRERA, R., CAPOTE, A., RODRÍGUEZ-AYÁN, M. N., GROMPONE, M. A. – Caracterización de grasas para caldos deshidratados. **Grasas y Aceites**, v.50,n.1,p.30-36, 1999.
- [14] D’AGOSTINI, D., FERRAZ, R.C., GIOIELLI, L.A. Consistência de misturas binárias e ternárias de gorduras de palma, palmiste e triacilgliceróis de cadeia média. **Rev. Bras. Ciênc. Farm.**, v.36, n.1, p.147-155, 2000.
- [15] DEMAN, J. M., DEMAN, L., BLACKMAN, B. Melting point determination of fat products. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, v.60, n.1, p.91-94, 1983.
- [16] DEMAN, J.M., BEERS, A.M. Fat crystal networks: structure and rheological properties. **J. Texture Stud.**, v.18, n.4, p.303-318, 1988.
- [17] ENSER, M. Meat lipids. In: Hamilton R. J., ed. **Developments in oils and fats**. 1. ed. London: Chapman & Hall, 1995, p.1-31.
- [18] GARANTIA DA QUALIDADE. Perdigão Agroindustrial S.A. Abatedouro de Aves, Unidade Videira, Santa Catarina, 2000. [Comunicação Pessoal]
- [19] GIOIELLI, L. A. Misturas de óleos e gorduras na formulação de produtos gordurosos. **Revista Óleos & Grãos**, n.32, p.24-28, 1996.
- [20] GROMPONE, M. A.; GUERRA, J. F.; PAZOS, N. A.; MÉNDEZ, E.; LUCAS, E.; JACHMANIÁN, I.; COLLAZI, P. Fraccionamiento térmico de aceite de pollo. **Grasas y Aceites**, v.45, n.6, p.390-344, 1994.
- [21] GUNSTONE, F.D., HARWOOD, J.L., PADLEY, F.B. **The lipid handbook**. Cambridge: The University Press, 1986. p.113-129.
- [22] HAIGHTON, A.J. Blending chilling, and tempering of margarines and shortenings. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, v.53, n.6, p.397-399, 1976.
- [23] HARE, L.B. Mixture designs applied to food formulation. **Food Technol.**, v.28, n.3, p.50-62, 1974.
- [24] LANNES, S.C.S., GIOIELLI, L.A. Características físico-químicas da manteiga de cacau e sucedâneos comerciais. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.15, n.1, p.89-94, 1995.
- [25] LARSSON, K. – **Lipids: molecular organization, physical functions and technical applications**. Dundee: The Oily Press, 1994. p.7-45.
- [26] LARSSON, K., QUINN, P. J. Physical properties: structural and physical characteristics. In: Gunstone, F. D., Hartwood, J. L., Padley, F. B. eds. **The Lipid Handbook**, 2 ed., London: Chapman and Hall, 1994, p.401-460.

- [27] LEFEBVRE, J. Finished product formulation. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, v.60, n.2, p.295-300, 1983b.
- [28] LEFEBVRE, J. Formulation et gestion de la qualité en margarinerie. **Rev. Fr. Corps Gras**, v.30, n.2, p.59-65, 1983a.
- [29] LOVE, J. A. Animal fats. In: Hui, Y. H., ed. **Bailey's industrial oil and fat products**. 5. ed. New York: Wiley, 1996. v.1, p.1-18.
- [30] ORTHOEFER, F. T. Vegetable oils. In: Hui, Y. H., ed. **Bailey's industrial oil and fat products**. 5. ed. New York: Wiley, 1996. v.1, p.19-44.
- [31] ROSSEL, J. B. Classical analysis of oils and fats. In: HAMILTON, R. J., ROSSEL, J. B., eds. **Analysis of oils and fats**. London: Elsevier Applied Science, 1986. p.1-90.
- [32] SATO, K., UENO, S., YANO, J. Molecular interactions and kinetic properties of fats. **Prog. Lipid Res.**, v.38, p.91-116, 1999.
- [33] SINGHAL, R.S., KULKARNI, P.R. Effect of puffing on oil characteristics of amaranth (Rajgeera) seeds. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, v.67, n.12, p.952-954, 1990.
- [34] STAUFFER, C. E. **Fats and Oils**, St. Paul, Eagan Press, 1996. p.19-43.
- [35] TIMMS, R.E. Phase behaviour of fats and their mixtures of oils. **J.Am.Oil Chem. Soc.**, v.62, n.2, p.241-248, 1985.
- [36] TIMMS, R.E. Phase behaviour of fats and their mixtures. **Prog. Lipid Res.**, v.23, n.1, p.1-38, 1984.
- [37] VIAU, M., GANDEMER, G. Principales caractéristiques de composition des graisses de volaille. **Rev. Fr. Corps Gras.**, v.38, n.5-6, p.171-177, 1991.
- [38] VIZCARRONDO, C.A., DE PADILLA, F.C., MARTIN, E. Fatty acid composition of beef, pork, and poultry fresh cuts, and some of their processed products. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v.48, n.4, p.354-358, 1998.
- [39] WEISS, T.J. **Food oils and their uses**. 2. ed. Westport: AVI, 1983a. p.1-33.
- [40] WEISS, T.J. **Food oils and their uses**. 2. ed. Westport: AVI, 1983b. p.35-64.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo auxílio financeiro e pelas bolsas concedidas aos autores.

**5. PROPRIEDADES DE TEXTURA DAS
MISTURAS BINÁRIAS DA GORDURA
ABDOMINAL DE FRANGO COM GORDURA
DE TOUCINHO**

5. PROPRIEDADES DE TEXTURA DAS MISTURAS BINÁRIAS DA GORDURA ABDOMINAL DE FRANGO COM GORDURA DE TOUCINHO

5.1. INTRODUÇÃO

Quando determinados materiais, como por exemplo as gorduras, são submetidos à ação de forças, podem sofrer deformações e apresentar diferentes fluxos, os quais são estudados pela ciência denominada reologia (Hoffmann, 1989). A textura pode ser considerada como uma manifestação das propriedades reológicas do material, sendo considerada um atributo importante dos alimentos, tendo em conta que afeta o processo, o armazenamento, a manipulação e a aceitação do produto pelo consumidor (Pomeranz, Meloan, 1984). O conhecimento das propriedades reológicas de alimentos semi-sólidos, como as margarinas, é importante para o projeto do processo, no controle de qualidade e no desenvolvimento de novos produtos (Segura, Herrera, Anon, 1995). Davey (1989) relatou que as medidas de penetração são amplamente utilizadas para a verificação das características de textura dos alimentos.

Certos parâmetros como a consistência e a espalhabilidade, importantes para a qualidade de produtos gordurosos, estão intimamente associados às propriedades de fluxo (Deman, Dobbs, Sherman, 1979; Stern, 1976).

Os cristais de gordura formam uma rede tridimensional que comunica plasticidade ao material. Para que uma gordura seja plástica, ela deve consistir de uma fase sólida e uma líquida, ou seja, de uma mistura de cristais de gordura (sólida) e óleo (líquido), sendo que, a relação entre as duas fases e o caráter cristalino da fase sólida, determinam a sua consistência e firmeza (Deman, Deman, Blackman, 1983; Deman, Beers, 1988).

As principais propriedades das gorduras, como a consistência, firmeza e plasticidade, dependem basicamente de fatores tais como o conteúdo de gordura sólida, o método de resfriamento, o tratamento térmico após o resfriamento

(temperagem), o tempo e grau de trabalho mecânico, o tamanho e a forma dos cristais (estrutura cristalina) e o estado da emulsão (Andersen, Willians, 1965; Berger, Jewell, Pollitt, 1979; Deman, Beers, 1988; Nawar, 1985). Em emulsões como margarinas, a consistência é pouco influenciada pelos métodos de emulsificação do produto ou pelas variações nas proporções relativas de leite e gordura (Greenwell, 1981).

As gorduras comportam-se como sólidos rígidos até que a tensão da deformação exceda a tensão inicial, quando começam a fluir como um líquido viscoso. A tensão representa a força que produz ou tende a produzir deformações em um corpo e é medido pela força aplicada pela unidade de área (Deman, Beers, 1988). É possível classificar as gorduras desde muito macias, até muito duras, em função da propriedade subjetiva da espalhabilidade (Haighton, 1959).

A espalhabilidade da manteiga e das margarinas é um aspecto importante para a aceitação destes produtos pelo consumidor (Deman, Dobbs, Sherman, 1979). A espalhabilidade é a propriedade física resultante da dispersão dos cristais da gordura sólida no óleo líquido. Esta propriedade encontra-se altamente relacionada à dureza. A maioria dos métodos de determinação da espalhabilidade mede a resistência à deformação.

A produção e o consumo de carne de aves têm aumentado consideravelmente ao redor do mundo, uma vez que esta fonte protéica tornou-se uma das mais baratas na atualidade e, certamente, a mais econômica entre as proteínas cárneas. Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), o Brasil se mantém como o segundo maior produtor mundial de carne de frango. A avicultura brasileira registrou um crescimento surpreendente nos últimos anos, com a produção total de carne de frango chegando ao redor de 5,526 milhões de toneladas em 2000 (A.B.E.F, 2001). A gordura abdominal corresponde a aproximadamente 2 a 2,5% do peso total do frango abatido (Chiu, Gioielli, 2001; Buchalla, 1999; Garantia da Qualidade, 2000). Devido a elevada produção de frango, a gordura abdominal desta ave normalmente é destinada à fabricação de ração animal (Chiu, Gioielli, 2001).

Lee e Foglia (2000) e Chiu e Gioielli (2001) relataram que a gordura de frango contém aproximadamente 65% de ácidos graxos insaturados, caracterizando, portanto, uma gordura altamente insaturada quando comparada ao sebo bovino. A gordura de toucinho é naturalmente dura, apresentando flavor natural e desejável. Conseqüentemente, não necessita hidrogenação ou desodorização para ser utilizada (Weiss, 1983; Dotson, 1992).

Os objetivos do presente trabalho foram: a) determinar a influência da temperatura nas propriedades de tensão, firmeza e energia de penetração das misturas binárias da gordura abdominal de frango com gordura de toucinho; b) verificar as interações ocorridas entre estas gorduras.

5.2. MATERIAL

Foram utilizadas gordura abdominal de frango e gordura de toucinho, fundidas e filtradas. As amostras foram preparadas através de misturas nas proporções mencionadas na Tabela 1, após fusão completa das gorduras individuais à temperatura de 60-70°C, tendo sido novamente solidificadas e posteriormente armazenadas sob resfriamento (5°C).

TABELA I - Planejamento experimental das misturas de gordura abdominal de frango com gordura de toucinho.

Amostra (n°)	Proporção (%)	
	Gordura abdominal de frango	Gordura de toucinho
1	100	0
2	80	20
3	60	40
4	40	60
5	20	80
6	0	100

5.3. MÉTODOS

Após a realização das misturas, as amostras de gorduras foram aquecidas à temperatura de 60-70°C em forno de microondas para completa fusão dos cristais, sendo acondicionadas em béqueres de 50 mL. O condicionamento foi efetuado por 24 horas em geladeira comum (5-8°C) e, em seguida por 24 horas em estufa com temperatura controlada.

A análise de textura foi efetuada por meio de teste de penetração com cone de acrílico de ângulo 45°, em analisador de textura TA-XT2, da Stable Micro Systems, controlado por microcomputador, utilizando-se o aplicativo Texture Expert versão 1.20.

Os testes foram conduzidos nas seguintes condições:

Determinação da força em compressão; Distância: 10,0 mm; Velocidade: 2,0 mm/s; Tempo: 5s; Duplicata; Temperaturas de análise: 10, 15, e 20°C.

Foram determinadas as propriedades de tensão, firmeza e energia de penetração através dos resultados do analisador de textura TA-XT2.

Para o cálculo da tensão foi aplicada a equação descrita por Lucisano, Casiraghi e Pompei (1989):

$$S = F' / A' = F \cdot \cos(\beta/2) / h^2 \cdot \pi \cdot \tan(\beta/2)$$

Onde:

S = tensão, aplicada à amostra (N/cm²);

F' = força real exercida (N);

A' = contato real entre a superfície do cone e a amostra (cm²);

F = força exercida para penetração na amostra (N);

β = ângulo do cone (°);

h = profundidade de penetração do cone (cm)

Para as respostas analíticas foi aplicado um modelo matemático de regressão múltipla do tipo quadrático, por tratar-se de um experimento com misturas de dois componentes (Hare, 1974). Este modelo matemático está representado pela seguinte equação:

$$y = \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_{12}x_1x_2$$

Onde:

y = resposta;

β = coeficientes gerados por regressão múltipla;

x = proporção de cada componente.

Foi utilizado o aplicativo Statgraphics versão 2.6, que permitiu a obtenção dos coeficientes para o modelo, além de apresentar seus níveis de significância, coeficientes de determinação e análise de variância.

5.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O analisador de textura TA-XT2 é um instrumento ideal para realizar medidas de força ou distância em compressão ou tensão, com alta sensibilidade, facilidade de operação, economia e flexibilidade até o limite de capacidade de 50 kg (Raven, Johnson, 1990). Nestas condições, quase todos os testes realizados pela “Universal Testing Machine”, fabricada pela Instron Corporation, podem ser efetuados pelo TA-XT2, exigindo técnicos menos especializados, com menor custo e com possibilidade de alterações mais rápidas de um teste para outro.

Lannes e Gioielli (1995) mostraram que o analisador de textura TA-XT2 é mais sensível que o penetrômetro de cone, além de permitir que diversos parâmetros relacionados à textura sejam estudados.

As Tabelas de II a VI apresentam as propriedades das amostras que podem ser obtidas com o analisador de textura TA-XT2, como firmeza, energia necessária para penetração e a tensão, às temperaturas de 10, 15 e 20°C.

A firmeza, expressada na unidade de N/mm, é representada pela inclinação da curva força-deformação, obtida no analisador, através do parâmetro denominado de gradiente, parâmetro este útil para verificar o efeito da temperatura, para diversos ciclos de temperatura, na forma cristalina, tamanho dos cristais e propriedades de textura de margarinas (Davey, 1989). Os resultados apresentados na Tabela II mostraram que a firmeza das amostras variou entre 0,150 e 0,244 N/mm a 10°C, entre 0,025 e 0,072 N/mm a 15°C, e entre 0,007 e 0,041 a 20°C. Os resultados foram expressos em N/mm, para empregar as mesmas unidades do trabalho de Chawla e Deman (1994). Estes autores verificaram o efeito da temperagem por diversos ciclos de temperatura na forma cristalina, tamanho dos cristais e propriedades de textura de “*shortenigs*”, visando estabilizar a estrutura cristalina e garantir mínimas alterações durante o armazenamento e transporte do produto.

Simões e Gioielli (2000) analisaram três tipos de misturas binárias quanto à propriedade de firmeza, energia necessária para penetração e a tensão. As misturas analisadas eram compostas de gordura hidrogenada comercial (FATGILL PF38) com óleo de soja (Mistura 1), gordura hidrogenada comercial (FATGILL PF42) com óleo de soja (Mistura 2) e, FATGILL PF38 com FATGILL PF42 (Mistura 3). Foram obtidos os seguintes resultados de firmeza: 0,114 N/mm, 0,054 N/mm e 0,041 N/mm para a mistura 1; 0,552 N/mm, 0,470 N/mm e 0,286 N/mm para a mistura 2; 3,386 N/mm, 2,787 N/mm e 1,615 N/mm para a mistura 3, às temperaturas de 10, 15 e 20°C, respectivamente. Observa-se que os valores encontrados por estes autores, para a mistura 1, foram inferiores; para a mistura 2, levemente superiores e para a mistura 3 foram bastante superiores aos encontrados neste trabalho, considerando-se as mesmas temperaturas de análise. Estas diferenças foram devidas à diversidade na composição lipídica das misturas, às interações ocorridas nas mesmas e também aos diferentes conteúdos de gordura sólida das amostras analisadas.

Sotero Solis e Gioielli (2000) pesquisaram misturas binárias do óleo de castanha do Pará com gordura parcialmente hidrogenada deste mesmo óleo (Amostra 1); óleo de castanha do Pará com gordura totalmente hidrogenada deste óleo (Amostra 2); e gordura parcialmente hidrogenada com gordura totalmente hidrogenada de castanha do Pará (Amostra 3) quanto às propriedades de firmeza, energia necessária para penetração e a tensão. Obtiveram os seguintes resultados de firmeza: 0,2 N/mm, 2,3 N/mm e 7,6 N/mm, para as amostras 1, 2 e 3, respectivamente, à temperatura de 10°C. Observa-se que os valores encontrados por estes autores para a amostra 1 estiveram na mesma faixa encontrada neste trabalho, para a amostra 2 foram superiores e para a amostra 3 foram bastante superiores aos encontrados nesta pesquisa, considerando-se a mesma temperatura de análise (10°C). Estas diferenças foram devidas aos mesmos fatores anteriormente descritos.

TABELA II - Firmeza das amostras a diversas temperaturas.

Amostra (n°)	Firmeza (N/mm)		
	Temperatura (°C)		
	10	15	20
1	0,198	0,025	0
2	0,206	0,050	0,009
3	0,244	0,072	0,007
4	0,194	0,061	0,010
5	0,183	0,065	0,013
6	0,150	0,067	0,041

A energia necessária para penetração do cone nas amostras foi calculada como a área sob a curva força-deformação. Os resultados apresentados na Tabela III mostraram que a energia das amostras variou entre 0,591 e 0,965 N.cm a 10°C, entre 0,112 e 0,301 N.cm a 15°C, e entre 0,055 e 0,190 N.cm a 20°C. Na verificação da propriedade de espalhabilidade pela análise sensorial de suspensões modelos de água e bentonita, Lucisano, Casiraghi e Pompei (1989) verificaram que suspensões com espalhabilidade considerada ideal pelos membros de um painel sensorial

continham perto de 30% de bentonita e apresentaram energia necessária para penetração de um cone de 45° na faixa de 0,20-0,25 N.cm. Valores superiores ou inferiores para a concentração de bentonita e para a energia representaram produtos de menor espalhabilidade, por serem muitos sólidos ou muito fluidos, respectivamente. Portanto, considerando-se estes critérios, apenas a amostra 2 apresentou espalhabilidade ideal, à temperatura de 15°C.

Simões e Gioielli (2000), obtiveram os seguintes resultados de energia necessária para penetração: 0,482 N.cm, 0,255 N.cm e 0,195 N.cm para a mistura 1; 2,161 N.cm, 1,984 N.cm e 1,181 N/mm para a mistura 2; 12,872 N.cm, 10,404 N.cm e 6,356 N.cm para a mistura 3, às temperaturas 10, 15 e 20°C, respectivamente. Observa-se que os valores encontrados por estes autores para a mistura 1 estiveram dentro da mesma faixa deste trabalho; para a mistura 2, foram levemente superiores e para a mistura 3 estiveram bastante superiores aos encontrados nesta pesquisa, considerando-se as mesmas temperaturas de análise. No estudo realizado por Sotero Solis e Gioielli (2000), não foram obtidos resultados de espalhabilidade ideal, usando os critérios anteriormente estabelecidos. Estes últimos autores descreveram valores de energia necessária para penetração de: 1,2 N.cm, 11 N.cm e 30,3 N.cm, para as amostras 1, 2 e 3, respectivamente, à temperatura de 10°C. Observa-se que estes valores são superiores ao encontrado no presente trabalho.

Aumentando-se a temperatura de análise nota-se que tanto os valores de firmeza quanto os de energia necessária para a penetração diminuem, pois ocorre diminuição do conteúdo de gordura sólida e conseqüente alteração na rede cristalina das gorduras (Deman, Beers, 1998).

TABELA III - Energia necessária para a penetração a diversas temperaturas.

Amostra (n°)	Energia(N.cm)		
	Temperatura (°C)		
	10	15	20
1	0,808	0,112	0
2	0,852	0,224	0,055
3	0,965	0,299	0,056
4	0,757	0,267	0,071
5	0,750	0,307	0,091
6	0,591	0,268	0,190

As Tabelas de IV a VI apresentam outro parâmetro que pode ser avaliado a partir dos resultados de penetração com o analisador de textura, ou seja, a tensão aplicado às amostras na primeira compressão, para as temperaturas de 10, 15 e 20°C. Como o analisador de textura permite obter a força exercida em qualquer ponto da penetração, foram escolhidos os valores de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1,0 cm (limite máximo). Observa-se que com o aumento da profundidade de penetração, a tensão diminui, porque a superfície de contato do cone com a amostra aumenta mais que a força que está sendo exercida. Como comparação, a tensão aplicado às amostras de bentonita e água (Lucisano, Casiraghi, Pompei, 1989), utilizando cone de 45°, atingiu o valor máximo de cerca de 8 N/cm², para penetração de 0,8 cm. Nestas condições, os valores encontrados para as misturas binárias da gordura abdominal de frango com gordura de toucinho à temperatura de 10°C, variaram de 1,276 a 4,207 N/cm²; a 15°C variaram entre 0,167 a 1,988 N/cm²; e a 20°C, entre 0,00 e 1,456 N/cm². Segundo Simões e Gioielli (2000), as misturas já mencionadas anteriormente mostraram os seguintes valores de tensão: 0,827 a 2,793 N/cm²; 0,396 a 1,945 N/cm²; 0,304 a 1,618 N/cm² para a mistura 1; 4,010 a 9,418 N/cm²; 3,424 a 8,224 N/cm²; 2,083 a 5,605 N/cm² para a mistura 2; 24,620 a 30,566 N/cm²; 20,273 a 34,688 N/cm²; 11,746 a 22,361 N/cm² para a mistura 3; às temperaturas 10, 15 e 20°C, respectivamente. Já Sotero Solis e Gioielli (2000) encontraram para suas

amostras 1, 2 e 3 à temperatura de 10°C os seguintes valores de tensão: 1,8 a 5,5 N/cm²; 16,1 a 71,2 N/cm²; 49,0 a 116,6 N/cm²; respectivamente.

TABELA IV – Tensão das amostras a 10°C em diversas profundidades de penetração do cone.

Amostra (n°)	Tensão (N/cm ²)				
	Profundidade de penetração (cm)				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
1	4,083	2,423	1,901	1,705	1,571
2	4,047	2,290	1,803	1,605	1,486
3	4,207	2,476	2,065	1,847	1,722
4	3,124	1,886	1,609	1,447	1,370
5	3,461	1,966	1,574	1,397	1,308
6	3,461	1,948	1,594	1,376	1,276

TABELA V – Tensão das amostras a 15°C em diversas profundidades de penetração do cone.

Amostra (n°)	Tensão (N/cm ²)				
	Profundidade de penetração (cm)				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
1	1,225	0,417	0,270	0,179	0,167
2	1,686	0,643	0,473	0,412	0,358
3	1,740	0,865	0,651	0,548	0,510
4	1,598	0,728	0,556	0,474	0,426
5	1,988	0,927	0,653	0,536	0,465
6	1,544	0,825	0,617	0,529	0,493

TABELA VI - Tensão das amostras a 20°C em diversas profundidades de penetração do cone.

Amostra (n°)	Tensão (N/cm ²)				
	Profundidade de penetração (cm)				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
1	-	-	-	-	-
2	0,586	0,182	0,116	0,082	0,046
3	0,550	0,169	0,122	0,090	0,050
4	0,675	0,262	0,158	0,114	0,087
5	0,870	0,297	0,191	0,142	0,110
6	1,456	0,626	0,406	0,331	0,289

A Tabela VII apresenta os coeficientes calculados por regressão múltipla a partir dos resultados experimentais da firmeza e da energia de penetração. Os coeficientes não significativos ($p < 0,05$) foram eliminados. Os coeficientes relativos às interações foram positivos, caracterizando a chamada formação de compostos (Timms, 1984, Birker, Padley, 1987, Chiu, Gioielli, 2000, Chiu, Gioielli, 2001a). Neste caso, a interação resulta em um empacotamento molecular favorável das cadeias de ácidos graxos, aumentando as propriedades de firmeza e energia de penetração, em relação às gorduras originais. Nas Tabelas II e III evidencia-se este tipo de interação para a amostra 3 (proporção de 60/40) às temperaturas de 10 e 15°C, pois a firmeza e a energia de penetração são maiores que as das gorduras originais. A formação de compostos ocorre em sistemas binários do tipo PPO/POP, StPO/POP, EPE/PEE e POP/OPO, onde P = palmítico, O = oléico, St = esteárico e E = eláidico. Essa interação ocorre em misturas de óleo de palma (com cerca de 30% de POP) e banha (com cerca de 50% de OPO). A mistura 1:1 de óleo de palma e banha contém 28% de sólidos a 22°C, enquanto que os componentes individuais apresentam 20 e 22%, respectivamente. Esse efeito é responsável pela arenosidade em margarinas produzidas com estas misturas. Outro exemplo é verificado na mistura de uma fração de óleo de palma interesterificada (com cerca de 66% de PPO) com uma fração intermediária de óleo de palma (rica em POP) (D'Agostini, Gioielli, Ferraz,

2000; Chiu, Gioielli, 2001a). Viau e Gandemer (1991) afirmaram que a gordura de frango apresenta em sua composição principalmente triacilgliceróis do tipo: PO₂, POL, LO₂, O₃ e P₂O, onde P = ácido palmítico, O = ácido oléico, L = ácido linoléico. O triacilglicerol do tipo P₂O pode, portanto, ter levado à formação de compostos nas misturas entre gordura abdominal de frango com a gordura de toucinho. Para que a formação de compostos ocorra, são necessárias as seguintes condições: a) mistura de triacilgliceróis mono-insaturados simétricos e assimétricos; b) triacilgliceróis simétricos contendo somente um tipo de ácido graxo saturado; c) triacilgliceróis assimétricos contendo dois ácidos graxos saturados diferentes, desde que o ácido comum a ambos acilgliceróis esteja na posição sn-2. Quando estas condições ocorrem, as cadeias de ácidos graxos empacotam formando três ácidos idênticos lado a lado (Timms, 1984). De acordo com D'Agostini, Gioielli e Ferraz, (2000) as interações que ocorrem entre os triacilgliceróis nas misturas binárias e ternárias de óleos e gorduras são os principais fatores que influenciam o comportamento de gorduras quanto a sua fusão e cristalização.

O nível de significância encontrado para os modelos foi > 99%. Pela Tabela VII, pode ser observado que a variação das respostas ($R^2 = 0,990$ a $0,996$) pode ser explicada pelas regressões múltiplas, indicando excelente ajuste do modelo aos dados experimentais.

TABELA VII - Coeficientes calculados por regressão múltipla a partir dos resultados experimentais da firmeza e da energia de penetração das misturas binárias de gordura de frango com gordura de toucinho.

RESULTADOS	COEFICIENTES			
	β_1	β_2	β_{12}	R^2
FIRMEZA A				
10 ^o C	0,198	0,146	0,179	0,996
15 ^o C	0,028	0,063	0,835	0,990
ENERGIA DE PENETRAÇÃO A				
10 ^o C	0,812	0,584	0,667	0,996
15 ^o C	0,122	0,264	0,400	0,994

5.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSEN, A. J. C. WILLIAMS, P.N. *Margarine*. 2.ed. Oxford: Pergamon Press, 1965. p.21-160.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE FRANGO (A.B.E.F.). *Estatísticas: produção mensal brasileira de aves, histórico do consumo brasileiro de carne de frango, exportações mensais brasileiras de frango*. [Online] Available: <http://www.abef.com.br> [April 27, 2001].
- BERGER, K.G., JEWELL, G.G., POLLITT, R.J.M. Oils and fats. In: VAUGHAN, J.G. *Food microscopy*. London: Academic Press, 1979. p. 445-497.
- BIRKER, P.J.M.W.L., PADLEY, F.B. Physical properties of fats and oils. In: HAMILTON, R.J., BHATI, A., eds. *Recent advances in chemistry and technology of fats and oils*. London: Elsevier, 1987. p.1-11.
- BUCHALLA, L. M. *Frango Sertanejo LTDA*. Guapiaçu-SP. 1999. [Comunicação Pessoal]

- CHAWLA, P., DEMAN, J.M. Effect of temperature cycling on the crystalline form, size and textural properties of shortening fats. *J.Texture Stud.*, v.25, n.2, p. 151-162, 1994
- CHIU, M. C., GIOIELLI, L. A. Fraccionamiento de la grasa abdominal de pollo. *Grasas y Aceites*, 2001. (submetido para publicação)
- CHIU, M. C., GIOIELLI, L. A. Consistência da gordura abdominal de frango, de suas estearinas e de suas misturas binárias com toucinho. *Rev. Bras. Ciênc. Farm.*, 2001a. (submetido para publicação)
- CHIU, M. C., GIOIELLI, L. A. Propriedades físico-químicas das misturas de gordura abdominal de frango, suas estearinas e gordura de toucinho. *Rev. Bras. Ciênc. Farm.*, v.36, supl.1, p.41, 2000.
- D'AGOSTINI, D., FERRAZ, R.C., GIOIELLI, L.A. Consistência de misturas binárias e ternárias de gorduras de palma, palmiste e triacilgliceróis de cadeia média. *Rev. Bras. Ciênc. Farm.*, v.36, n.1, p.147-155, 2000.
- DAVEY, K.R. Temperature dependence of flow for plastic fats from penetration data. *J Texture Stud.*, v.19, n.4, p.397-405, 1989.
- DEMAN, J. M., DOBBS, J.E., SHERMAN, P. Spreadability of butter and margarine. In: SHERMAN, P., ed. *Food texture and rheology*. London.: Academic Press, 1979. p. 43-54.
- DEMAN, J.M., BEERS, A. M. Fat crystal networks: structure and rheological properties. *J. Texture Stud.*, v.18, n.4, p.303-318, 1988.
- DEMAN, J.M., DEMAN, L., BLACKMAN, B. Melting point determination of fat products. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, v.60, n.1, p. 91-94, 1983
- DOTSON, K. Renders seeking to recapture. *Inform*, v.3, n.2, p.152-165, 1992.
- GARANTIA da qualidade. *Perdigão Agroindustrial S.A. Abatedouro de Aves*, Unidade Videira, Santa Catarina, 2000. [Comunicação Pessoal]
- GREENWELL, B. A. Chilling and crystallization of shortenings and margarines. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, v.58, n.3, p. 206-207, 1981.

- HAIGHTON, A.J. The measurement of the hardness of margarine and fats cone penetrometers. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, v.36, n.8, p. 345-348, 1959.
- HARE, L.B. Mixture designs applied to food formulation. *Food Technol.*, v.28, n.3, p.50-62, 1974.
- HOFFMANN, G. *The chemistry and technology of edible oils and fats and their fat products*. London: Academic Press, 1989. p. 201-338.
- LANNES, S.C. S., GIOIELLI, L.A. Misturas entre manteiga de cacau e sucedâneos comerciais: Estudo de diagramas de curvas iso-sólidas e de iso-consistência. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v.15, n.2, p.132-137, 1995.
- LEE K. T., FOGLIA T. A. - Fractionation of chicken fat triacylglycerols: Synthesis of structured lipids with immobilized lipases. *J. Food Science*, v.65, n.5, p.826-831, 2000.
- LUCISANO, M., CASIRAGHI, E., POMPEI, C. Optimization of the instrument method for the evaluation of spreadability. *J. Texture Stud.*, v. 20, p. 301-315, 1989.
- NAWAR, W.W. Lipids. In: FENNEMA, O.R., ed. *Food Chemistry*, 2ed. New York: Marcel Dekker, 1985. p. 139-244.
- POMERANZ, Y., MELOAN, C.E. *Food Analysis: Theory and practice*. 2.ed. New York: Chapman & Hall, 1994. p. 449-487.
- RAVEN, T., JOHNSON, B. T. The use of the TA-XT2 texture analyzer to quantify the staling effect of various bakery products. In: CARTER, R.E. ed. *Rheology of food, pharmaceutical and biological material with general rheology*. London: Elsevier, 1990. p. 133-143.
- SEGURA, J. A., HERRERA, M.L., ANON, M.C. Margarines: a rheological study. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, v. 72, n. 3, p.375-378, 1995.
- SIMÕES, I.S., GIOIELLI, L.A. Propriedades de textura de misturas de gorduras hidrogenadas e óleo de soja. *Farmácia & Química*, v.33, n.1, p.6-16, 2000.

- SOTERO SOLIS, V.E., GIOIELLI, L. A. Propiedades de textura y coeficiente de flujo de las mezclas de aceite de castaña de Brasil y sus grasas hidrogenadas antes y después de la interesterificación. *Alimentaria*, v.37, n.318, p. 35-40, 2000.
- STERN, P. Study of rheological properties of margarine. *J.Am. Oil Chem. Soc.*, v. 50, n. 10, p. 644-647, 1976.
- TIMMS, R.E. Phase behaviour of fats and their mixtures. *Prog. Lipid Res.*, v.23, n.1, p.1-38, 1984.
- VIAU, M., GANDEMER, G. Principales caractéristiques de composition des graisses de volaille. *Rev. Fr. Corps Gras.*, v.38, n.5-6, p.171-177, 1991.
- WEISS, T.J. – *Food oils and their uses*. 2. ed. Westport: AVI, 1983. p.53-56.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo auxílio financeiro e pelas bolsas concedidas aos autores.

6. DISTRIBUIÇÃO ESTÉREOESPECÍFICA DA GORDURA ABDOMINAL DE FRANGO E DE SUAS FRAÇÕES, E DA GORDURA DE TOUCINHO

6. DISTRIBUIÇÃO ESTÉREOESPECÍFICA DA GORDURA ABDOMINAL DE FRANGO E DE SUAS FRAÇÕES, E DA GORDURA DE TOUCINHO

6.1. INTRODUÇÃO

A distribuição de ácidos graxos entre as posições sn-1,3 e sn-2 nos triacilgliceróis dos tecidos adiposo e ósseo de humanos e animais não é randomizada. A distribuição entre a posição 2 e as posições 1,3 parecem estar governadas pelo comprimento da cadeia e pelo grau de insaturação. Os ácidos graxos de cadeia mais curta e mais insaturados mostram uma grande tendência para ocupar a posição 2 do triacilglicerol. Embora esta regra esteja presente em todos os animais, exceto nos suínos, a distribuição de cada ácido graxo na posição 2 é evidentemente diferente entre as espécies animais, possivelmente devido às diferentes propriedades das enzimas que estão envolvidas na digestão e na reconstrução de triacilgliceróis a partir de substratos monoacilgliceróis e ácidos graxos livres (KAGAWA et al., 1996).

DECKER (1996) estudou o papel das posições estéreo específicas de ácidos graxos saturados sobre a nutrição lipídica. Os ácidos graxos saturados nas posições sn-1 e sn-3 dos triacilgliceróis podem exibir diferentes padrões metabólicos devido a sua baixa absorção. Isto significa que dietas a base de gorduras contendo ácidos graxos saturados primariamente nas posições sn-1 e na sn-3 (tais como: manteiga de cacau, óleo de coco e óleo de palma) podem apresentar conseqüências biológicas muito diferentes das gorduras nas quais os ácidos graxos saturados estão primariamente na posição sn-2 (tais como a gordura do leite e a banha ou toucinho). Diferenças na localização estéreo específica de ácidos graxos devem, por essa razão, ser uma importante consideração no planejamento e interpretação de estudos em nutrição lipídica e na produção de produtos alimentícios especiais.

A hidrólise enzimática de triacilgliceróis através da lipase pancreática é uma técnica utilizada para obter 2-monoacilgliceróis. A análise da composição em ácidos graxos da posição sn-2 dos triacilgliceróis, após a hidrólise pela lipase, é geralmente empregada para avaliar a distribuição posicional dos ácidos graxos. A composição em

ácidos graxos da posição sn-2 é obtida pela desacilação com lipase pancreática dos triacilgliceróis totais (MANSOUR & SINCLAIR, 1993). A enzima lipase pancreática é conhecida por hidrolizar rapidamente ácidos graxos presentes nas posições 1 e 3 dos triacilgliceróis, reagindo muito fracamente com os ácidos graxos da posição 2. A velocidade de hidrólise por esta enzima depende do comprimento da cadeia e do grau de insaturação dos ácidos graxos (KAGAWA et al., 1996).

GUNSTONE et al. (1986) e GUNSTONE (1996) apresentaram a distribuição estéreo-específica dos ácidos graxos da gordura de frango. Os resultados mostraram a preferência dos ácidos graxos oléico e linoléico pela posição sn-2 do glicerol. Por outro lado, os ácidos graxos palmítico, palmitoléico e esteárico apresentaram tendências pelas posições sn-1 e sn-3.

A produção e o consumo de carne de aves têm aumentado consideravelmente ao redor do mundo, uma vez que esta fonte protéica tornou-se uma das mais baratas na atualidade e, certamente, a mais econômica entre as proteínas cárneas. Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), o Brasil se mantém como o segundo maior produtor mundial de carne de frango. A avicultura brasileira registrou um crescimento surpreendente nos últimos anos, com a produção total de carne de frango chegando ao redor de 5,526 milhões de toneladas em 2000 (A.B.E.F, 2001). A gordura abdominal corresponde a aproximadamente 2 a 2,5% do peso total do frango abatido (CHIU & GIOIELLI, 2001; BUCHALLA, 1999; GARANTIA DA QUALIDADE, 2000). Devido à elevada produção de frango, a gordura abdominal desta ave normalmente é destinada à fabricação de ração animal (CHIU & GIOIELLI, 2001). De acordo com LEE & FOGLIA (2000) a gordura de frango contém cerca de 60% de ácidos graxos insaturados. CHIU & GIOIELLI (2001) encontraram aproximadamente 67,2% desta categoria de ácidos graxos, caracterizando, portanto, uma gordura altamente insaturada quando comparada ao sebo bovino.

O objetivo deste trabalho foi verificar a distribuição posicional dos ácidos graxos na gordura abdominal de frango e suas frações estearinas e oleínas, bem como na gordura de toucinho.

6.2. MATERIAL

Foram utilizadas amostras brutas de gordura abdominal de frango de diferentes raças comerciais, gentilmente fornecidas por microempresas, e gordura de toucinho (retirada do toucinho e a seguir fundida). Para a hidrólise foi utilizada a enzima lipase pancreática de suínos (Tipo II, crua) da empresa Sigma.

6.3. MÉTODOS

6.3.1. Fracionamento

Foi realizado o fracionamento da gordura de frango por cristalização a seco às temperaturas de 17,5°C e 20°C, obedecendo-se as seguintes etapas:

- As amostras de gordura foram inicialmente fundidas em forno de microondas até a temperatura de 70°C, para assegurar a completa fusão dos cristais. Posteriormente, as amostras foram homogeneizadas e a seguir colocadas em estufa à temperatura de fracionamento.

- Após 24 horas a gordura parcialmente cristalizada foi filtrada em papel de filtro sob pressão reduzida para separação das frações líquida (oleína) e sólida (estearina).

6.3.2. Hidrólise enzimática

Foram realizados testes de hidrólise enzimática com lipase pancreática para determinação do tempo necessário de incubação para se atingir cerca de 60% de hidrólise. Para o lote de enzima utilizado, este tempo foi de 30 minutos, à temperatura de 40°C. Após a hidrólise, a técnica envolveu a separação dos ácidos graxos presentes na posição sn-2 por cromatografia em camada delgada (CCD) e foi realizada conforme metodologia descrita por CHRISTIE (1982). A banda referente aos sn-2 monoacilgliceróis foi isolada e a composição em ácidos graxos determinada por cromatografia gasosa. Esta foi realizada segundo condições descritas anteriormente, utilizando coluna capilar (D'AGOSTINI et al., 2000, SOTERO SOLIS et al., 2000). A

partir dos resultados obtidos foram calculados os grupos de triacilgliceróis das amostras, utilizando as teorias de distribuição 1,3-random 2-random para as gorduras naturais.

6.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para a composição em ácidos graxos da gordura de frango (Tabela I) mostraram-se compatíveis com a literatura consultada. As pequenas diferenças provavelmente são devidas a fatores intrínsecos às aves, tais como: idade, sexo, raça, tipo de alimentação, clima e o tipo de tecido adiposo analisado (KAGAWA et al, 1996, ORTHOEFER, 1996, STAUFFER, 1996, VIZCARRONDO et al., 1998, CHIU & GIOIELLI, 2001a). Os resultados obtidos para o mesmo parâmetro acima mencionado, para a gordura de toucinho, mostraram-se de acordo com a literatura pesquisada (GUNSTONE et al., 1986; ROSSEL, 1986; LAWSON, 1995, LOVE, 1996; STAUFFER, 1996). Da mesma forma, a composição em ácidos graxos da gordura de toucinho varia de acordo com a alimentação, origem, espécie, e localização da gordura presente no suíno (GUNSTONE et al, 1986, ENSER, 2000). Esta gordura contém quantidades consideráveis dos ácidos palmítico, esteárico, oléico e linoléico, e menores quantidades dos ácidos mirístico, palmitoléico e linolênico. Sua composição em triacilgliceróis compreende 7% de trissaturados e 30% de dissaturados. Quando comparada ao sebo bovino, a gordura de toucinho apresenta maior quantidade de triacilgliceróis com duas duplas ligações e de triacilgliceróis com três duplas ligações. Animais não-ruminantes como os suínos incorporam rapidamente os ácidos graxos insaturados da dieta em seus depósitos tissulares de gordura (LOVE, 1996). Devido a este comportamento metabólico, a gordura de toucinho apresenta elevados índices de ácidos graxos insaturados como o ácido oléico (47,1%).

TABELA I - Composição em ácidos graxos da gordura de frango e suas frações, e da gordura de toucinho

ÁCIDOS GRAXOS (%)	AMOSTRAS					
	Estearina a 17,5°C	Estearina a 20°C	Oleína a 17,5°C	Oleína a 20°C	Gordura de Frango	Gordura de Toucinho
14:0	0,8	0,7	0,4	0,7	0,9	1,4
16:0	32,9	33,9	23,5	24,1	26,4	23,5
16:1	6,3	6,0	8,0	7,9	7,3	2,3
18:0	8,5	9,3	5,0	5,3	5,5	10,8
18:1	35,2	34,3	42,4	42,0	37,5	47,1
18:2	15,3	14,7	19,5	18,8	21,2	14,3
18:3	1,0	1,0	1,2	1,1	1,2	0,6

A Tabela II mostra a composição em ácidos graxos na posição sn-2 (%) das amostras. O ácido oléico predominou na posição sn-2 da gordura de frango (44,3%), na oleína a 20°C (56,5%), na oleína a 17,5°C (59,1%) e na estearina a 17,5°C (42,4%). A única exceção foi para a estearina a 20°C, onde houve predominância do ácido palmítico com 35,6%, seguido do ácido oléico com 31,3%. A composição encontrada para os ácidos graxos na posição sn-2 para a gordura abdominal de frango analisada apresentou valores similares aos encontrados por GUNSTONE et al., (1986), CHRISTIE, (1986), VIAU & GANDEMER, (1991) e por GUNSTONE (1996).

GUNSTONE et al. (1986) apresentaram a distribuição estéreo-específica dos ácidos graxos da gordura de frango. Os resultados mostraram a preferência dos ácidos graxos oléico e linoléico pela posição sn-2 do glicerol. Por outro lado, os ácidos palmítico, palmitoléico e esteárico apresentaram tendências pelas posições sn-1 e sn-3. LEE & FOGLIA (2000a) pesquisaram a síntese, purificação e caracterização de lipídios estruturados, produzidos a partir de gordura de frango e ácido caprílico, empregando a técnica de ressonância nuclear magnética ^{13}C para a determinação da análise posicional dos ácidos graxos nos triacilgliceróis. Estes autores relataram que, para a gordura de frango, 61 e 76% dos grupos acil insaturados estão localizados nas posições sn-1,3 e sn-2, respectivamente.

Na gordura de toucinho, o ácido palmítico predominou na posição sn-2 (75,1%), estando de acordo com a literatura consultada (CHRISTIE, 1986, GUNSTONE et al. (1986), HOFFMAN, 1989, ENSER, 1995). Nesta gordura, o ácido palmítico está preferencialmente esterificado na posição sn-2, o ácido esteárico na posição sn-1 e os ácidos oléico e linoléico na posição sn-3. Já no sebo bovino o ácido oléico ocupa principalmente a posição sn-2. Com isso, a cristalização do toucinho ocorre na forma β , enquanto que o sebo bovino cristaliza na forma β' (ENSER, 1995). Os ácidos graxos de cadeia mais curta e mais insaturados mostram grande tendência para ocupar a posição sn-2 do triacilglicerol. Esta regra é válida para a maioria das gorduras animais. A distribuição de cada ácido graxo na posição sn-2 é evidentemente variável entre as espécies animais, possivelmente devido às diferentes propriedades das enzimas que estão envolvidas na digestão e na reconstrução de triacilgliceróis a partir de substratos monoacilgliceróis e ácidos graxos livres (KAGAWA et al., 1996).

De acordo com KRITCHEVSKY et al. (2000) o aumento do teor de ácido palmítico na posição sn-2 do triacilglicerol incrementa as propriedades aterogênicas da gordura. Este efeito tem sido observado com o toucinho, sebo e com os óleos de algodão e de palma.

DECKER (1996) estudou o papel das posições estereoespecíficas de ácidos graxos saturados sobre a nutrição lipídica. Os ácidos graxos saturados nas posições sn-1 e sn-3 dos triacilgliceróis podem exibir diferentes padrões metabólicos devido a sua baixa absorção. Isto significa que dietas a base de gorduras contendo ácidos graxos saturados primariamente nas posições sn-1 e sn-3, tais como manteiga de cacau, óleo de coco e óleo de palma podem apresentar conseqüências biológicas muito diferentes das gorduras nas quais os ácidos graxos saturados estão primariamente na posição sn-2, tais como a gordura do leite e a banha ou toucinho. Diferenças na localização estereoespecífica de ácidos graxos devem, por essa razão, ser uma importante consideração no planejamento e interpretação de estudos em nutrição lipídica e na produção de produtos alimentícios especiais.

TABELA II - Composição em ácidos graxos nas posições sn-2 e sn-1,3 (%) da gordura de frango e suas frações, e da gordura de toucinho.

ÁCIDOS GRAXOS	POSIÇÃO (sn-)	AMOSTRAS (%)					
		Estearina a 17,5°C	Estearina a 20°C	Oleína a 17,5°C	Oleína a 20°C	Gordura de Frango	Gordura de Toucinho
16:0	1 e 3	33,1	33,1	26,5	23,7	28,2	-
	2	32,2	35,6	17,6	24,9	22,9	75,1
18:0	1 e 3	5,1	7,1	4,7	4,0	5,2	14,6
	2	15,4	13,7	5,7	7,9	6,1	3,2
16:1	1 e 3	7,5	7,3	8,8	8,9	7,9	2,1
	2	4,0	3,5	6,4	5,9	6,1	2,7
18:1	1 e 3	31,6	35,8	34,1	34,8	34,1	64,8
	2	42,4	31,3	59,1	56,5	44,3	11,8
18:2	1 e 3	20,9	16,9	24,2	26,5	22,5	20,2
	2	4,2	10,4	10,1	3,5	18,7	2,5

A Tabela III mostra a composição percentual calculada dos grupos de triacilgliceróis. A soma dos valores de trissaturados (SSS) e de dissaturados (SSI, SIS) das estearinas a 17,5°C e a 20°C (38,4 e 40,8%, respectivamente), podem ser responsáveis pelos elevados valores de seus pontos de fusão, consistência e conteúdo de gordura sólida. A soma dos valores de triinsaturados (III) e diinsaturados (SII, ISI) das oleínas a 17,5°C e a 20°C (79,7 e 78,4%, respectivamente), causa baixos valores de ponto de fusão, consistência e conteúdo de gordura sólida para estas frações. A gordura abdominal de frango apresentou 3,5% de trissaturados (SSS), valor comparável ao resultado obtido por VIAU & GANDEMER (1991) para esta mesma gordura, que relataram um valor de 3% de triacilgliceróis trissaturados. Portanto, isto explica a baixa proporção de gordura sólida à temperatura ambiente da gordura de frango (3% - 10% a 20°C). VIAU & GANDEMER (1991) afirmaram que a gordura de frango apresenta em sua composição principalmente triacilgliceróis do tipo: PO₂, POL, LO₂, O₃ e P₂O, onde P = ácido palmítico, O = ácido oléico, L = ácido linoléico.

A gordura de toucinho apresentou grande quantidade de triacilgliceróis do

grupo ISI (63,8%), evidenciando a preferência do ácido palmítico pela posição sn-2. De acordo com HOFFMANN (1989) esta gordura contém, entre outros triacilgliceróis, quantidades relativamente elevadas de 2-palmito-oleoestearina e de 2-oleo-palmitoestearina, contudo em proporção relativa de 8:1. Estes triacilgliceróis são os de maior ponto de fusão e, durante o armazenamento, a mistura dos dois produz cristais grandes e compactos do tipo polimórfico β , que são responsáveis pela estrutura arenosa. Com a interesterificação, a proporção destes dois triacilgliceróis é reduzida para 2:1, e a mistura de cristais formada apresenta tendência reduzida de formar textura arenosa. PODMORE (1987) constatou por análise estrutural de triacilgliceróis da gordura suína que há predominância de triacilgliceróis assimétricos do tipo OPS, com o ácido palmítico ocupando a posição 2, que leva à maior formação de cristais do tipo β .

TABELA III - Composição percentual calculada dos grupos de triacilgliceróis na gordura de frango e suas frações, e da gordura de toucinho.

Fração	AMOSTRAS					
	Estearina a 17,5°C	Estearina a 20°C	Oleína a 17,5°C	Oleína a 20°C	Gordura de Frango	Gordura de Toucinho
SSS	7,4	8,3	2,4	2,7	3,5	1,2
SSI	23,2	24,4	10,4	13,8	13,6	17,8
SII	24,4	23,8	32,4	26,6	31,4	3,8
III	19,1	17,5	35,8	34,1	30,3	13,3
SIS	7,8	8,1	7,4	5,2	8,1	0,3
ISI	18,1	17,9	11,5	17,7	13,2	63,8

6.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE FRANGO (A.B.E.F.).
Estatísticas: produção mensal brasileira de aves, histórico do consumo brasileiro de carne de frango, exportações mensais brasileiras de frango.[On-line]Available:<http://www.abef.com.br>[April 27,2001].
- BUCHALLA, L. M. *Frango Sertanejo LTDA*. Guapiaçu-SP. 1999. [Comunicação Pessoal]
- CHIU, M. C., GIOIELLI, L. A. Fraccionamiento de la grasa abdominal de pollo. *Grasas y Aceites*, 2001. (submetido para publicação)
- CHIU, M. C., GIOIELLI, L.A. Conteúdo de gordura sólida da gordura abdominal de frango, de suas estearinas e de suas misturas binárias com toucinho. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 2001a. (prelo)
- CHRISTIE W. W. *Lipid Analysis*. Oxford: Pergamon Press, 2nd Ed., Hannah Research Institute, Ayr, Scotland, 1982. p. 155-166.
- CHRISTIE W. W. The positional distribution of fatty acids in triglycerides. In: HAMILTON, R. J., ROSSEL, J. B., eds. *Analysis of oils and fats*. London: Elsevier Applied Science, 1986. p.313-339.
- D'AGOSTINI, D.; FERRAZ, R.C.; GIOIELLI, L.A. Consistência de misturas binárias e ternárias de gorduras de palma, palmiste e triacilgliceróis de cadeia média. *Rev. Bras. Ciên. Farm.*, São Paulo, v.36, n.1, p.147-155, 2000.
- DECKER, E.A. The role of stereospecific saturated fatty acid positions on lipid nutrition. *Nutrition Reviews*, Int Life Sciences Inst, Lawrence, v.54, n.4, p.108-110, Part 1 (Review), Apr, 1996.
- ENSER, M. Meat lipids. In: Hamilton R. J., ed. *Developments in oils and fats*. 1. ed. London: Chapman & Hall, 1995, p.1-31.
- *ENSER, M., RICHARDSON, R. I., WOOD, J. D., GILL, B. P., SHEARD, P. R. Feeding linseed to increase the *n-3* PUFA of pork: fatty acid composition of muscle, adipose tissue, liver and sausages. *Meat Science*. Elsevier, v. 55, p. 201-212, 2000.

- GARANTIA DA QUALIDADE. *Perdigão Agroindustrial S.A. Abatedouro de Aves*, Unidade Videira, Santa Catarina, 2000. [comunicação pessoal]
- GUNSTONE, F.D. *Fatty acid and lipid chemistry*. 1 ed. London: Chapman & Hall, 1996. 252p.
- GUNSTONE, F.D., HARWOOD, J.L., PADLEY, F.B. *The lipid handbook*. Cambridge: The University Press, 1986. p.113-129.
- HOFFMANN, G. *The chemistry and technology of edible oils and fats and their high fat products*. London: Academic Press, 1989c. p.201-277.
- *KAGAWA, M.; MATSUBARA, K.; KIMURA, K.; SHIONO, H.; FUKUI, Y. Species identification by the positional analysis of fatty acid composition in triacylglycerides of adipose and bone tissues. *Forensic Science International*. Elsevier, v. 79, p. 215-226, 1996.
- KRITCHEVSKY, D.; TEPPER, S.A.; CHEN, S.C.; MEIJER, G.W.; KRAUSS, R.M. Cholesterol vehicle in experimental atherosclerosis. 23. Effects of specific synthetic triglycerides. *Lipids*, Champaign, v.35, n.6, p.621-625, 2000.
- LAWSON, H. *Food oils and fats*. New York: Chapman and Hall, 1995, p.12.
- LEE K. T., FOGLIA T. A. - Fractionation of chicken fat triacylglycerols: Synthesis of structured lipids with immobilized lipases. *J. Food Sci.*, Chicago, v.65, n.5, p.826-831, 2000.
- LEE K. T., FOGLIA T. A. - Synthesis, purification, and characterization of structured lipids produced from chicken fat. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.77, n.10, p.1027-1034, 2000a.
- LOVE, J. A. Animal fats. In: Hui, Y. H., ed. *Bailey's industrial oil and fat products*. 5. ed. New York: Wiley, 1996. v.1, p.1-18.
- MANSOUR, M. P; SINCLAIR, A.J. The trans fatty acid and positional (sn-2) fatty acid composition of some Australian margarines, dairy blends and animal fats. *Asia Pacific J. of Clin. Nutr.*, Geelong, v.2, n.4, p.155-163, 1993.
- ORTHOEFER, F. T. Vegetable oils. In: Hui, Y. H., ed. *Bailey's industrial oil and fat products*. 5. ed. New York: Wiley, 1996. v.1, p.19-44.

- PODMORE, J. Application of modification techniques. In: HAMILTON, R.J., BHATI, A., eds. *Recent advances in chemistry and technology of fats and oils*. London: Elsevier, 1987. p.167-181.
- ROSSEL, J. B. Classical analysis of oils and fats. In: HAMILTON, R. J., ROSSEL, J. B., eds. *Analysis of oils and fats*. London: Elsevier Applied Science, 1986. p.1-90.
- SOTERO SOLIS, V.E., GIOIELLI, L. A., POLAKIEWICZ, B. Mezclas binarias y ternarias del aceite y grasa hidrogenada de la castaña de Brasil (*Bertholletia excelsa*). *Grasas y Aceites*, Seville, v.51, n.6, p.405-411, 2000.
- STAUFFER, C. E. *Fats and Oils*, St. Paul, Eagan Press, 1996. p.19-43.
- VIAU, M., GANDEMER, G. Principales caractéristiques de composition des graisses de volaille. *Rev. Fr. Corps Gras.*, v.38, n.5-6, p.171-177, 1991.
- VIZCARRONDO, C.A., DE PADILLA, F.C., MARTIN, E. Fatty acid composition of beef, pork, and poultry fresh cuts, and some of their processed products. *Arch. Latin. Amer. Nutr.*, Caracas, v.48, n.4, p.354-358, 1998.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo auxílio financeiro e pelas bolsas concedidas aos autores.

7. CONCLUSÕES

O alto rendimento das oleínas da gordura abdominal de frango sugere a possibilidade de aplicação destas frações como óleo para frituras, dietas ricas em AGMI e para a produção de lipídios estruturados. Suas estearinas podem ser utilizadas como componentes na fabricação de gorduras para aplicação em pastelaria, margarinas para massas folhadas e caldos desidratados.

A consistência e o conteúdo de gordura sólida das misturas binárias dependeram de todas as frações utilizadas. Os coeficientes negativos para a consistência e para o conteúdo de gordura sólida demonstraram um efeito antagônico, característico das interações eutéticas entre gorduras. No caso da consistência, este efeito ocorreu com as misturas binárias das estearinas com a gordura de toucinho, enquanto que para o conteúdo de gordura sólida este mesmo efeito ocorreu em todas as misturas na faixa de 20 a 35°C. Os coeficientes positivos para a consistência demonstraram um efeito sinérgico, caracterizando a chamada formação de compostos entre misturas de gorduras, que foi observado com a mistura binária da gordura abdominal de frango com a gordura de toucinho. Para o conteúdo de gordura sólida foi observada a formação de compostos em todas as misturas à temperatura de 10°C.

A firmeza e a energia de penetração das misturas binárias dependeram da gordura abdominal de frango e da gordura de toucinho. Foi observado um efeito sinérgico, caracterizando a chamada formação de compostos.

Houve preferência do ácido oléico pela posição sn-2 para a gordura de frango e suas oleínas. Para a gordura de toucinho, o ácido palmítico mostrou alta preferência pela posição sn-2. Para as estearinas da gordura de frango, também houve preferência do ácido palmítico pela posição central do glicerol.