

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS E AGRÍCOLA

AVALIAÇÃO SENSORIAL E REOLÓGICA DE
CARNE DE AVES.

*Influência da congelação e da su-
plementação alimentar com lecitina
de soja sobre a textura.*

Maria Amélia Chaib Moraes
Eng^a. Tecnolóloga de Alimentos

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Thiel S. Schneider

Tese de doutoramento, apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

A
meu esposo, minha mãe e irmãos
dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao

Professor Thiel Schwartz Schneider
pela orientação segura, invulgar dedicação
e apoio efetivo para o desenvolvimento
deste trabalho.

Ao

Professor José Christovam Santos
pelo incansável desvelo na revisão e
incentivo na condução deste estudo.

Ao

Professor André Tosello, Diretor da F.E.A.
pela oportunidade e permanente estímulo
na realização deste trabalho.

À

Professora Ruth dos Santos Garruti
pela participação e auxílio no desenvolvimento da
parte experimental desta tese.

Ao

Professor Achilles Piedrabueno
pelo apoio e sugestão na parte
estatística.

À

Maria Lúcia Soares
pelo trabalho realizado na análise estatística
dos dados.

À

*Equipe de funcionários do Laboratório de
Análise Sensorial da FEA* pela colaboração.

À

Granja Experimental Duratex S/A
pela colaboração e fornecimento da matéria
prima utilizada em nossas experiências.

Ao

Abatedouro "Sociedade Avícola de Louveira"
pela compreensão demonstrada e auxílio pres-
tado no processamento da matéria prima.

A EXPRESSÃO DO NOSSO PROFUNDO RECONHECIMENTO.

Í N D I C E

	página
RESUMO	i
SUMMARY	iii
I - INTRODUÇÃO	1
II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
III - MATERIAL E MÉTODOS	66
IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO	86
V - CONCLUSÕES	124
VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126

R E S U M O

O presente trabalho foi planejado visando verificar os efeitos de adição de lecitina de soja à ração de frangos e sua influência sobre a textura de carne congelada e não congelada (de peito e de coxas). Por outro lado, procurou-se estabelecer paralelos entre dois métodos objetivos e dois subjetivos de avaliação de textura e correlacionar processos e métodos entre si.

Foram empregados cento e quarenta e quatro frangos, cuja vida foi controlada desde o nascimento e que foram alimentados com ração adicionada de diferentes porcentagens de lecitina de soja. Aos cinquenta e seis dias, os frangos foram abatidos, sendo uma parte do lote congelada e a outra não.

Os recortes das carcaças (peito e coxas) foram preparados em forno a 180°C e sua avaliação foi feita sensorialmente, aplicando-se o processo do número de mastigadas e a prova de textura por uma equipe de provadores adredeamente treinada. O exame objetivo foi feito no "Warner Bratzler Shear" e no "Instron Universal Testing Machine".

Os resultados alcançados podem ser assim resumidos:

- a) As aves que receberam maior porcentagem de lecitina de soja na ração, apresentaram uma carne mais tenra e também com maior porcentagem de gordura;

- b) A congelação da carne a -22°C , pouca influência teve sobre sua textura tendo, todavia, revelado maior perda de peso durante o preparo em forno a 180°C ;
- c) A chamada carne branca (de peito) revelou-se mais tenra - que a carne escura (de coxas);
- d) Tanto as medidas sensorias como as reológicas, mostraram--se viáveis, tendo apresentado boa correlação entre si, o que sugere a possibilidade do emprego indistinto de qual - quer uma delas, tendo-se, todavia, a considerar o elevado - custo de um dos aparelhos testados: o "Instron Universal - Testing Machine".
- e) Países mais carentes de recurso e com avicultura incipien - te, poderão encontrar neste trabalho sugestões para o con - trole de qualidade das carnes de ave através do emprego de processos simples e bastante econômicos.

S U M M A R Y

The aim of this work was to test the effect of the addition of soybean lecithin to chicken feed and its influence on the texture of frozen and non-frozen meat (breast and thighs) At the same time, the investigation sought to establish comparison between two objective methods and two subjective methods of texture evaluation and to correlate processes and methods between them.

One hundred and forty-four chicken were used. Their lives were controlled from birth, and they were fed rations with addition of different percentages of soybean lecithin. At fifty-six days, the chicken were slaughtered, one part of the lot being frozen and the other not.

The cut pieces (breast and thighs) were prepared in the oven at 180°C and evaluated by sensory analysis applying the procedure of chew counts and a texture test by a team of testers trained for this purpose. The objective examination was made in a "Warner Bratzler Shear" and an "Instron Universal Testing Machine".

The results achieved can be summarized thus:

- a) The chicken which received greater percentages of soybean lecithin in their rations exhibited a more tender meat -

and also one with a higher percentage of fat;

- b) Freezing of the meat at -22°C had little effect on its texture, causing, however, greater loss of weight during preparation in the oven;
- c) The so-called white meat (of the chicken breast) was shown to be more tender than the dark meat (of the thighs);
- d) Both the sensory and rheological measurements were shown to be viable, exhibiting good correlation between them, which suggests the possibility of freedom to use either, yet considering the high cost of one apparatus, the "Instron Universal Testing Machine".
- e) Less developed countries with a growing poultry raising industry can find suggestions in this work for the quality control of poultry meat by the use of simple and inexpensive processes.

I - INTRODUÇÃO

A análise da escala zoológica mostra que os mamíferos representados pelos vertebrados são os mais evoluídos. Estes apresentam, entre outras, importantes particularidades quanto às qualidades sensoriais de suas carnes, sendo que as aves, que vem assumindo papel de acentuada importância na alimentação humana, também já figuram como expressivos fornecedores de carne, cujas características, no que respeita à textura, vêm sendo objeto de estudos e pesquisas cada vez mais intensas.

Admite-se que a ave assinalou a sua origem na Terra com o aparecimento, a cerca de 150 milhões de anos atrás, da primeira criatura alada, conhecida como Archaeopteryx. Provavelmente outras criaturas que se assemelham às aves possam ter existido, mas a Archaeopteryx é a primeira de que se tem uma confirmação definitiva.

O habitat desta ave primitiva, acreditam os arqueologistas, tenha sido a Índia, de onde três espécimens diferentes de aves vieram a ser conhecidos em eras mais recentes. Nossas linhagens domésticas derivam de uma dessas espécies primitivas: "a ave vermelha da floresta". As aves vermelhas da floresta foram domesticadas e reproduzidas nas pequenas vilas existentes na Índia Central.

A briga de galos foi fator importante na difusão das aves selvagens através do globo terrestre, tendo-se constituído em passa-

tempo favorito no Oeste Asiático, Java e Bornéu. Este esporte foi levado da Índia ao Bornéu, Pérsia, e, duzentos anos depois, para a Grécia. Na Europa, a briga de galos era um esporte popular na Inglaterra, onde as apostas alcançavam grandes somas de dinheiro.

Por volta de 1849, em consequência desse fato, ocorreram as primeiras exposições avícolas de importância, em Londres e em Boston.

Estas exposições também despertaram o interesse econômico pelas diversas variedades de aves, já que àquela altura diversos países já haviam desenvolvido raças com características diferentes da ancestral comum: "a ave vermelha da floresta".

Assim, a Índia tinha produzido seus galos de briga, a Itália, suas pequenas aves (Leghorns) e a Inglaterra seus galos de briga com excelente aptidão para a produção de carne (Cornish).

Daí para cá, houve uma sucessão de eventos com seleção natural ou não de aptidões, verificando-se que do Archaeopteryx para chegar ao galo de briga inglês levou-se 150 milhões de anos, e deste último ao frango de corte atual, um século. (3).

No que diz respeito ao Brasil, sabe-se que as galinhas acompanharam Pedro Álvares Cabral na sua viagem que tinha como pretendido destino às Índias, e com ele chegaram a 22 de Abril de

1500 nas terras de pau-brasil, fazendo a delícia dos gentios.
(7).

Muito embora a ave doméstica já tenha participado da mesa dos nossos descobridores, somente há menos de um quarto de século é que o Brasil descobriu o valor desta espécie animal de gran de vália como fornecedora de carne.

A despeito de se constituir numa atividade relativamente nova, a produção de aves de corte tem aumentado progressivamente, e estas já figuram com bastante assiduidade na mesa do brasileiro. Em assim sendo, parece-nos que, devido ao volume e a importância que este alimento está assumindo na substituição da carne vermelha, suas qualidades já merecem estudo mais aprofundado e considerações tecnológicas do mesmo grau das outras categorias de carne.

A galinha apresenta características peculiares que a recomendam, em casos especiais, como animal que se presta à renovação rápida de plantéis, revelando, de outra parte, grande facilidade de adaptação em todas as regiões do mundo, sendo, pois, de criação universal. Ela é capaz de transformar alimentos grosseiros, de baixo custo, e de pouca ou nenhuma aceitação pelo homem, em proteína de boa qualidade, e apresenta ainda a vantagem de grande precocidade de um ciclo vital extremamente curto (57). Assim, as raças geneticamente aperfeiçoadas, atualmente criadas, podem ser aproveitadas para alimento do homem após um ciclo de crescimento de apenas cinquenta dias na produção de carne e 150 dias na produção de ovos.

Observa-se que o frango aparece na dieta de muitos povos, como uma fonte de proteína, com frequência cada vez maior e, com exceção dos vegetarianos, poucos são aqueles que não se alimentam da carne de frango, ou que não a toleram.

Em virtude do seu alto rendimento, baixa perda durante a cocção,⁴ rápido preparo e facilidade de servir, a carne de frango é muito usada no preparo doméstico e ainda em cardápios chamados institucionais, como restaurantes, linhas de navegação aérea e marítima, escolas, hospitais e quartéis. Por outro lado, a carne de galinha é um alimento de grande uso em nutrição de crianças, adolescentes, adultos, velhos e convalescentes, bem como para atender prescrições de regimes alimentares.

Antes de 1950, no Brasil, as aves eram criadas em pequenos lotes constituindo uma atividade secundária nos empreendimentos pecuários ou empreendimentos de fundo de quintal. Somente de há poucos anos, conforme já mencionamos, esta criação passou a ser encarada como atividade realmente industrial, sob a forma de empresa organizada. A avicultura, como indústria, existe há aproximadamente vinte anos e, mesmo assim, concentrada nos Estados de maior densidade populacional, como São Paulo, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Minas Gerais. Em 1973, a produção avícola ocupou o terceiro lugar entre os produtos da agropecuária do Estado de São Paulo, sendo superada apenas pelo café e pela carne bovina, deixando para trás, produtos tradicionais como a cana-de-açúcar, o milho e o leite. Foi com suas 207 mil toneladas de carne de frango e 340

milhões de dúzias de ovos, que a avicultura proporcionou mais de 10% da renda total dos produtos vegetais e animais do Estado de São Paulo, transformando-se no terceiro poder da agropecuária paulista.

Em 1975, a avicultura teve sua capacidade de produção ampliada, conseguindo expandir seu mercado de consumo alcançando mercados externos e abrindo novas perspectivas para a produção interna. Novos lances vão sendo creditados a esta atividade, como a instalação de inúmeras e modernas unidades de processamento de aves, numa demonstração de que o setor evoluiu com rapidez para a fase essencialmente empresarial. Em agosto de 1975, foi iniciada a exportação de frangos, que embora modesta, mostra que o avicultor pode ser também um produtor de divisas para o país. Para exportar, entretanto, era preciso dispor de um volume relativamente elevado do produto e a preço competitivo, o que foi conseguido, inicialmente, no Estado de Santa Catarina. Assim, em cinco meses, o Brasil conseguiu realizar, através de uma firma com grande experiência em exportação, negociações da ordem de 5.900 toneladas correspondentes a apenas 1% da produção prevista para 1975. Embora modestas, as transações iniciais são promissoras e proporcionaram ao país divisas da ordem de 6 milhões de dólares e, ao mesmo tempo, demonstraram a existência de um mercado potencial para este produto (4).

Quando se fala em carne, independentemente de ser de ave, bovina, suína, ovina, ou outro tipo qualquer, uma das primeiras associações que se faz é relativa ao sabor e à textura,-

pois estas propriedades ocupam lugar de destaque na apreciação do consumidor e, por isso, têm recebido grande atenção do mundo científico. Até o paladar menos treinado pode distinguir entre a carne dura e a tenra, entre a carne suculenta e a seca, entre a saborosa e a sem sabor. Além disso, desde que a carne se constitui em uma das principais fontes de proteína na alimentação humana, a sua aceitação pelo consumidor depende de suas características organoléticas de sabor, textura, cor e aparência.

Destas características, uma das mais importantes é, provavelmente, a textura. Esta característica tem sido apreciada ao longo dos anos de forma extremamente subjetiva. Todavia, em tempos mais recentes, tornou-se possível predizer a textura de um produto pela utilização de técnicas menos subjetivas, isto é, processos inanimados, mecânicos. Tal aparelhagem constitui o passo decisivo no sentido da medição desta característica, não só em carnes, como também em outros produtos alimentícios. Ademais, os dados resultantes destas mensurações, prestam-se à análise estatística, o que os tornam ainda mais precisos e de interpretação mais segura.

Sendo a textura uma propriedade sensorial, ela é percebida pelos órgãos dos sentidos, mas a sua avaliação ou medição, neste caso, e por ser subjetiva, pode levar a interpretações errôneas, razão pela qual deve ser complementada por apreciação através do emprego de aparelhos físicos, ou mais especificamente, pelos métodos reológicos. Em geral, as técnicas objetivas-

para medir propriedades sensoriais, têm a desvantagem de atuar indiretamente, e são por isso mais valiosas quando análogas - às respostas sensoriais. Por outro lado, as mensurações reológicas têm a vantagem da objetividade e, desta forma, ao menos potencialmente, não são sujeitas ao impulso da prevenção e da fadiga, sendo mais adequadamente ajustadas do que os sentidos humanos.

Correlacionar medidas sensoriais com medidas de instrumentos é de vital interesse no estudo de certos alimentos. A primeira e mais importante razão deste interesse, reside na necessidade do desenvolvimento de testes objetivos que possam prever ou confirmar a avaliação sensorial. A segunda razão é que sendo a textura uma propriedade sensorial, seria de interesse explicar as medidas obtidas em aparelhos físicos em termos de sensações humanas, isto é, correlacionar o que o aparelho detecta com aquilo que é sentido e percebido durante a mastigação de um dado alimento.

Para se conseguir o que acima foi dito, é imperativo que ao correlacionarmos testes sensoriais com testes reológicos, ambos sejam executados com muita precisão, evitando-se, ao máximo, as causas que podem induzir a variação de interpretação.

Os testes objetivos uma vez correlacionados com os sensoriais, oferecem um método de medição de textura que pode ser usado a qualquer momento com repetibilidade consistente, não dependendo da convocação de equipes ou treinamento destas.

A avaliação sensorial de textura em alimentos, bem como em outros produtos, pertence ao domínio da psicofísica. Esta, procura correlacionar as avaliações sensoriais com as medidas físicas e pode estabelecer equações matemáticas ou relações que permitam ao cientista predizer as características sensoriais dos materiais pelas medidas físicas e vice-versa. A psicofísica não pretende explicar as bases da sensação mas, ao contrário, pesquisar as relações entre o real-subjetivo e o mundo físico (48).

No Brasil, não obstante o desenvolvimento observado na atividade avícola, não tem havido preocupação com estudos sobre a qualidade da carne de aves.

O presente trabalho teve em mira, embora com as naturais limitações, abrir estudos experimentais sobre o uso dos processos objetivo e subjetivo na medição da textura da carne de aves abatidas nas nossas condições industriais e que foram alimentadas com ração suplementada com lipídeos, visando também, com isso, conhecer-se os efeitos destes sobre a qualidade da carne.

Mais especificamente, o nosso trabalho objetivou os seguintes pontos dentro do contexto textura em carne de frango:

1. - Estudar comparadamente os processos sensoriais (subjetivos) e reológicos (objetivos) na medição da textura de carne de frango;
2. - Estudar o emprego comparado dos aparelhos "Warner Bratzler Shear" e "Instron Universal Testing Machine" na ava -

liação objetiva da textura;

3. - Estudar os efeitos de lipídeos ministrados na ração, sobre a textura da carne;
4. - Estudar os efeitos do congelamento industrial na textura da carne, comparadamente com carnes não congeladas;
5. - Dentro das limitações dos recursos disponíveis, estudar, comparadamente, a textura das carnes escuras e carnes brancas

Ao encerrarmos a introdução do presente trabalho, não gostaríamos de deixar de manifestar a nossa convicção sobre a importância dos trabalhos técnicos e científicos, embora com as limitações que possam apresentar no campo da experimentação tecnológica, especialmente a esta altura do desenvolvimento da avicultura no Brasil. De fato, o explosivo crescimento da avicultura brasileira ocorrido nestes últimos anos, tornando-na uma atividade verdadeiramente industrial e eminentemente empresarial, ocasionou a baixa dos custos da produção da ave, e, com isso, sobreveio o notável incremento do consumo do frango e da galinha que, como já se acentuou, fazem hoje presença assídua no prato do brasileiro, notadamente daquele dos grandes centros.

O corolário de tudo isto, é que já existe da parte do nosso consumidor, para não dizer do estrangeiro que passou também a consumir as nossas aves, uma natural exigência pela qualidade do produto adquirido. Isto, evidentemente, está a reclamar de todos quantos direta ou indiretamente se ligam à avicultura, um maior controle e trabalhos de toda ordem, no sentido de promo -

ver o necessário aprimoramento da qualidade da nossa carne de ave, para se assegurar e ampliar a demanda desse valioso alimento por um consumidor que já tem ou que passa a ter consciência da - qualidade do que adquire.

Este estudo se propõe, em última análise, a atender a esse reclamo.

II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Até antes da Segunda Grande Guerra, pouca atenção era dada aos fatores que influem na ternura da carne de aves, exceto os referentes à idade e grau de acabamento. É geralmente aceito que uma ave jovem ou frango possui carne mais tenra que uma adulta, galo ou galinha.

A Segunda Grande Guerra Mundial acarretou um pronunciado desfalque no efetivo dos rebanhos de animais de carne vermelha, em consequência do maior e mais desordenado consumo de carne havido durante a conflagração. Devido a isso, passou a despertar maior interesse a criação de animais de pequeno porte e de curto ciclo vital que, pela rapidez de crescimento e pequena exigência de espaço de criação, podiam compensar, embora parcialmente, aquele desfalque.

Poder-se-ia alegar também, que os aperfeiçoamentos ocorridos na área de produção e aplicação do frio industrial, teriam influenciado e fomentado o mercado de carnes, inclusive o das aves domésticas.

Por outro lado, a evisceração prévia das aves antes da congelação, constitui-se em uma grande inovação no processamento industrial, e teve influência decisiva nas propriedades sensoriais da carne, já que o "New York Dress" transmitia às aves abatas características de caráter estercoreal.

O problema referente às propriedades sensoriais da carne não tem sido muito estudado no que respeita às galinhas e frangos, se comparado às outras espécies produtoras de carne como bovinos, suínos e mesmo perus. A literatura mundial revela-se bastante pobre no que se relaciona às aves domésticas, e a nacional é praticamente inexistente. Foi esta a razão que nos levou a explorar o problema consultando vasta bibliografia, abrangendo a maioria das espécies produtoras de carne e, por vezes, traçar paralelos e tirar ilações para o ponto que nos interessa, ou seja, a galinha e o frango. Assim procedendo, - computamos dados da literatura mundial especializada a fim de melhor focar o assunto e levantar o problema, apresentando-o à consideração dos nossos estudiosos.

FATORES QUE INFLUENCIAM A TENRURA E SUCULÊNCIA DA CARNE

1. - Raça, Idade, Sexo, Alimentação

Em 1956, Stewart, citado por Shannon e colaboradores (61), resumiu os fatores que influíam na tenrura da carne das aves como sendo raça, idade e alimentação, não obstante salientasse que os conhecimentos nessa área eram ainda bastante limitados. Entretanto, havia certa evidência de que a idade e o confinamento das aves seriam os fatores importantes responsáveis pela tenrura da carne. Assim, a ave que crescia confinada em espaço limitado teria maior probabilidade de apresentar carne - mais tenra.

Peterson e colaboradores (52), pesquisando fatores que afetam a tenrura dos músculos de frangos, concluíram que há realmente um aumento na dureza do músculo com o aumento da idade das aves. Os músculos do peito das aves jovens, quando cozidos, eram significativamente mais duros do que os músculos escuros, mas nas aves velhas os músculos escuros eram levemente mais duros que aqueles do peito.

Larmond e Moran Jr. (39) estudaram a influência da idade e do sexo sobre a carne de frango, usando aves com seis, sete, oito, nove e dez semanas de idade. A tenrura era avaliada subjetivamente pelo uso de um método pareado, e objetivamente pelo "Warner Bratzler Shear". Ambos os resultados mostraram que o endurecimento era maior quanto mais velhos eram os frangos, e que os machos apresentavam menores valores de cisalhamento que as fêmeas, ou seja, eram mais tenros. A equipe detectou ainda pequenas diferenças em sabor e nenhuma diferença em suculência. Concluíram, pois, que embora os resultados mostrassem ligeira influência de sexo e idade, estes resultados não eram significativos.

Goodwin (29) procurou determinar se diferenças genéticas podiam influenciar a tenrura da carne de perus com vinte e seis semanas de idade. Ele trabalhou com perus de seis linhagens da raça "Broad Breasted Bronze". Todos os peruzinhos receberam o mesmo processamento, sendo que o peito e as coxas eram assadas até que a temperatura interna atingisse 82°C. Depois de resfriadas, pedaços de três milímetros eram levados ao

"Allo Kramer Shear Press", a fim de se avaliar a textura. Este autor não encontrou diferenças significativas entre os valores de cisalhamento para os músculos citados, tendo achado diferenças significativas entre a tenrura de machos e fêmeas através da análise de variância. Entre as linhagens, as diferenças encontradas nos valores do cisalhamento não eram significativas.

Carlson e colaboradores (11), estudando os mesmos problemas, conseguiram mostrar a influência de ração energética, sexo, raça e forma de armazenamento sobre a composição, palatabilidade e a tenrura da carne de peru. Assim, rações variando de 2350 a 3400 cal de energia metabolizável por quilo, não afetavam o crescimento de três linhagens de perus da raça "Broad Breasted Bronze" de doze a vinte e quatro semanas de idade. As rações em que a aveia constituía a maior fonte de energia, mas suplementadas com uma quarta parte de milho ou cinco a sete por cento de gordura, produziam um crescimento igual ou superior ao das rações de milho, quando este último era a principal fonte de energia. As rações preparadas com aveia e gordura eram mais eficientes no crescimento por unidade de energia, enquanto que aquelas de milho eram mais eficientes por unidade de peso. As rações energéticas não influenciaram no grau de acabamento, exceto quando as rações de aveia não eram suplementadas com gordura. O teor de gordura no músculo não foi afetado pelas rações ou pelas linhagens, embora se tenha observado que as fêmeas apresentassem maior teor de gordura nos tecidos que os machos. Os efeitos das rações, linhagem e sexo não fo-

ram evidenciados consistentemente nos valores da equipe de provadores para sabor, textura e suculência. O tempo de seis meses de congelação também não prejudicou a palatabilidade. Nos testes de preferência, os machos foram preferidos às fêmeas após o armazenamento. A gordura adicionada à ração apresentava uma tendência de aumentar as perdas pela cocção. Os valores de cisalhamento eram menores para a carne branca que para a escura.

Goertz e colaboradores (28) estudaram a influência da ração sobre a tenrura de frangos e perus. Investigaram o efeito de uma ração simples, constituída de um único cereal, comparativamente a uma outra ração com a combinação de grãos de cereais de aveia, milho, trigo, centeio ou sorgo em grão. A tenrura era avaliada por uma equipe de provadores e também pelo aparelho "Warner - Bratzler", sendo estudada ainda a correlação dos dados obtidos. Estes autores conduziram quatro experimentos com um total de duzentos e trinta frangos e cento e dezoito perus. Essencialmente os experimentos consistiam em variar a proporção e a qualidade dos grãos. Tanto para a realização dos testes sensoriais, como para os objetivos, usaram o músculo pectoralis major e um músculo da coxa. A correlação era determinada entre os valores sensoriais e os valores de cisalhamento. Análises de variância eram feitas para cada experimento, com frangos e perus, a fim de se determinar diferenças entre os valores de cisalhamento e sensoriais e que pudessem ser atribuídos ou não aos cereais. A avaliação subjetiva da tenrura era representada pelos valores médios baseados no número de mastigadas necessárias para tornar pedaços (iguais) do pectoralis major e gluteus primus aptos a

serem deglutidos. Os valores de cisalhamento eram baseados na força máxima necessária para cisalhar pedaços de 2,54 cm da amostra. A correlação foi altamente significativa para os perus, mas não o foi para os frangos.

2. - Preparo culinário: carne branca e escura

As reações que ocorrem com a carne durante a cocção ainda não são bem conhecidas no que diz respeito ao grau da influência sobre a tenrura final.

Muitas pesquisas foram conduzidas para se determinar quais os outros fatores que poderiam influir na tenrura da carne de frango, e vários pesquisadores chegaram à conclusão de que a forma de preparo (temperatura e tempo de cocção) tinha marcada importância no produto final.

Em 1962, Cover e colaboradores (14) confirmaram a existência de duas estruturas na carne e que contribuem para o seu endurecimento: a própria fibra muscular e o tecido conjuntivo. No ve lotes de pedaços do longissimus dorsi e bíceps femoris de cento e oitenta bois foram cozidos a 61 e 80°C com calor seco e a 100°C com calor úmido. O tecido conjuntivo do longissimus dorsi era considerado tenro a 61°C, fazendo-se a tenrura ligeiramente mais pronunciada com o aumento da temperatura. Por outro lado, o bíceps femoris era considerado duro a 61°C, tornando-se progressivamente mais tenro a 80° e 100°C. As perdas por cocção, em ambos os casos, aumentaram com a elevação da temperatura. Nenhuma diferença significativa foi encontrada -

entre os valores dados pela equipe para os valores de cisalhamento para carnes cozidas a 80°C pelo calor seco e 85°C pelo calor úmido.

Shimokomaki e colaboradores (64), estudaram a tenrura da carne bovina relacionando-a à idade e às mudanças no colágeno intramuscular. As fibras do colágeno possuem uma alta resistência à ruptura e suas propriedades físicas mudam com a idade. Assim, após a desnaturação pela cocção, essas fibras ainda podem mostrar uma certa resistência à ruptura, e isso é bem possível - que contribua para a dureza da carne.

Ritchey e Hosteler (56) estudaram quatro diferentes músculos, trinta e dois de bovinos de várias idades para verificar a qualidade da carne através da análise sensorial, de aparelho físico, da prova de extensibilidade das fibras musculares e do teor de colágeno. Os animais empregados pertenciam a três grupos etários com 30 a 35, 45 a 50 e 58 a 67 semanas de idade, e os músculos escolhidos foram o bíceps femoris, semimembranosus semitendinosus e o longissimus dorsi. O preparo culinário das amostras foi levado a efeito a uma temperatura interna de 68 a 80°C. Os valores subjetivos para tenrura para todas as idades, mostraram que o longissimus dorsi tinha muito menos tecido conjuntivo e era menos rijo que os outros três músculos do coxão, e o bíceps femoris tinha, de acordo com a equipe sensorial, maior quantidade de tecido conjuntivo e era mais rijo do que o semitendinosus e o semimembranosus.

Observou-se, ainda, que cada músculo tendia tornar-se mais macio na medida em que a temperatura fosse mais alta. A correlação entre a tenrura do tecido conjuntivo e o teor de colágeno variou de - 0,31 a + 0,25 para o longissimus dorsi, preparado a 61^o e 80^oC, ao passo que no bíceps femoris foi de + 0,32 a - 0,29. Para os outros músculos, a correlação não foi consistente entre os vários grupos. As medidas objetivas de cisalhamento a 61^oC foram similares para os quatro músculos, sendo que o semimembranosus foi ligeiramente mais tenro que os demais. Na medida em que a temperatura foi elevada para 80^oC o comportamento da carne em um dos músculos foi no sentido de tornar-se mais rijo, com valores de cisalhamento mais elevados. Quanto à extensibilidade das fibras a 61^oC, houve variação significativa entre os músculos. O longissimus dorsi e o semitendinosus denotaram valores mais altos em todos os grupos, ao passo que o bíceps femoris foi o mais baixo entre todos. A 80^oC todos os valores foram idênticos, indicando um aumento em todos os músculos com o aumento da temperatura.

Trabalho relacionando temperatura de preparo e tenrura em carne de perus, é o de Wilkinson e Dawson (82). Sabendo-se que a quantidade de suco perdido pelo músculo durante a cocção depende da temperatura, e que esta perda influi na texturagem como na succulência da carne, estes autores prepararam rolada de carne de perus de seis meses de idade e que foi assada em forno a 107^oC. Grupos de três roladas de carne escura e três de carne branca foram cozinhados à temperatura de 60, 66, 71, 77 e 88^oC, respectivamente. A temperatura mais alta foi alcançada em 6,4 horas na carne escura e 5,5 horas na carne branca.

O cisalhamento foi determinado pelo "Allo Kramer" e as provas subjetivas por uma equipe de seis pessoas usando uma escala-hedônica de sete pontos. Os valores instrumentais foram mais elevados para as amostras de roladas de carne escura do que daquelas de carne branca, preparadas na mesma temperatura. Muito embora a força de cisalhamento para carne escura fosse similar quando ambas eram preparadas a 60^o e 88^oC, o valor para a carne escura diminuía constantemente e de forma significativa (P < 0,01) na medida em que a temperatura de cocção aumentava. Da mesma forma, a carne escura avaliada pela equipe de provadores se tornava mais tenra na medida em que a temperatura de cocção aumentava. No entanto, a carne branca era mais tenra com o aumento da temperatura até 82^oC e tornou-se mais rijá a 88^oC. A suculência diminuía com o aumento da temperatura, e a carne branca preparada a 77^oC ou acima era menos suculenta (P < 0,01) do que a carne escura.

Deduz-se deste trabalho, que a carne branca de peru é mais tenra se preparada a 77-82^oC e que tanto a carne clara como a escura apresentam boa suculência quando preparadas a 71^oC. Por outro lado, a carne branca não deve ser preparada em temperatura acima de 82^oC, ao passo que a escura pode chegar a 88^oC, sem grandes desvantagens.

Tuomy e colaboradores (75) estudaram o efeito da temperatura e do tempo de cocção sobre a tenrura da carne bovina. As temperaturas consideradas foram de 60, 71, 82, 93 e 99^oC, durante um período de sete horas. O efeito inicial do calor era o

de um endurecimento, que aumentava na medida em que a temperatura se elevava. A medição da tenrura era feita sensorialmente por uma equipe de dez elementos com uma escala de nove pontos que avaliavam, além da tenrura, a facilidade de corte e o sabor. Os valores de cisalhamento eram obtidos usando o "L.E.E. Kramer Shear Press" com três repetições. Os coeficientes de correlação para tenrura e cisalhamento, bem como a facilidade de corte, eram calculados para todas as temperaturas. Estes coeficientes não eram significativos para temperaturas de 60 e 71°C, mas, de um modo geral, as correlações eram excelentes, mostrando que, em última análise, tanto o pessoal da equipe de análise sensorial como o aparelho, mediam exatamente as mesmas características.

3. - Uso de hormônios

A administração de hormônios aos frangos (79) é uma prática empregada para melhorar a textura de sua carne e se difundiu bastante em certos países. Os efeitos dos mesmos são relacionados com a conversão da ração em peso adicional, mas seu uso despertou movimento contrário a sua aceitabilidade pelo consumidor, sendo já proibido em vários países, inclusive no Brasil.

De acordo com Lorenz, citado por Weesley e colaboradores (79), a tenrura é uma das principais propriedades que pode melhorar pela administração de estrogênios. Em um dos seus estudos, ele concluiu que aves tratadas pelo dietilestilbestrol produziam carne mais tenra do que as não tratadas, especialmente de ma-

chos de catorze meses de idade. Em 1951, Herrick e Brown, ainda citados por Weesley, mostraram que esse mesmo hormônio, contribuiu para diminuir a força de tensão dos músculos, bem como da pele de machos mais velhos. Testes de laboratório mostraram redução de colágeno em aves tratadas, com conseqüente aumento de tenrura da carne destes animais. Ainda Weesley mostrou que a aplicação de estrogênio aumentava significativamente a tenrura das aves com catorze semanas de idade. A interação entre hormônio e sexo também era significativa, contudo o efeito sexo, não foi significativo.

Stadelman e colaboradores (66) usaram o "Warner Bratzler - Shear" em testes de tenrura com aves tratadas com dietilestilbestrol, e encontraram diferenças estatisticamente significativas entre as aves tratadas e não tratadas, verificando serem as primeiras mais tenras.

4. - Fatores Mecânicos

Taylor e colaboradores (73) estudaram a influência da forma de preparo de filês de perus sobre a tenrura, palatabilidade, perdas por cocção e retenção de umidade. Estudaram cinco métodos diferentes, os tratamentos A, B, C, D e E, que consistiam em passar os músculos do peito - pectoralis major - e um músculo da coxa, através de um amaciador de lâminas em quatro diferentes posições, sendo que o último tratamento, E, consistia simplesmente em moer os músculos. Dos filês assim tratados e assados, eram retirados cubos de 1,27 cm para testes sensori

ais de sabor, suculência e número de mastigadas. As medidas objetivas foram feitas no "Kramer Shear". Concluíram os autores, - que os filês preparados com o moedor eram mais tenros, tinham - menor perda por cocção e retinham maior porcentagem de umidade - do que os filês preparados pelos outros quatro métodos.

5. - Fatores Fisiológicos

Dodge e Stadelman (26) conduziram três experimentos com duzen - tos e oitenta e oito frangos, visando determinar o efeito da de - batidura das aves após a sangria sobre a tenrura. Em um dos ex - perimentos, a ração foi adicionada de uma dose de quatro gramas por tonelada de tranquilizante. No segundo, a dose foi aumenta - da para cinquenta gramas por tonelada, e o terceiro não recebeu aditivo e serviu como controle. A medicação foi administrada - dois dias antes do abate dos animais. Somente a ração contendo - a dose mais elevada de tranquilizante, demonstrou algum efeito - sobre galinhas, em vista do que o aumento da debatidura foi re - lacionado ao aumento da tenrura medida duas horas após a mor - te. Este efeito não foi observado em frangos com a dose elevada de tranquilizante, o que se verificou com dose mais baixa, que deu origem a certa correlação.

Mellor e colaboradores (45), estudaram a influência do glicogê - nio sobre a tenrura da carne de frango. Tanto a idade como fato - res de nutrição e manejo são conhecidos como elementos que in - fluem no endurecimento da carne. Contudo, grandes diferenças de tenrura existem entre carcaças de animais da mesma idade e que

receberam a mesma alimentação nas mesmas condições ambientais. Desta forma, o nível de glicogênio dos tecidos na hora do abate, também poderia ser um dos fatores responsáveis por essas diferenças. Assim, para confirmar a hipótese apresentada, esses pesquisadores estudaram oitenta frangos "White Rock", que foram divididos em quatro grupos: o primeiro grupo foi mantido em jejum. Ao segundo, foi permitido beber somente água. Ao terceiro, foi ministrada ração e água à vontade, e ao quarto, uma mistura de açúcar, água e ração. A duração do experimento estendeu-se por apenas dezesseis horas antes do abate. Foram determinados os efeitos desses tratamentos sobre a concentração de glicogênio, pH e tenrura, tendo-se verificado que o grupo de aves em jejum, apresentou um nível mais alto de glicogênio nos músculos, se comparado ao grupo alimentado com açúcar, ração e água. Os outros dois grupos apresentaram níveis intermediários, mas não diferiram significativamente dos dois primeiros. Os valores de cisalhamento obtidos para o pectoralis minor das aves com o mais alto nível de glicogênio, foram mais baixos do que os valores dos músculos com mais baixo teor de glicogênio. O pH dos músculos decresceu de um valor inicial de 6,4 para 5,9 para o grupo das aves com o mais alto teor de glicogênio. Todavia, o pH do frango de carcaças com o teor mais baixo de glicogênio não mostrou modificações.

Locker (40) estudou o grau da contração muscular como fator que influenciaria a tenrura da carne bovina. Este autor verificou que a contração muscular reduz progressivamente a tenrura-

da carne. Os vários músculos de bovinos entram em rigor em vários estágios de contração. Como se verifica pelo estado de es triação das miofibrilas não há correlação entre o grau de tenura dos músculos e seu estágio de contração na carcaça em "ri gor mortis", mas isto pode ser devido ao efeito dominante do tecido conjuntivo. Em testes sensoriais feitos, músculos psoas que foram retirados logo após a morte do animal e que deixados até sua contração, mostraram-se mais duros que os controles. Locker concluiu que os músculos relaxados são mais tenros do que os parcialmente contraídos e que este efeito pode ser significativo.

Dodge e Peter (23) investigaram o pH e a temperatura do músculo do frango após o abate. O pH fornece uma indicação sobre a velocidade e a extensão da glicólise nos tecidos e deve ser levado em conta num estudo de amaciamento "post-mortem". O estudo de Dodge e Peter consistiu em medir a temperatura e o pH de vinte e seis aves, incluindo frangos, patos e perus. Concluíram que o pH e a temperatura elevam-se após o abate, sendo que esses efeitos foram mais pronunciados nos machos de cada espécie do que nas fêmeas.

6. - Fatores relacionados ao processamento

a) Escaldamento e depenação

Wise e Stadelman (83) estudaram os efeitos de várias combinações de temperatura e tempo de escaldamento sobre a tenura do pectoralis major em várias profundidades do músculo.-

As aves eram mantidas em solução de água e gelo por vinte e quatro horas e depois acondicionadas em papel alumínio e levadas ao forno à temperatura de 165°C por duas horas. Uma vez assadas, e antes da remoção do músculo do peito, eram resfriadas a 28°C. Pelo emprego de máquinas de cortar frios eram recortadas três porções de 2 mm de espessura cada, provenientes da porção superficial externa do peito. Dessas porções, eram retiradas amostras de 2,5 x 6,5 cm para a prova de tenrura pelo "Kramer Shear Press". Foi relatado como altamente significativa a resistência ao cisalhamento quando relacionada à profundidade na qual se tomavam as amostras, à temperatura da água de escaldamento e à duração do mesmo. Nas condições deste trabalho, o efeito do endurecimento, devido à elevada temperatura e ao longo tempo de escaldamento, é relacionado à profundidade de penetração do calor no interior do músculo.

Shannon e colaboradores (61) determinaram a tenrura do músculo do peito em cento e oito galinhas "Leghorn". Essas galinhas foram escaldadas em seis diferentes temperaturas: 49, 57, 66, 74, 82 e 91°C, e em seis tempos diferentes: 5, 10, 20, 40, 80 e 120 segundos. Cada temperatura foi conjugada com um tempo, cujo delineamento foi um fatorial de 2⁶, com três repetições e com seis blocos. A depenação foi manual e o resfriamento procedido por duas horas em água com gelo picado. As aves foram armazenadas por vinte e quatro horas em gelo, drenadas e acondicionadas em papel alumínio e assadas a 163°C por três horas. Após o esfriamento, a porção cárnea

de cada lado do peito foi removida com faca, e então recortada de sorte a caber na célula do "Kramer Shear Press".

Os resultados analisados estatisticamente, mostraram que o efeito do tempo e da temperatura e a interação tempo-temperatura foram altamente significativos. Comparando os valores médios para tempo, parece que 40 segundos ou menos não afetaram significativamente a tenrura: os tempos de escaldamento de 80 a 160 segundos, diminuíram significativamente a tenrura dos músculos do peito, em todas as temperaturas, exceto a de 48,5°C. O aumento da temperatura de escaldamento de 65,5 a 90,5°C, em todos os tempos, não afetou a tenrura. Os autores concluíram que combinações de altas temperaturas e longo tempo, não deveriam ser usadas, nem se poderia empregar longo tempo, mesmo em baixas temperaturas. Altas temperaturas poderiam ser usadas desde que o tempo fosse mais curto. As medidas sensoriais baseadas no número de mastigadas, foram correlacionadas com as medidas do aparelho "Kramer Shear Press", dando um valor de $r = 0,86$, com um limite de confiança de 95%.

Pool e colaboradores (53) estudaram a tenrura da carne de rango e suas relações com as condições de escaldamento, de penação, resfriamento, maturação e armazenamento sob congelamento. Os efeitos encontrados foram, em geral, os mesmos já observados para perus, porém, com referência a frangos, eram bem menos acentuados e, possivelmente, não tão importan

tes do ponto de vista comercial. Foi observado um pequeno mas significativo aumento no enrijecimento das aves, ocasionado pelo aumento da temperatura ou do tempo de escaldamento. O endurecimento aumentou ainda com as batidas pelos dedos de bor-racha nas carcaças durante a depenação, sendo que, quanto - mais próximas do tempo de sangria, maior era o endurecimento. A determinação do endurecimento como função da temperatura e do tempo de maturação, mostrou que a maior parte do amaciamento ocorre dentro de quatro horas em temperatura de resfriamento. A -18°C não se observa amaciamento apreciável, mesmo num período de quatro meses, mas um amaciamento bastante satisfatório se verificou nas carcaças quando mantidas a -3°C e -4°C , por vários dias. O amaciamento, interrompido pela congela-ção, continua a uma velocidade praticamente normal durante a descongelação.

Klose e colaboradores (36). estudaram a tenrura de perus como função das condições de escaldamento, depenação e manutenção em várias temperaturas, antes, durante e após a congelação. Eles acharam que os valores de cisalhamento constituíam um bom índice de dureza, quando subjetivamente expressos através de um teste de ordenação por uma equipe bem treinada. A tenrura dos perus aumentava progressivamente com o aumento do tempo - de maturação de no mínimo doze horas em temperatura de resfriamento. As modificações foram rápidas e bastante variáveis - dentro das primeiras quatro horas e pouco ou nenhum amaciamento adicional foi observado durante doze a vinte e quatro ho-

ras "post-mortem", ou mesmo em quatro a cinco dias. Peruzinhos com idade de cinco meses, parecem ter sido adequadamente amaciados após quatro horas de esfriamento apenas. Por outro lado, a depenação mecânica nas condições em que é feita pela indústria, resultou em carne cozida duas vezes mais dura do que aquela proveniente da depenação manual.

b) Resfriamento

Klose e colaboradores (35), estudaram o efeito do resfriamento, com e sem agitação mecânica, sobre a tenrura das aves. Eles trabalharam com frangos e perus em escala de laboratório, e, usando um agitador mecânico, verificaram que a agitação acelerava o resfriamento e a absorção de água. Entretanto, este procedimento não mostrou diferença sobre o grau de amaciamento pelo resfriamento com e sem agitação. Verificaram ainda, que trinta minutos de agitação produziam completo resfriamento, mas não completo amaciamento quando comparados com aves resfriadas por dezoito e vinte e três horas. O rendimento após cocção, expresso em porcentagem de peso de carcaças já lavadas e evisceradas, não foi apreciavelmente afetado pela agitação de pré-resfriamento.

Goodwin e Stadelman (30), conduziram um trabalho para verificar se as aves insensibilizadas e sangradas e, a seguir esfriadas para maturação por curto espaço de tempo, não apresentariam o endurecimento da carne ocasionado por técnicas de processamento, tais como, escaldamento e depenação, e

também se reduziria o tempo total necessário para alcançar-se o máximo de tenrura, pois que tal prática poderia ser de grande valia na comercialização de aves. O pré-resfriamento dos perus por três, cinco, seis ou nove minutos antes do processamento, não eliminou o fenômeno do endurecimento superficial e, tampouco, reduziu o tempo necessário para se alcançar o máximo de amaciamento. O pré-resfriamento por vinte e cinco minutos porém, parece ter reduzido a severidade do endurecimento, mas não conseguiu diminuir o tempo total para obtenção de uma carne mais macia. Esses pesquisadores verificaram, ainda, que a massagem manualmente feita após a evisceração, não teve efeito estatisticamente significativo sobre os valores de cisalhamento, obtidos pelo "Kramer Shear Press".

Um ano após o trabalho anterior, ainda Klose e colaboradores (34), realizaram outro estudo para verificar o efeito da duração e do tipo do resfriamento e da descongelação sobre a tenrura da carne de peru congelada. Os testes foram feitos com perus de seis, doze e vinte libras de peso. O procedimento usado para o resfriamento, incluía: vinte horas em tanque de resfriamento com gelo picado e água sem agitação; uma a duas horas em água e gelo picado com agitação mecânica; uma a duas horas em água e gelo picado sem agitação, e um controle sem resfriamento ou agitação. As comparações entre os processos de resfriamento foram feitas para cada grupo de peso, para as aves congeladas e assadas sem prévia descongelação e para as aves que eram descongeladas, três a quatro dias antes de serem assadas. A tenrura do

músculo pectoralis superficialis foi avaliada pelo cisalhamento no "Warner Bratzler Shear" e por ordenação através de uma equipe treinada. Ambas as medições, isto é, tanto a reológica, como a sensorial, apresentaram boa concordância. As aves do grupo de seis libras de peso, que foram resfriadas em gelo moído e água por vinte horas, apresentaram-se mais tenras, e aquelas resfriadas por apenas uma a duas horas em água e gelo, apresentavam valores intermediários, aproximando-se das não resfriadas. Para os perus mais pesados, os mais macios foram aqueles submetidos a vinte horas de resfriamento, mas foi duvidosa a diferença em tenrura entre os resfriados por uma a duas horas, e os de controle. A agitação mecânica não afetou apreciavelmente a marcha do amaciamento em água e gelo no período de uma a duas horas. A diferença de tenrura entre vinte horas e uma a duas horas de resfriamento, foi maior para aves menores e maior para aquelas cozidas sem prévia descongelação, se comparadas com aquelas descongeladas três a quatro dias antes da cocção. O rápido resfriamento de per si, parece não ter qualquer efeito importante sobre a marcha do amaciamento. Para as aves maiores porém, o processo de resfriamento por certos métodos rápidos, pode ser adequado, a fim de se obter uma tenrura boa depois de assada.

c) Maturação

May e colaboradores (44) estudaram a interrelação "post-mortem" das modificações de tenrura que se verificam nas carnes de aves e de suínos. Esses pesquisadores determinaram o efeito da matu-

ração em água a 0^o, 19^o e 37^oC sobre a tenrura de aves com dez e setenta e duas semanas de idade. As carcaças inteiras eram assadas em forno eletrônico antes da avaliação final. Os frangos mais velhos foram menos tenros tanto no início, como durante a maturação. As temperaturas de 0^oC e 19^oC afetaram a tenrura mais do que a de 37^oC. As aves com setenta e duas semanas de idade mostraram comportamento similar nas primeiras quatro horas de maturação, mas a tenrura nas três temperaturas, tornou-se idêntica após oito horas. As aves de todas as idades mostraram início de amaciamento após trinta minutos em todas as três temperaturas. A tenrura foi medida apenas objetivamente através do "Kramer Shear", e somente o músculo do peito foi testado.

Van den Berg e colaboradores (76), conduziram testes comparando o grau de amaciamento "post-mortem" a 0^oC no músculo do peito e da coxa de frangos com dois e meio, quatro, seis e oito meses de idade, e também com perus pesados. Eles provaram que o amaciamento dos músculos do peito aumentava notadamente durante os primeiros dois dias de armazenamento, e se procedia em pequena escala durante os cinco e seis dias subsequentes. Para o músculo da coxa, o período inicial de amaciamento ocorreu dois a cinco dias mais tarde. A velocidade do amaciamento neste segundo período, dependia da idade das aves sendo mais lenta nas aves mais velhas. A análise do líquido resultante da cocção, mostrou que a capacidade de retenção de água e as propriedades de ligação dos íons, mudaram marcada-

mente durante os primeiros um e dois dias de armazenamento, notadamente na carne da coxa, mas, as modificações posteriores foram geralmente pequenas. A tenrura dos músculos foi medida sensorialmente, aplicando-se um teste pareado, e, fisicamente, através do "Warner Bratzler Shear".

Stadelman e colaboradores (65) verificaram o efeito do tempo de maturação, sexo, raça e idade sobre a resistência ao cisalhamento de carne de perus. Eles usaram quatrocentos e cinquenta carcaças de perus em gelo e água, por zero, três, seis, nove, doze e vinte e quatro horas antes da congelação, para estudar o efeito da maturação sobre a resistência do músculo ao cisalhamento. Este trabalho foi efetuado em cinco linhagens de aves de ambos os sexos, da idade de doze, dezoito e vinte e quatro semanas. Neste trabalho, que se constituiu num experimento fatorial, foi usado um delineamento de blocos incompletos balanceados. A cocção, sem prévia descongelação das aves, foi feita em forno a 190°C, e as medidas de cisalhamento, procedidas no "Allo Kramer Shear Press". A resistência ao cisalhamento decresceu com a idade entre doze e vinte e quatro semanas. Os perus com vinte e quatro semanas de idade e com maturação de nove e doze horas, apresentaram valores de cisalhamento comparáveis aqueles de doze e dezoito semanas de idade, cuja maturação foi de vinte e quatro horas. As linhagens não diferiram significativamente quanto aos valores de cisalhamento. Todavia, notou-se uma interação de linhagem e sexo. A carne escura apresentou valores de cisalhamento maiores do que a carne branca, principalmente após uma maturação adequada.

Wierbicki e colaboradores (81) estudaram a relação da tenrura com as alterações da proteína durante a maturação. Eles apresentaram evidências sugerindo que um aumento da tenrura durante a maturação pode estar relacionado com a dissociação da actomiosina em actina e miosina, as quais aumentariam a extratibilidade da proteína e redistribuição dos íons dentro do músculo, causando um aumento da hidratação e, conseqüentemente, da tenrura. A tenrura da carne pode ser modificada, bem como seu comportamento durante a cocção, congelação ou descongelação, pela mudança da atmosfera iônica no músculo. Tal mudança pode ser ainda provocada na carcaça toda, ou em partes, pela infusão de certas substâncias em animais recentemente abatidos. Assim, pode ser que as modificações intramusculares após a morte dos animais, sejam o resultado de uma combinação de três fenômenos: proteólise, dissociação da actomiosina e rearranjo iônico, que aumentariam o grau de hidratação da proteína.

Dodge e Stadelman (24) realizaram estudos visando esclarecer os efeitos da maturação sobre a tenrura dos músculos peitorais da carne de aves. Neste estudo, foram empregados quatrocentos e cinquenta e seis frangos e quarenta e oito perus que foram divididos em dois lotes que, por sua vez, foram ainda subdivididos em cinco classes de experimentos. O estudo visou determinar o efeito de diferentes temperaturas, idade, tempo de maturação e meios em que a maturação se processava, sobre a tenrura da carne. Concluíram que, tanto a idade das aves como o tempo e a temperatura de maturação, bem como os meios em que as carcaças eram mantidas, pareciam ser fatores importantes no amaciamento.

d) "Rigor mortis", maturação e congelação

Dawson e colaboradores (21), em pesquisa muito minuciosa, procuraram estudar os efeitos do intervalo de tempo entre o abate e a congelação sobre a tenrura de frangos com dez meses de idade. A incidência de frangos com carne rija - tem crescido com o aumento da velocidade do processamento e o crescente emprego de congelação em túnel de ar forçado. Através desta modalidade de processamento, não há tempo suficiente para a adequada maturação antes da congelação rápida. Sabe-se que a tenrura de carne de frangos é afetada por uma série de fatores e que um dos principais implicados é o tempo de maturação que decorre entre o abate e a congelação. Quando este tempo é insuficiente, o animal não tem prazo para ultrapassar a rigidez devida ao "rigor mortis" e sua carne fica dura e, por vezes, borra-chenta. O tempo de "rigor-mortis" para frangos, pode ser de apenas duas horas, mas ele varia com a idade e mesmo - em lotes de aves com a mesma idade. Embora se tenha observado que frangos mantidos em maturação por vinte e quatro horas antes da congelação apresentassem a carne mais tenra, a análise estatística mostrou que um prazo de três a seis horas para aves de dez semanas de idade seria o suficiente. Desta forma, a tenrura das aves processadas logo após o abate, pode ser afetada pelo fato de ainda se encontrarem em "rigor-mortis", apresentando os músculos tensos e rijos. A análise instrumental confirmou que a força de cisalhamento de músculos do peito, diminui com o aumento do

tempo de maturação antes da congelação final. Assim, conforme Dawson e colaboradores, aves maturadas por quarenta minutos - antes da congelação em túnel, requeriam força de cisalhamento significativamente maior do que aquelas mantidas por seis e vinte e quatro horas, ao nível de significância de 0,01%, e uma força ainda maior, 0,05% de significância, quando comparadas com as mantidas por três horas apenas. A força de cisalhamento para aquelas com três horas de intervalo, foi significativamente maior se comparada com aquelas com vinte e quatro horas.

Koonz e colaboradores (37) investigaram os fatores que influenciam a tenrura dos principais músculos dos frangos logo após o abate, no período que precede o "rigor-mortis". Nas condições deste estudo, foi evidente que a congelação interfere com a tenrura, devido ao retardamento do completo amaciamento durante o período de congelação até alcançar-se completa descongelação. Os fatores mencionados foram separados em dois grupos: o primeiro seria relacionado com a ação de enzimas sobre os tecidos, e o segundo incluiria fatores ligados com as modificações sofridas pela carne logo após o abate e durante o período de "rigor-mortis". Este estudo investigou apenas os fatores relacionados às modificações do segundo grupo. Os resultados indicaram que os músculos parecem geralmente mais tenros durante as primeiras horas após o preparo da carcaça, e isto pode ser observado no comportamento dos músculos pectoralis superficialis. De um modo geral, os músculos tornam-se mais tenros dentro de vinte e quatro horas, sendo que alguns-

alcançam este estado em menor tempo. Por outro lado, foi estabelecido que a congelação alterava o comportamento da tenrura, quando aplicada durante o período imediatamente posterior ao abate. A congelação dos músculos neste período em que se apresentam menos macios, coincide, provavelmente, com a fase de intenso "rigor-mortis", o que, aparentemente, determina o padrão de tenrura. Estes padrões de tenrura, tanto na carne crua como na cozida, foram determinados pelo "Warner Bratzler Shear", e na carne cozida, somente pela análise sensorial feita por uma equipe de provadores.

Outro trabalho de Khan e Lentz (33) mostra, ainda, a influência do pré-rigor, rigor e post-rigor na congelação da carne de frango. Essa influência se reflete ainda na tenrura e também na quantidade de líquido de deposição que surge durante a descongelação. É sabido que a carne congelada, sem prévia maturação, perde considerável quantidade de água na descongelação e tende a tornar-se seca e insossa. Esse fenômeno é comercialmente importante, porque no processamento das aves tem-se reduzido progressivamente o tempo de maturação, a fim de diminuir o custo operacional. Os resultados deste trabalho indicam que a congelação de aves durante o rigor, diminui a solubilidade das proteínas musculares e aumenta a perda por "drip", e que as modificações das proteínas que ocorrem durante a maturação melhoram a capacidade de retenção de água pela carne. Assim, neste estudo, foi demonstrado que a solubilidade das proteínas miofibrilares aumenta durante o período de maturação, com um

aumento concomitante da tenrura da carne.

Marion e Stadelman (42) estudaram os efeitos de quatro métodos diferentes de congelação na qualidade da carne de frangos. Estes métodos de congelação consistiam em:

1. - Salmoura a -12°C ;
2. - Método anterior, acrescido de congelador de placas, tipo doméstico;
3. - Congelador doméstico de placas;
4. - Congelador comercial a -26°C .

A qualidade da carne foi avaliada tomando-se em consideração a porcentagem do líquido de deposição, porcentagem da perda pela cocção e tenrura do músculo pectoralis major. Os métodos de congelação não afetaram significativamente a porcentagem do referido líquido nem as perdas pela cocção. Os valores da tenrura, dados em libras por grama da amostra, também não foram significativamente afetados pelos diferentes métodos de congelação. Nos frangos de nove a doze semanas, houve apenas diferença acentuada na tenrura, quando se tratava do pectoralis major, esquerdo ou direito.

e) Congelação antes e após preparo culinário

Com a introdução no mercado de vários produtos de carne pré-cozida congelada e, tendo em vista os novos problemas surgidos com estes alimentos, Goodwin e colaboradores (31) foram motivados a estudar o efeito da congelação, métodos de cocção

e tempo de armazenamento na tenrura da carne de peru, tanto crua como pré-cozida. Ao intervalo entre o abate e a congelação, tem sido atribuído uma grande influência sobre a tenrura da carne, - tanto de frangos como de perus. Assim, tem-se observado que a - congelação aumenta consideravelmente a tenrura das carnes de aves quando maturadas em menos de seis horas, o que não acontece com aves com maturação de vinte e quatro horas. Os estudos feitos por estes pesquisadores, tinham, como objetivos principais, verificar:

1. - Qualquer diferença na tenrura em carnes de perus, congeladas antes e depois da cocção;
2. - Qualquer diferença acaso existente entre seis diferentes métodos de cocção;
3. - Quaisquer diferenças existentes quando se empregam períodos de armazenamento curtos e diferentes entre si.

Para a consecução dos objetivos já mencionados, Goodwin e colaboradores dividiram as carcaças ao meio, sendo que uma metade era congelada crua e a outra após a cocção. A seguir, estas eram armazenadas de uma a quatro semanas para depois serem submetidas aos processos culinários. A cocção era realizada de várias formas:

- a) - Em forno de microondas;
- b) - Frita em gordura que cobria o produto;
- c) - Com vapor sob pressão;
- d) - Sobre dispositivo móvel em forno;
- e) - Combinação de a e b;

f) - Combinação de b e c.

As metades foram cozidas até que a temperatura interna dos músculos peitorais alcançassem 85°C. O tempo necessário para que as amostras atingissem essa temperatura foi previamente determinado para cada um dos métodos de cocção. As análises de variância indicaram uma diferença altamente significativa entre as carnes cozidas antes da congelação e aquelas congeladas cruas. Tanto os métodos de cocção como o tempo de armazenamento (uma a quatro semanas), não afetaram significativamente os valores de cisalhamento. As diferenças entre os músculos foram altamente significativas, sendo que o valor do cisalhamento para o bíceps femoris foi bem maior do que para o pectoralis major.

f) Liofilização

A tenrura da carne é grandemente influenciada pelas técnicas empregadas durante o processamento, especialmente quando o produto é posteriormente congelado e armazenado. Miller e May (46), trabalharam com peitos inteiros de frangos comercialmente processados e cuja maturação foi realizada em gelo picado por vinte e quatro horas. Algumas amostras cozidas a 88°C e outras cruas, foram congeladas a - 18°, - 34,4° e -67,7°C e depois armazenadas a - 18°, - 26° e - 34,4°C. Após uma semana, um, três e seis meses, tanto as carnes cozidas como as cruas foram descongeladas. As carnes cruas foram então cozidas à mesma temperatura das primeiras. Uma amostra do músculo pectoralis major de cada peito foi liofilizada e depois reidratada. As medidas de cisalhamento dos músculos liofilizados e posteriormente reidrata-

dos foram sempre significativamente menos tenras do que aquelas dos músculos não liofilizados. A temperatura de armazenamento - de $34,4^{\circ}\text{C}$ resultou em carne mais tenra do que a de -26° e -18°C . Verificaram, ainda, que na medida que o tempo de armazenamento aumentava, diminuía a tenrura, denotando uma relação inversa destes fatores. As diferenças em tenrura entre frangos armazenados por uma semana e aqueles por um mês, não foram significativas. Todavia, as carnes desses dois tratamentos foram mais tenras do que aquelas armazenadas por três e seis meses. Estes últimos, porém, não apresentaram diferenças significativas entre si.

Maurer e colaboradores (43) trabalharam com vários músculos de frangos que foram cozidos, liofilizados e novamente hidratados. Eles verificaram o efeito da liofilização sobre a tenrura, succulência e sabor do produto final e quais os efeitos que o processamento e o armazenamento poderiam ocasionar. Concluíram que o sexo não afetava o produto reidratado, mas que a alimentação do frango com ração de baixo teor calórico influiu, dando uma boa tenrura, ao passo que o teor de gordura da carcaça não influenciou o produto final. O armazenamento da carne congelada que era subsequentemente liofilizada, não afetou muito a conservação até seis meses de câmara fria, ao passo que as amostras armazenadas após a liofilização, denotaram um declínio acentuado na qualidade após seis meses, e ainda maior no final de um ano. A liofilização e reidratação da carne branca, resultava, quase sempre, em produto de melhor qualidade do que a carne escura. A

correlação das medidas objetivas e subjetivas de tenrura foi positiva e altamente significativa, alcançando um $r = 0,88$, enquanto que ela foi negativa para a suculência com $r = -0,77$.

Seltzer (59), procurou destacar a importância da seleção dos métodos de processamento para a liofilização bem sucedida de frangos. Ele sugere que o frango mais adequado para esse tipo de processamento deve conter alguma gordura, mas não em excessiva quantidade, pois que, desta forma, seria susceptível de fácil rancificação. O período de indução de rancificação da gordura pode ser alcançado e completado durante o processamento e a secagem da carne, de sorte que a rancificação aumente muito rapidamente logo a seguir. Todavia, o valor de peróxido nas gorduras é normalmente bastante mais baixo em carne liofilizada do que no produto não seco. A razão deste fato pode ser relacionada com a evaporação dos compostos lipídicos sob alto vácuo, ou, possivelmente, com a desoxigenação. Seltzer concluiu ainda que, embora nem todas as partidas de frangos tenham sua textura melhorada após este processamento, é necessário evitar temperaturas impróprias de escaldamento, bem como tempo excessivo nas máquinas de depenação.

Bele e colaboradores (9) procuraram estudar avaliações objetivas para medir diferenças de tenrura em carne de frango liofilizada. Eles usaram peito e coxas de frangos de nove semanas de idade que, após processamento, foram congelados ou liofilizados, tanto crus como cozidos. A carne de frango liofilizada apresentou textura e suculência diminuída maior resistência ao ci

salhamento e maior quantidade de suco do que a carne congelada. A carne de frango cozida e liofilizada apresentou maior resistência ao cisalhamento no "Allo Kramer" e no "Instron", se comparada à congelada. As provas de textura por cisalhamento pelos instrumentos foram concordantes com aquelas da equipe sensorial. Todavia, não houve consistência na diferença dos valores de cisalhamento para a carne que foi congelada e liofilizada antes de cozida. Assim, a carne de frango liofilizada era facilmente distinguível da congelada, porque a primeira apresentava textura mais rija e era menos suculenta, tendo ainda maiores valores de cisalhamento e maior quantidade de líquido espremido. A carne cozida, após liofilização, apresenta maiores valores reológicos do que a cozida, após a congelação. Entretanto, a medida de suculência determinada nos aparelhos físicos, mostrou o inverso, ou seja, a carne liofilizada teve valores maiores de suculência do que a congelada. A liofilização afetou diferentemente os músculos do peito e da coxa. Os primeiros apresentaram carne mais dura e menos suculenta e mais altos valores de cisalhamento do que os segundos. A carne cozida, após a liofilização, tem melhor tenrura e mais suculência e mais baixos valores de cisalhamento do que a carne cozida antes da liofilização.

Wells e colaboradores (78) estudaram os valores atribuídos para a tenrura da carne de frango liofilizada, tanto por uma equipe sensorial, como pelo "Shear Press". Esse estudo procurou relacionar a tenrura com a idade e a ministração de íons antes do abate. Eles concluíram, pela análise sensorial, que o peito liofilizado de fêmeas "White Leghorn" de vinte e oito meses de ida

de , era sensivelmente mais duro que o das com nove e dezenove semanas de idade. Entretanto, medidas no "L.E.E. Kramer Shear-Press", mostraram resultados opostos, dando melhores valores - para a carne de aves mais velhas. Os resultados das provas de ministração de íons pela alimentação também denotaram discrepância entre os dois processos de avaliação, o que, todavia, não acontecia quando, utilizando os mesmos métodos, determinavam-se os valores de amostras não liofilizadas. Estes resultados indicam também que as medições pelo "Shear Press" têm algumas limitações quando se procura um método objetivo de mensuração da tenrura de carne liofilizada de aves. Por outro lado, o cloreto de sódio, o hexametáfosfato de sódio e o cloreto de potássio ministrados às aves com a alimentação, não afetaram significativamente a tenrura, o sabor, a cor e a porcentagem de reidratação da carne de frangos liofilizada, mas mostraram uma tendência de afetar adversamente a coloração.

Tuomy e Helmer (74) , estudaram o efeito da liofilização sobre a qualidade do músculo longissimus dorsi de suíno. O músculo foi avaliado antes e depois de liofilizado, por uma equipe sensorial e pelo "Kramer Shear Press". Os pedaços de músculo eram liofilizados crus e avaliados após a reidratação e cocção. A liofilização endureceu significativamente a carne de porco. Nenhuma relação foi encontrada entre o endurecimento causado pela liofilização e o peso da carne de lombo. Nenhum fato parecia poder sugerir que as peças de maior peso fossem mais ou menos apropriadas à liofilização quando comparadas com aquelas -

de menor peso.

7. - Análise sensorial e reológica

a) Amostragem

A avaliação sensorial de carnes, oferece bom índice subjetivo de tenrura, sabor, suculência e aceitabilidade. O real valor dos resultados deve ser estribado, porém, nos cuidados de preparo das amostras, e também na uniformidade de seu tamanho. Assim, Beery e Ziegler (8) conseguiram um método simples e rápido para o preparo de amostras de carne bovina para os testes sensoriais, dando uma uniformidade física, tanto às amostras, como aos processos de cocção. O aparelho, "Broiling Sectioning Apparatus", usado por eles, consta de uma base, à qual estão adaptadas oito caixas retangulares de cinco centímetros de largura, onze de comprimento e quatro e meio de altura. As paredes não são compactas e sim formadas por ranhuras que coincidem com as do lado oposto, de forma a facilitar o corte dos pedaços dentro das próprias caixas. A carne, em pedaços inteiros, é colocada dentro das caixas, presa por dentes, e a seguir, levada ao forno. Quando alcança a temperatura desejada, é retirada do forno, os dentes são removidos e a carne é cortada em pedaços uniformes, sendo então servida à equipe de provadores. Esses pesquisadores usaram como elemento de estudo o longissimus dorsi, retirado à altura da décima

segunda costela. Eles acreditam que o citado aparelho pode ser usado para qualquer tipo de carne ou produto cárneo, onde a uniformidade do tamanho seja importante para a avaliação.

Davey e Gilbert (20), em seu trabalho, falam da importância das dimensões das amostras de carne para os testes objetivos. Ajustando os valores de cisalhamento, medidos em ângulo reto ao eixo das fibras musculares de uma amostra de 1 cm^2 de secção, as variações da tenrura dentro da mesma, são reduzidas até mais ou menos cinco unidades. Tais variações representam, aproximadamente, meia unidade na região média de uma escala sensorial de tenrura de nove pontos. Afirmam estes pesquisadores, que fazendo tais correções no valor do cisalhamento, pode-se deduzir com mais clareza e melhor os efeitos das características de processamento sobre a tenrura dentro de um mesmo músculo. Os resultados deste trabalho, mostraram que, se os valores da força de cisalhamento são corrigidos para a secção transversal de uma amostra de 1 cm^2 na linha de clivagem, a análise estatística de significância dos valores médios não seria mais necessária. Neste aspecto, diferentes curvas relacionando tempo de maturação e valores médios de cisalhamento corrigidos, foram feitas para o músculo semimembranosus de dois animais diferentes. Desde que os resultados completos são obtidos de um músculo escolhido de um único animal, variações em tenrura inter-animal e intra-muscular, podem ser estudadas acuradamente, dando maior significado aos resultados. Este método de ajustar

os valores de cisalhamento poderia levar a uma descrição mais clara das relações existentes entre a tenrura da carne e as características do animal e da carcaça.

b) Medições reológicas

Muitos métodos ditos objetivos, usados para avaliar a tenrura da carne tem sido desenvolvidos e testados. Contudo, a maioria destes métodos requer a remoção de uma amostra da carcaça e seu preparo culinário. Armour and Co. (6) desenvolveu um instrumento denominado "Armour Tenderometer", o qual mede a tenrura da carne, principalmente do músculo longissimus dorsi, obtendo daí, uma previsão da tenrura do restante da carcaça após cocção. A principal vantagem desse instrumento é ser portátil e efetuar testes sem inutilizar a carcaça pela destruição da porção utilizada. A acuidade e os resultados consistentes desse aparelho têm sido confirmados pela avaliação sensorial. A correlação entre essas medidas, ou seja, resistência à penetração das agulhas do aparelho na carne crua e a avaliação sensorial, foi altamente significativa. Medidas em carne cozida com o "Warner Bratzler Shear" foram também feitas e correlacionadas com os valores da equipe e do "Tenderometer". A correlação entre o "Warner Bratzler Shear" e a equipe, também foi significativa. Todavia, entre os aparelhos não houve correlação.

Aparentemente, os dois testes físicos, sendo mecanicamente diferentes, não medem os mesmos fatores da mesma forma ou no mes

mo grau. Contudo, o que eles medem é parte da impressão total da tenrura percebida pela equipe ao morder e mastigar a amostra.

Parrish Jr. e colaboradores (51), usando, entretanto, esse mesmo aparelho, "Tenderometer Armour", não encontraram boa correlação entre os valores objetivos em diferentes delineamentos experimentais. Foi verificada a incapacidade do aparelho em detectar o aumento da tenrura, ocorrido durante a maturação da carne após um, três e sete dias, enquanto que a equipe sensorial detectou modificações significativas neste mesmo período de tempo.

Carpenter e colaboradores (13) acham que o "Tenderometer Armour" pode ser útil para classificar as carcaças em diferentes grupos de tenrura, embora este não seja muito preciso.

Miyada e Tappel (47), inspirados no "Texturometer de Christel" e um moedor doméstico, desenvolveram dois métodos novos para medir a textura da carne. A acuidade desses dois métodos foi primeiramente testada usando ceras como material de teste homogêneo. Um coeficiente de variação de 2% demonstrou que esses métodos são mais acurados que o "Warner Bratzler Shear". Uma análise de variância dos dois critérios mostrou que a força máxima de cisalhamento e o trabalho total, possuem um alto valor na distribuição de diferenças entre tratamentos. Na análise dos resultados, o trabalho total foi considerado o melhor critério para determinação da textura em virtude do seu alto valor de F. Uma análise estatística dos resultados, revelou pequena diferença entre a força máxima de cisalhamento e o trabalho total na medição da textura da cera com o "Texturometer Christel". Por conveniência, a

força máxima de cisalhamento requer uma única leitura, e por isso é um método mais adequado. O trabalho total e a força máxima de cisalhamento como função da espessura da amostra de carne, foram determinadas utilizando músculos semitendinosus de diferentes animais. Foi observado que a relação entre o trabalho e a espessura da amostra aproximou-se de uma curva exponencial, ao passo que a relação entre a força máxima de cisalhamento e a espessura da amostra, aproximou-se mais de uma curva logarítmica. Contudo, a aplicação de logarítmos aos dados obtidos, não reduziu as relações a uma função linear desejada.

Segundo Anderson e colaboradores (2), se um método objetivo pode ser desenvolvido para indicar a qualidade da carne de um determinado animal, através de testes realizados com uma ou várias porções da carne desse animal, o produtor poderia economicamente prever a reação do consumidor. Assim, um dos objetivos no desenvolvimento do "Rotating dull Knife Tenderometer", foi desenvolver um método pelo qual uma porção de baixo custo, embora destruída pelo teste, pudesse predizer a tenrura dos outros cortes relativamente mais caros. Este tenderômetro é um aparelho sensível e dá boas correlações com as medidas sensoriais. No presente caso, a porção usada para os testes, foi o coração. Anderson e colaboradores chegaram a demonstrar que a tenrura do coração era uma indicação da tenrura de todos os outros músculos da carcaça. Pelos resultados obtidos, mostraram ainda que a ordenação de vários animais em relação à tenrura foi similar à ordenação dos valores do aparelho para as medidas de tenrura do coração destes mesmos animais. A similaridade, senão perfeita, foi boa.

Shama e Sherman (60), avaliaram os dados sobre a textura de alguns alimentos através de vários processos, inclusive o "Instron Universal", e concluíram que a primeira mordida envolve uma aplicação linear de força. O "Instron" também oferece um modelo linear de aplicação de força, o que torna possível obter informações sobre as propriedades de textura durante a primeira mordida nos testes de força-compressão. Contudo, os dados obtidos em tais testes são influenciados, não somente pela aplicação da força, mas também pela velocidade e frequência com que ela é aplicada. Essas duas variáveis devem ser consideradas na análise dos dados, visto como a força aplicada na mastigação e também a velocidade da sua aplicação dependem das características de textura da amostra que está sendo avaliada. Baseadas na correlação das respostas sensoriais com os valores instrumentais de força-compressão e velocidade de aplicação da força, é necessário cuidado para escolher as condições mecânicas que deverão ser usadas nos testes com o "Instron", de maneira que elas simulem ao máximo as condições da avaliação sensorial.

Stanley e colaboradores (67) estudaram a avaliação de certas propriedades físicas da carne usando o "Instron Universal" e concluíram que este serve para se avaliar propriedades, como por exemplo, a força de ruptura, força de quebra, elasticidade e relaxamento em carne bovina. O aparelho mede variações em função do tipo de músculo, seu estado de maturação e tratamento "post-mortem", comparando-os com os instrumentos de cisalhamento.

Dodge e Stadelman (25) avaliaram a tenrura da carne de peru, pelo cisalhamento no "Kramer Shear Press", tanto em carne crua como em carne cozida. Os valores do cisalhamento foram comparados com o número de mastigadas. Os resultados revelaram que as correlações foram significativas entre o cisalhamento da amostra crua e as respostas sensoriais da carne cozida, mas não o foram tão evidentes como os coeficientes das amostras cisalhadas cozidas e as respostas da equipe de análise sensorial. O tamanho das amostras usado pela equipe neste estudo, pode ter influenciado esses resultados, pois a equipe sentiu-se fatigada durante a avaliação. Todavia, nenhuma influência particular a respeito do efeito do tamanho da amostra na relação foi estatisticamente evidenciada.

Stanley e colaboradores (68), usaram o "Instron Universal" para obter vários parâmetros relacionando força e trabalho necessários para estender uma amostra de carne cozida aplicando força paralela às fibras do músculo. Outras medidas foram feitas e que deram informações de elasticidade, alongamento e relaxamento. Os resultados encontrados por esses pesquisadores, indicaram que, dos métodos objetivos empregados, certos parâmetros obtidos com o "Instron" são bons indicadores da textura da carne cozida. As relações entre esses parâmetros e as respostas sensoriais, mostram que dentro das limitações do experimento, uma boa estimativa da tenrura da carne cozida pode ser obtida pelos testes feitos com o músculo cru. Os mesmos pesquisadores testaram ainda mais dois aparelhos: o "Warner -

Bratzler Shear" e o "Kramer Shear Press", e usaram um material homogêneo, a proteína texturizada vegetal, como padrão de textura. Os coeficientes de correlação mostraram que para amostras do músculo psoas os dados do "Kramer Shear Press" não são altamente relacionados com o "Warner Bratzler Shear" e parecem mais correlacionados com os valores da força de ruptura do "Instron". Todos os métodos que determinam "força de ruptura", são interrelacionados, mas correlacionam-se menos com aqueles que medem cisalhamento.

Para carne de peru cozida, Pool e Klose (54), estabeleceram relações entre a resistência máxima de cisalhamento e a dimensão da área seccionada. Quatro tipos de material foram usados neste estudo: o pectoralis superficialis de peru jovem (tenro), o mesmo músculo de peru mais velho, com apenas duas horas de maturação, músculo semimembranosus de boi; fibras regeneradas de proteína de soja. Para os perus tenros, as amostras eram circulares, quadradas ou em triângulos equiláteros com áreas menores que 1 cm^2 , ao passo que para os outros materiais, as amostras eram somente cilíndricas, com diâmetro variando de 0,85 a 2,54 cm. Uma célula igual a do "Warner Bratzler Shear" foi adaptada ao "Instron Universal" para o teste. A resistência ao cisalhamento foi proporcional ao diâmetro equivalente elevado a uma potência de 1,2 sobre uma larga escala de tamanhos, forma, e dureza intrínsecas. Uma força aplicada às fibras superficiais de uma amostra de carne, tal como pela faca do aparelho "Warner Bratzler Shear", é transmitida em volta, e não através do plano de cisalhamento, mas dentro do volume da amostra, a-

baixo e nas adjacências da linha de incidência. Por essa razão, somente aquelas fibras em contacto imediato com o instrumento - cisalhante, recebem o máximo dos componentes verticais ou força máxima de deformação. A área a ser considerada no cálculo da - força por unidade de área, é a área diretamente sob a lâmina ci - salhante, a qual deveria ser igual à espessura da lâmina, multi - plicado pela distância sobre a qual está atuando na amostra. Já que a espessura da lâmina é constante, a força por unidade de área torna-se a força por unidade de dimensão linear transversa.

Carpenter e colaboradores (12) usaram métodos objetivos para a - valiar a qualidade da carne suína. Estudaram o músculo longissi - mus dorsi de carcaças de diferentes pesos, idade cronológica e teor de gordura intramuscular. Para medir a tenrura usaram o "Warner Bratzler Shear", "Denture Tenderometer" e um tenderome - tro moedor. Os valores obtidos pelos três aparelhos, indicaram - que os mesmos oferecem condições satisfatórias para predizer a tenrura.

c) Avaliação mista: subjetiva e objetiva

Sharrah e colaboradores (62, 63) testaram, num período de dois - anos, os músculos semimembranosus e longissimus dorsi de cento - e setenta e seis bovinos. Uma equipe altamente treinada avaliou tenrura, textura, suculência, sabor e número de mastigadas dos pedaços em três posições diferentes dos mencionados músculos. A tenrura foi também medida objetivamente através de três apare -

lhos: o "Warner Bratzler Shear", o "L.E.E. Kramer Shear" e este último modificado pela colocação de uma lâmina de cisalhamento do primeiro aparelho. Esta última combinação apresentou a vantagem do uso de amostras menores do que a usada no "Warner Bratzler Shear" e ainda a de oferecer maior sensibilidade que o "L.E.E. Kramer Shear". Os coeficientes de correlação entre e dentro das medidas subjetivas e objetivas, mostraram que os valores sensoriais para tenrura foram ligeiramente mais altos com o "Warner Bratzler Shear" do que com o "L.E.E. Kramer Shear" e que os fatores sensoriais de qualidade foram inteiramente interrelacionados. Das conclusões tiradas deste estudo pela equipe, podem ser mencionadas as seguintes: os meios mecânicos diferem em sensibilidade e repetibilidade e parecem medir diferentes propriedades da carne; dentro do mesmo músculo variações podem existir; os provadores variam consideravelmente em sensibilidade e repetibilidade; apenas o coeficiente de correlação entre a medida objetiva e subjetiva pode não ser suficiente; mais investigações são necessárias para estabelecer variação da força de cisalhamento, que é significativa em termos de avaliação sensorial da textura e tenrura da carne.

Cover e colaboradores (17) fizeram testes objetivos de cisalhamento e verificaram que os valores do aparelho "Warner Bratzler Shear" eram significativamente mais elevados para as temperaturas de 80°C do que foram as de 61°C no longissimus dorsi, mas o eram apenas ligeiramente mais altos para o híccps femoris. Nenhum dos dois músculos citados, apresentou diferenças significativas entre 80° e 100°C. Ambos os músculos mostraram valo -

res similares a 61°C, embora o tecido conjuntivo do bíceps femoris revelasse mais dureza que o longissimus dorsi. As correlações calculadas para a tenrura do tecido conjuntivo entre os valores sensoriais e reológicos foram baixas. Os mais altos - coeficientes de correlação entre os valores do cisalhamento e a equipe sensorial para o longissimus dorsi preparado a 0° e 100°C, foram constatados para maciez nos dentes, facilidade de fragmentação e adesão. Com o longissimus dorsi, todos os coeficientes foram significativos e elevados, indicando as correlações que a casualidade na seleção dos animais resulta em valores subjetivos similares a todas as temperaturas neste músculo. Com o bíceps femoris, o único coeficiente alto foi para 80 - 100°C, o que indicaria que os valores de cisalhamento de um - músculo não servem para indicar a tenrura de outro músculo, - mesmo da mesma carcaça. A extensibilidade das fibras era maior a 100°C do que a 61°C, sendo frequentemente significativa para o longissimus dorsi e não para o bíceps femoris: As correla - ções com o aparelho também foram significativas para o primei - ro músculo nas duas temperaturas e somente a 100°C para o se - gundo.

Pangborn e colaboradores (50), estudaram a avaliação da tenru - ra dos músculos pectoralis major e pectoralis minor em perus. A avaliação sensorial foi feita contando o número de mastigadas e a força necessária para a primeira mordida. A medida física - foi o cisalhamento através do "Warner Bratzler Shear" e pelo "L.E.E. Kramer Shear", equipado com uma célula igual ao do pri - meiro. Todos os valores sensoriais de tenrura foram correlacio

nados em níveis altamente significativos com os valores dos aparelhos, mas a melhor correlação foi obtida com o "Warner Bratzler Shear". Os valores da tenrura dados em função da primeira mordida, correlacionaram melhor que os valores referentes ao número de mastigadas. Quando a amostra era apresentada sozinha, os valores conseguiam distinguir entre pedaços que diferiam de 1,1 a 2,0 libras pelo "L.E.E. Kramer" e 2,1 a 3,0 libras pelo "Warner Bratzler Shear". Todavia, quando as amostras eram comparadas em pares, apareciam diferenças significativas entre pedaços de 1,0 a 1,25 libras no "L.E.E. Kramer Shear" e 1,25 a 1,50 libras no "Warner Bratzler". O pectoralis minor foi ligeiramente mais tenro que o major. A primeira mordida, isto é, a resistência oferecida por um pedaço de carne, tamanho padrão, à mordida entre os dentes da frente, foi usada porque ela pode ser mais análoga à ação de cisalhamento do que o número de mastigadas e pode ainda, ser menos influenciada pelos atributos subjetivos de suculência e sabor.

White e colaboradores (80) avaliaram as diferenças de textura na carne de perus. Nesse estudo, o principal objetivo foi verificar a reação de uma equipe não treinada ao provar esta carne, cuja tenrura variou de muito tenra a muito dura. As amostras foram preparadas variando-se o tempo de maturação antes da congelação de uma a vinte e quatro horas. Os valores do cisalhamento foram obtidos pelo "Warner Bratzler Shear" e esses foram correlacionados com os valores sensoriais de uma pequena equipe treinada e com outra equipe não treinada. A equipe treinada,

usando um teste triangular, conseguiu distinguir diferenças de dureza em carne branca, que no teste de cisalhamento apresentava valores que variavam de 4 libras, numa escala de 9 a 22 libras. A equipe não treinada somente distinguia as diferenças na carne branca, onde os valores de cisalhamento situavam-se acima de 25 libras e, por vezes, de 19 a 25 libras. Embora uma variação grande no grau de tenrura parecesse ser igualmente aceitável, aves com valores de cisalhamento acima de 20 libras, como foi determinado neste trabalho, podem ser consideradas como tendo uma tenrura sub-ótima. A frequente crítica de "dureza" para as amostras com valores de cisalhamento acima de 25 libras e a reclamação, por 25% da equipe, quanto às amostras com valores de cisalhamento entre 19 e 24 libras, indicam que o tempo de maturação para aves deste tipo, deve ser suficientemente longo de sorte a assegurar uma força de cisalhamento com valor inferior a 19 libras.

d) Medições sensoriais

Cover e colaboradores (15) estudaram a suculência, relacionando-a a dois fatores que compõem a tenrura: a maciez na língua e bochechas e a maciez nos dentes. A suculência era avaliada sensorialmente, pela compressão da carne entre os dentes nas primeiras mordidas, ao passo que a maciez na língua e bochechas, era avaliada pela sensação aí percebida. As maiores quantidades de água de constituição podem ser responsáveis pela maciez percebida na língua e bochechas nas amostras preparadas em temperaturas mais baixas, enquanto que a dureza percebida -

em bifes preparados em mais altas temperaturas pode ser associada com menores quantidades de água de constituição. A maciez nos dentes é, porém, relacionada com a elasticidade da carne. O número de fibras musculares por unidade de área era maior em pedaços cozidos a 80° do que a 61°C, o que parece indicar que a carne seria mais densa a 80°C, e poder-se-ia afirmar que as fibras seriam menores e menos hidratadas nesta temperatura - uma base lógica, provavelmente, para explicar a dureza da porção. Este trabalho também sugere que a hidratação é possivelmente fator que atuaria no sentido de diminuir os valores da maciez, quando testada pelos dentes, na medida em que a temperatura aumenta.

Em outro estudo, Cover e colaboradores (16), baseados em trabalhos anteriores, estudaram a facilidade de fragmentação e adesão, isto é, a facilidade com que as fibras musculares podem ser cortadas pelos dentes. Uma adesão aparente entre as fibras era testada pela facilidade de separação destas. As fibras musculares pareciam fragmentar-se menos facilmente e aderirem-se mais facilmente com o aumento da temperatura no músculo longissimus dorsi. No biceps femoris, com um aumento da temperatura, havia uma tendência de fragmentação mais fácil e menor adesão entre as fibras. Estas discrepâncias entre os dois músculos, nas diferentes temperaturas, talvez sejam devidas a diferentes modificações ou reações desenvolvidas nos mesmos, resultando endurecimento predominante em um dos músculos. Uma reação de endurecimento das fibras pelo calor, pode-

ria ser ligada à retração da malha da estrutura protéica durante a desnaturação, face à formação de novas ligações cruzadas e estáveis que aparecem entre as cadeias peptídicas.

e) Escalas em uso

Um outro ponto importante numa avaliação sensorial, é o tipo de escala usada para se aquilatar a tenrura da carne. A literatura oferece pouca escolha neste campo, principalmente no que respeita à escala para a tenrura. O primeiro trabalho publicado e que inclui um estado sistemático de escala de valores, foi elaborado por Deatherage e Remain (22). Eles apresentaram uma escala de 0 a 10 pontos com cinco pontos fixos específicos, com definições verbais, e que mostraram boa reproducibilidade e resultados em testes repetidos, usando seis provadores. Admitiram, contudo, grandes flutuações no desvio padrão entre várias partes da escala. Com tão poucos provadores porém, não é possível que tendências erráticas por parte dos provadores individualmente, possam contribuir grandemente para a não uniformidade notada nos modelos da escala.

Raffensperger e colaboradores (55) tiveram como preocupação principal, desenvolver uma escala na qual cada ponto estaria psicologicamente situado entre os pontos mais próximos da direita e da esquerda. Esperava-se, desta forma, pelo menos em parte, evitar as dificuldades de flutuação da variância e consequente necessidade de uma transformação matemática, a qual, no sentido

estrito, seria necessária devido a essa não homogeneidade. O trabalho destes pesquisadores consistiu, pois, em desenvolver uma escala na qual o estímulo fosse classificado em intervalos sucessivos, de acordo com o grau de um atributo definido, que eles julgavam possuir. Neste caso, o estímulo foi puramente verbal, consistindo de quarenta e uma palavras ou frases, cada uma das quais poderia ser usada para descrever dureza ou tenrura. Em seguida, foi feito um teste piloto para determinar se a escala escolhida tinha algum defeito. Usaram, então, uma escala estruturada com valores e termos, e outra escala não estruturada contendo apenas os termos extremos. Empregaram dois grupos de provadores para avaliar a tenrura de nove tratamentos diferentes de carne bovina. Para evitar variabilidade entre animais, apenas uma carcaça foi utilizada com três diferentes cortes e três diferentes graus. Assim, qualquer efeito diferente do pedaço e do grau, poderia ser atribuído ao provador ou à escala. Os resultados foram quase idênticos para as duas escalas em dois pedaços, mas foi maior para a escala não estruturada no caso do pedaço do lombo. A análise da variância mostrou que o efeito do grau foi significativo além do nível de 0,5% para cada escala em cada corte. Estes resultados, contudo, não demonstraram, necessariamente, que qualquer uma das escalas discriminaria mais efetivamente do que a outra. O erro da variância calculado com a interação provador-versus-grau, que mostraria a extensão da concordância entre provadores individuais, foi determinado

para cada uma das escalas, mas não foi estabelecida diferença significativa. A escala estruturada apresentou uma quantidade significativamente maior de erros sistemáticos do que a não estruturada, ou seja, cerca de 50% contra 20%. As proporções-cumulativas das respostas, foram plotadas contra os valores da escala. O ponto médio das escalas, definido pela expressão "nem duro nem tenro", foi aparentemente evitado pelos provadores, e como o erro sistemático para a escala estruturada foi principalmente parabólico, e que a mais alta variância ocorreu no centro, a omissão desse ponto médio foi considerada necessária para diminuir esta variância.

Outro teste foi novamente feito, usando-se agora uma escala não estruturada e uma estruturada de oito pontos, onde o ponto médio foi abolido. Os resultados foram bons, pois a porcentagem de erro sistemático foi bem menor que no estudo anterior. Chegou-se, então, às seguintes conclusões:

- Uma escala lógica, completamente estruturada, poderia ser desenvolvida;
- Um contínuo bipolar parecia ser o mais adequado, embora não claramente melhor do que aquele que contasse apenas tenrura
- Com uma equipe treinada, os resultados de uma escala estruturada de nove pontos, não são, aparentemente, superiores aos de uma escala não estruturada;
- A eliminação do ponto "neutro" apresentou melhora definida na escala estruturada.

Schutz e colaboradores (58), trabalharam com uma equipe treinada para avaliar graus de flexibilidade, dureza, mastigabilidade e suculência, enquanto que uma equipe não treinada respondia a valores hedônicos de uma escala graduada de textura. Uma análise de regressão, mostrou que 83% da variação dos valores hedônicos poderiam ser considerados em relação às respostas sensoriais de flexibilidade, dureza e mastigabilidade. A suculência não foi considerada porque o estudo foi feito com cenouras, e a suculência não é um atributo importante para este produto.

f) Correlação dos dados obtidos

Uma vez tomadas as necessárias medidas e cuidados no preparo, tamanho e homogeneidade das amostras, torna-se necessário cuidar do emprego da escala apropriada para o tipo de material em estudo e ainda a escolha adequada dos aparelhos. Como passo imediato, as correlações entre as medidas sensoriais e objetivas devem ser consideradas neste tipo de pesquisa.

Notória é a importância de um alto grau de correlação entre os métodos objetivos e as avaliações sensoriais, principalmente quando se procura um método que possa substituir o processo convencional e caro de equipe de provadores. Tem sido feitas tentativas no sentido de definir claramente o que esteja sendo medido, tanto nos testes sensoriais como objetivos. Todavia, poucos trabalhos tem-se preocupado com os métodos de análise dos dados. Gacula e colaboradores (27) estudaram um método de análise dos dados, eliminando as possíveis fontes de variação que afetam as

medidas subjetivas e objetivas, e conseguiram minimizar essas variações dando, como consequência, um substancial desenvolvimento no grau de correlação.

Segundo Szczesniak (71), o coeficiente de correlação é uma expressão matemática de como as variações de um fator mensurável parecem estar associadas com variações de um outro fator. Quanto mais próximo esse valor está de -1 ou +1, mais próxima é a associação entre os dois fatores. Um coeficiente igual a 0,86 indica uma melhor correlação que um coeficiente igual a 0,32, havendo tabelas que indicam o grau de significância para esses coeficientes. O número de amostras estudadas, também tem influência sobre a significância estatística. Um grande número de amostras testadas diminui a probabilidade de que as correlações observadas tenham sido conseguidas pelo acaso. Para se estabelecer qual a significância de correlação entre os valores de textura, isto é, o sensorial e dos valores do aparelho, usa-se o quadrado da correlação (r^2). Este dá uma medida de porcentagem da variação de textura, refletida na mesma avaliação sensorial. Quanto mais alto este número, melhor é a medição objetiva no refletir a textura sensorial e vice-versa.

g) Terminologia

Outro ponto importante na avaliação sensorial da textura, refere-se à terminologia empregada.

Assim, Kramer (38) afirma que atualmente ainda encontramos, não somente entre os consumidores mas também entre os cientistas, a convicção de que as qualidades sensoriais dos alimentos se resumem apenas no sabor. Quanto à textura, esta contribuiria para o sabor de uma forma mal definida ainda.

Smith, em 1947, foi o primeiro a atribuir propriedades de qualidade como sendo parâmetros distintos que contribuem para a qualidade geral dos alimentos. Entre esses parâmetros (tamanho, viscosidade, espessura, textura, consistência, turbidez, cor, suculência e sabor), é interessante observar que não menos do que cinco, podem ser incluídos no termo geral de textura.

Szczesniak e Skinner (72) investigaram a importância relativa da textura para o consumidor e a terminologia por estes mais utilizada. A associação de palavras foi um primeiro passo da pesquisa. Os autores apresentavam três palavras relativas à textura e o consumidor deveria associá-las com alimentos como, carnes, frutas, vegetais, etc. Os resultados indicaram que o consumidor entende o significado qualitativo das palavras oferecidas, do mesmo modo que uma equipe com experiência na avaliação da textura. Algumas palavras oferecidas possuíam duplo significado, e eram também relacionadas com outras características. As respostas foram utilizadas na confecção de uma tabela de alimentos de reconhecidas características específicas de textura. Tal ta-

bela deverá ser de utilidade na explicação do sentido da palavra textura para pessoas não familiarizadas com a nomenclatura, ou em situações onde existe a barreira da linguagem.

No Japão, Yoshikawa e colaboradores (84) realizaram idêntico-estudo num colégio, e usaram uma lista de quarenta termos. Porém, a maioria dos alimentos era tipicamente japonesa, e algumas palavras não puderam ser traduzidas, de sorte que o resultado só pode ser útil para o Japão.

Jowitt (32), em trabalho organizado, também elaborou um glossário sistemático e compreensivo de termos de textura, com o objetivo de obter uma terminologia básica.

Cumming e colaboradores (19) também fizeram um interessante trabalho de pesquisa de opinião no Canadá, sobre os tipos de medidas mais usadas e os instrumentos empregados em textura, bem como a opinião de usuários sobre os mesmos. Os questionários foram enviados a instituições governamentais, universidades e indústrias de alimentos. O questionário consistia em quatro secções:

1. - Uma carta onde indicava o objetivo da pesquisa e como responder;
2. - Perguntas sobre os aparelhos e utilização para a textura;
3. - Solicitação de informações sobre uso de correlações entre análise sensorial, química e importância das mesmas;
4. - Se havia necessidade de uma padronização de métodos.

Os resultados foram interessantes, embora apenas 57% dos questionários retornassem com as informações. Desses 57%, apenas 5% não usavam nenhum aparelho para textura, ao passo que nas indústrias, o uso maior de aparelhos era para medir textura em carnes. Instrumentos mais sofisticados como o "Instron" e "Shear Press", eram usados apenas em setores de pesquisa. Quase todos faziam correlação com as medidas sensoriais, e todos foram unânimes em afirmar da necessidade de uma padronização de métodos.

A análise dos dados colhidos na literatura mundial mostra claramente muitas contradições, dúvidas e incertezas, tanto na definição das características da carne a serem estudadas, como no que respeita aos métodos a serem aplicados e na significação dos resultados colhidos.

Como ciência relativamente nova, tanto a análise sensorial como a reológica, necessitam de estudos básicos e definições melhor alicerçadas em dados concretos, a fim de que possam preencher o lugar que lhes é destinado no contexto geral da tecnologia dos alimentos.

III - MATERIAL E MÉTODOS.

1. - Material

No presente trabalho foram utilizadas aves (frangos) gentilmente fornecidas por um Centro de Experimentação localizado no município de Jarinu. As aves, da linhagem Peterson, tinham cinquenta e seis dias de idade e pesavam, vivas, entre 1,700 e 1,800 kg. Foram criadas em instalações especiais e separadas de acordo com o tipo de ração que recebiam. Do primeiro ao trigésimo quinto dia de vida, receberam as rações de acordo com um plano pré-estabelecido. Assim, os da ração "A" não recebiam gordura, os da ração "B", tinham ração com 3% de gordura (lecitina de soja) e os da ração "C", 6% de gordura. Do trigésimo sexto dia até o abate, o teor de gordura da ração foi ajustado para 1,2%, 4% e 8%, respectivamente, para os frangos das rações A, B e C. (Quadros 1 e 2). Completados os cinquenta e seis dias de idade, as aves foram retiradas dos galinheiros do Centro de Experimentação de Jarinu, colocadas em engradados apropriados e depois transferidas para outros engradados de madeira, com capacidade para dezoito animais cada, condição em que foram transportadas até um matadouro industrial em Louveira, onde se processou o abate. O descanso das aves se fez por um período de duas horas, dentro dos próprios engradados de transporte colocados sobre plataforma coberta e bem ventilada. No momento do abate

QUADRO 1

VARIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO MINISTRADA AOS FRANGOS

	Ração A		Ração B		Ração C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
% proteína	21,71	19,21	22,31	19,98	24,10	20,92
% extrato etéreo	3,79	4,57	5,32	7,36	9,06	10,00

QUADRO 2

PORCENTAGEM DA LECITINA DE SOJA ADICIONADA ÀS RAÇÕES

Rações	Do 1º ao 35º dia	Do 36º ao 56º dia
A	0,0	1,2
B	3,0	4,0
C	6,0	8,0

te, as aves apresentavam atitudes e vivacidades normais, cor própria das cristas e bom estado de nutrição. A inspeção "ante-mortem" foi normalmente realizada pelo Serviço Sanitário-do estabelecimento.

Processamento : Os frangos pendurados pelos tarsos nos gan-
chos da nora (corrente transportadora), pas-
savam por um aparelho onde eram isensibilizados por uma des-
carga elétrica de \pm 50 volts (Foto 1). Após a insensibiliza-
ção ou narcolepsia elétrica, as aves eram sangradas pela in-
cisão das veias palatinas, sendo que a sangria tinha duração
média de três minutos. À sangria seguia-se o escaldamento em
água à temperatura média de 52°C, pelo tempo de setenta e -
cinco segundos.

As aves seguiam então para a operação de depenação, que era
realizada mecanicamente em depenadeiras constituídas de tam-
bores rotativos providos dos chamados "dedos de borracha".

Após a depenação, tinha lugar a evisceração, que era feita -
manualmente através de um corte transversal na parte infe-
rior do abdômem, expondo as vísceras para a inspeção sanitá-
ria.

Evisceradas, as aves eram lavadas através de sistema de ato-
mizadores, para a higienização da parte eventualmente contami-
nada e remoção da biliar acaso derramada, bem como para elimi-
nação de outros detritos.

Seguia-se a remoção dos pulmões, feita mediante o emprego de vácuo, o qual aspira esses órgãos por sucção (Foto 2). Na mesma linha operacional, as cabeças dos frangos eram cortadas na altura da articulação occipito-atloideana.

O pré-resfriamento das aves foi feito em dois grandes tanques metálicos, contendo água e gelo picado em movimento contínuo, através de uma parafuso de rosca-sem-fim ("spin-chiller").

À saída dos tambores de pré-resfriamento, as aves permaneciam sobre esteiras a fim de eliminar parte do excesso de água incorporada durante o pré-resfriamento. Em seguida, eram novamente penduradas nos ganchos da nora (linha de respingo) para continuar a perda de água por respingo. Nesta linha, percorriam cerca de oitenta metros em aproximadamente quinze minutos, seguindo para a embalagem e posterior conservação.

Os frangos eram então manualmente embalados em saquinhos de polietileno, selados à máquina e colocados em caixas plásticas numeradas, cada qual obedecendo ao tipo de ração.

Do total dos frangos abatidos, dezoito de cada ração foram retirados e trazidos para o Laboratório de Análise Sensorial da F.E.A., onde permaneceram em refrigerador. Os demais permaneceram nas caixas plásticas por aproximadamente quatro horas, quando então foram congelados. O processo de congelação

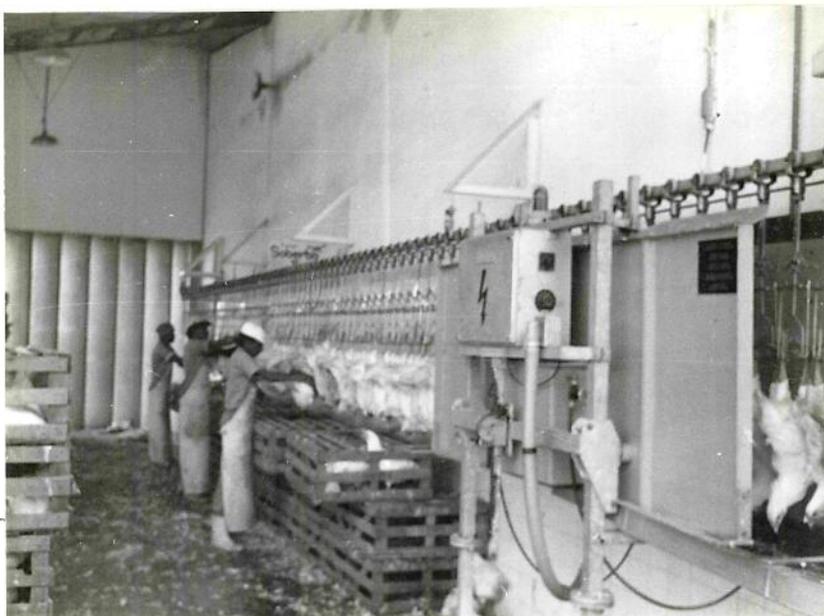


Foto 1- Insensibilização elétrica dos frangos antes da sangria.



Foto 2- Retirada dos pulmões pelo emprego de vácuo

empregado foi pelo método rápido, em túnel de ventilação forçada de ar frio, que permite uma rápida congelação de produtos de pequeno porte, mormente quando a direção do ar é de cima para baixo e também lateralmente.

Armazenamento : Uma vez congelados, os frangos foram transferidos para câmara fria de estocagem, onde permaneceram vinte dias à temperatura de -18° a -22°C .

2. - Métodos

Preparo da amostra : A amostragem utilizada no trabalho, constituiu-se de um total de cento e quarenta e quatro aves, que foi dividida em dois grupos: Grupo I e Grupo II.

O Grupo I compunha-se de cinquenta e quatro frangos, sendo de zoito de cada tratamento alimentar. As carcaças dessas aves não sofreram nenhuma congelação, tendo sido no mesmo dia do abate levadas para o Laboratório de Análise Sensorial da FEA, onde permaneceram em refrigerador a 10^oC até o dia imediato, quando foram preparadas para os testes de conformidade com a descrição seguinte:

Peito e coxas eram separados da carcaça, lavados, pesados e colocados em assadeiras, borrifados com uma solução salina (1% de sal para cada 100 gramas da amostra), cobertos com papel alumínio e levados ao forno da panificadora na planta piloto da FEA, à temperatura de 180^oC por 105 minutos. Após este tempo, o peito indicava temperatura interna de 85^oC aproximadamente. Retiradas do forno, eram as peças esfriadas à temperatura ambiente, removido o papel alumínio e pesadas novamente para o cálculo da perda pela cocção. Em seguida, e com muito cuidado, separávamos os músculos pectoralis minor (carne branca) e o bíceps femoris (carne escura) de cada ave (Foto 3).

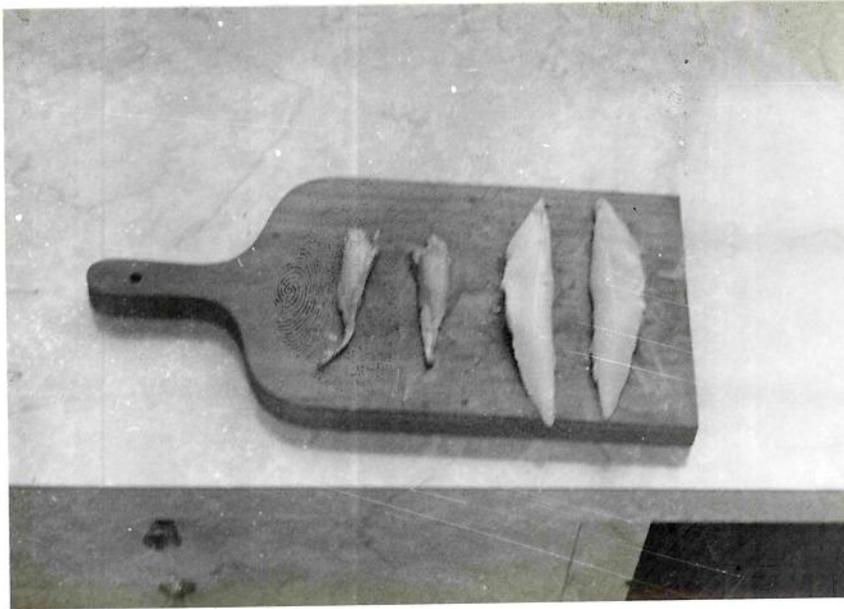


Foto 3- Músculos usados nas medições subjetivas e objetivas

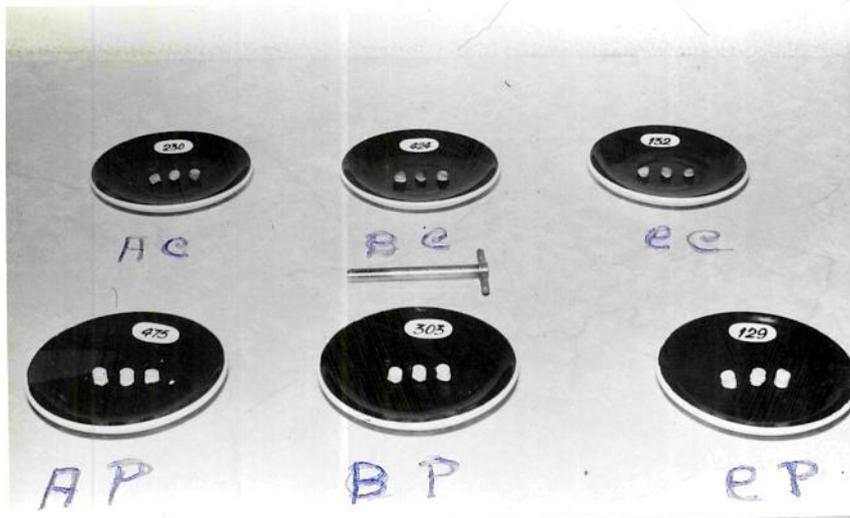


Foto 4- Porções dos músculos "pectoralis minor" e "bíceps femoris"
usadas nas provas sensoriais e reológicas.

Para uma amostragem adequada eram assados quatro peitos e oito coxas de cada ração no mesmo bloco e delineamento. Os músculos, uma vez retirados, eram cuidadosamente cortados em porções cilíndricas, no sentido transversal das fibras, desprestando-se as extremidades de inserção. Esses pedaços tinham uma base de 1,2 cm de diâmetro por 1,5 cm de comprimento. As porções eram misturadas entre si, dentro de cada tratamento, e separados na quantidade de dois para cada provador e embrulhados em papel alumínio para evitar ressecamento (Foto 4).

O Grupo II compunha-se de noventa frangos, cabendo trinta a cada tratamento alimentar. Estes foram congelados quatro horas após o abate em túnel com ventilação forçada de ar frio e posteriormente tratados da mesma forma que o Grupo I.

Análise Subjetiva

Seleção e treinamento da equipe: Na seleção da equipe para os testes sensoriais, foram convidadas dez pessoas com conhecimento prévio de textura de carne em geral. A seleção foi feita empregando-se carne de frango (peito e coxas) com diferentes tempos de cocção, tendo-se aplicado o método sensorial de diferença-pareado. Este método, vale ressaltar, não indica grandeza ou direção da diferença entre as amostras, mas denota apenas se elas são diferentes ou não. Ainda, permite observar se o provador possui realmente acuidade sensorial normal ou não, observados naturalmente - como realmente o fizemos - o controle dos fatores estranhos como cor, odor e sabor, quando diferentes texturas são avaliadas. Após provar as amostras da esquerda para a direita, foi solicitado a cada um dos dez provadores que detectasse a existência ou não de diferenças naquele par de amostras. Des-

ta forma, foram apresentados dez pares de amostras a cada provador: AB, AA, BA, AB, BA, AB, BB, AA, AB e BA. Foi ainda pré-determinado o número de comparações e os provadores que alcançaram um número significativo de julgamentos corretos, foram selecionados para formar a equipe, que, finalmente, ficou constituída de seis elementos apenas.

Estas pessoas, três homens e três mulheres, com idade variando entre 20 a 50 anos, não eram portadores de afecções nasais e bucais aparentes, e tinham dentadura natural, evitando-se, com isto, todas as possíveis causas de variação. O número de respostas corretas necessárias para estabelecer diferenças significativas, foram calculadas pelo teste do χ^2 e podem ser encontradas na tabela de E.B. Roessler, citado por Amerine e colaboradores (1), para vários números de comparações efetuadas aos níveis de significância de 5%, 1% e 0,1%. Neste caso, as amostras de frango foram apresentadas com diferentes graus de textura, devidas a diferentes tempos de cocção (Quadro 3 - Ficha 1).

Uma vez selecionada a equipe, iniciamos o seu treinamento, que foi realizado em três fases distintas: a primeira fase consistiu num estudo da classificação das características de textura (70) onde a equipe aprendia o significado sensorial das características mecânicas desta. Algumas semanas foram gastas nesta fase.

QUADRO 3

SELEÇÃO DA EQUIPE DE PROVADORES PELO MÉTODO DA COMPARAÇÃO

PAREADA

Provadores	J u l g a m e n t o s		Corretos
	Totais	Corretos	%
1 (H)	10	10 ^{***}	100 ^a
2	10	9 [*]	90 ^a
3	10	8 ^{n.s.}	80 ^a
4	8	6 ^{n.s.}	75
5	10	5 ^{n.s.}	50
6 (M)	10	9 [*]	90 ^a
7	10	9 [*]	90 ^a
8	8	6 ^{n.s.}	75
9	10	10 ^{***}	100 ^a
10	10	6 ^{n.s.}	60

* Significativo ao nível de 5%

*** Significativo ao nível de 0,1%

(H) Homens

(M) Mulheres

a Provadores selecionados

FICHA 1 - Empregada na seleção da equipe de provadores

Pareado - Diferença

Produto: Carne de Frango

Nome: _____

Dentro de cada par, trace um círculo na amostra mais rija
(dura).

Par

A segunda fase, consistiu na avaliação de vários graus de tenrura, bem como no reconhecimento do grau de diferença entre a tenrura de diversas amostras.

A terceira e última fase, consistiu em ensinar a equipe a mastigar corretamente as amostras e a contar o número de mastiga das* (média de uma mastigada por segundo), até o pedaço em prova estar em condições de ser deglutido. Ainda nesta fase, foi explicado à equipe o significado exato dos termos "macia" e "rija", em carne.

Após esta fase de treinamento, a equipe, agora possuidora de um razoável entendimento dos vários aspectos de textura, já é ra capaz de identificar, com certa segurança, os graus caracte-
rísticos de tenrura.

Para o procedimento da análise subjetiva (número de mastiga das, textura e sabor) dos pedaços de frango, objeto de nosso estudo, escolhemos um delineamento estatístico. Blocos Incom-
pletos tipo II, (18) onde: $t = 6$, $k = 4$, $r = 10$, $b = 5$, $\lambda = 6$ e $E = 0,90$, sendo:

t = número de tratamentos (3 rações x 2 tipos carne bran-
ca e escura)

k = número de amostras por bloco

r = número de repetições

b = número de blocos

= número de vezes em que um tratamento aparece com ou-
tro

E = grau de eficiência do delineamento

A relação dos tratamentos empregados neste estudo foi a seguinte:

a = carne branca, ração "A"

b = carne escura, ração "A"

c = carne branca, ração "B"

d = carne escura, ração "B"

e = carne branca, ração "C"

f = carne escura, ração "C"

O sorteio usado foi o mesmo para os dois grupos, ou seja, sem prévia congelação e previamente congelados.

<u>Rep. I</u>	<u>Rep. II</u>	<u>Rep. III</u>	<u>Rep. IV</u>	<u>Rep. V</u>
a b c d	a b c e	a b c f	a b d e	a b e f
a d e f	a b d f	a c d e	a c e f	a c d f
b c e f	c d e f	b d e f	b c d f	b c d e

Nas amostras do Grupo I (sem congelação) foi necessário aplicar a técnica de um só bloco a cada provador, pois os frangos, quando já tinham sido abatidos havia apenas vinte e quatro horas, não sendo possível fazer-se esta etapa em diferentes dias. Assim, cada provador testou dois blocos, e às vezes mesmo três, para que todas as repetições fossem feitas no mesmo dia (Quadro 4).

Apresentação das amostras à equipe de provadores: As amostras apreciadas pela equipe selecionada, foram apresentadas em porções praticamen

te do mesmo tamanho e à mesma temperatura. A temperatura escolhida foi a ambiente, tendo em conta as dificuldades técnicas para manter temperaturas mais elevadas, e assim também evitou-se que cada provador recebesse amostras com diferentes temperaturas.

As amostras eram apresentadas aos provadores em pratinhos pretos devidamente codificados, e para minimizar diferenças de cor entre a carne branca e escura, os testes foram realizados sob luz vermelha. Cada provador realizava o teste em cabines individuais, perfeitamente separadas, evitando-se, desta forma, a troca de informações. As cabines usadas são revestidas de fórmica cinza-claro, possuem água corrente, e são situadas longe de ruídos e de odores, a fim de que os provadores tenham condições adequadas para a condução dos testes. As provas foram realizadas no período da manhã, uma hora antes do almoço, e também no período da tarde, duas horas após o almoço. Esses horários tornaram-se necessários a fim de diminuir a diferença entre os primeiros e últimos testes.

Fichas: Após o treinamento da equipe, durante o qual várias fichas foram testadas, estabeleceu-se a ficha definitiva, conforme modelo anexo (Ficha 2).

Cada provador recebia quatro pratinhos contendo as amostras acondicionadas em papel alumínio, sendo que cada papel continha uma duplicata da amostra. Desta forma, parte do alimento se destinava a avaliar o número de mastigações necessárias à deglutição do

Nome: _____

Data: _____

Prove cada amostra e conte o número de mastigações necessárias até o ponto de engolir. Em seguida colo que um traço vertical na linha entre os dois extremos para cada parâmetro - Textura e Sabor.

Nº Amostra

Nº Mastigações

Textura

Sabor

Nº Amostra

Extremamente
macia

Extremo/
rija

Nº Amostra

Extremamente
bom

Extremo/
ruim

alimento e a outra parte era destinada à avaliação da textura propriamente dita. Assim, cada provador era solicitado a contar o número de mastigadas e anotar esse dado na respectiva ficha e, a seguir, provava a segunda porção de carne a fim de avaliar sua textura, que era registrada através de um traço vertical em uma escala não estruturada, na qual constavam apenas dois dados extremos: "extremamente macia" e "extremamente rija". A escala media nove centímetros, e o ponto assinalado pelo provador era posteriormente analisado a fim de determinar-se sua posição relativa.

Ainda, na mesma ficha, os provadores também registravam a avaliação do sabor. Este era anotado em um mesmo tipo de escala não estruturada com os extremos opostos "extremamente bom" e "extremamente ruim".

Análise Reológica

Geralmente os testes para medir a resistência da carne ao cisalhamento, são de natureza destrutiva, aproximando-se do processo de mastigação que envolve a quebra e a destruição da carne até o estado adequado para ser deglutido. Dentre os aparelhos usados para medir a textura da carne, ou seja, a resistência ao cisalhamento, selecionamos o "Warner Bratzler Shear" e o "Instron Universal Testing Machine".

Na análise reológica em cada um desses dois aparelhos, foram usadas amostras tiradas ao acaso, do mesmo material empregado na análise subjetiva. Assim, tanto para o material do Grupo I (sem congelação), como do Grupo II (com congelação), usou-se seis pedaços de carne branca e seis pedaços de carne escura de cada tipo de ração.

No "Warner Bratzler Shear" a medida da força máxima necessária para cisalhar uma amostra dos músculos pectoralis minor e biceps femoris, em sua parte central, foi registrado no disco registrador. Esta força correspondia pois, ao índice de dureza das amostras. As respostas obtidas foram relacionadas às áreas das amostras e não ao seu peso. Desta forma, obtinha-se a relação de kg/cm^2 . As amostras de carne escura apresentavam um raio de 0,9 cm e uma área de $0,63 \text{ cm}^2$, obtida pelo r^2 . Quanto às amostras de carne branca, ofereceram área maior por serem os músculos mais volumosos, pois estes permitiram diâmetros de 1,2 cm e área de $1,13 \text{ cm}^2$. (Foto 5).

No "Instron", a velocidade da cabeça móvel foi de 20 cm/minuto e a carga máxima aplicada foi de 5 kg. Assim, a força máxima, lida no papel milimetrado da carta registradora, era traduzida pelo maior pico que correspondia ao cisalhamento propriamente dito da amostra, ao passo que os picos menores, correspondiam à compressão e resistência do material (Foto 6).

Das leituras feitas em ambos os aparelhos, foram tiradas médias e estas divididas pela área, obtendo-se o resultado da força em

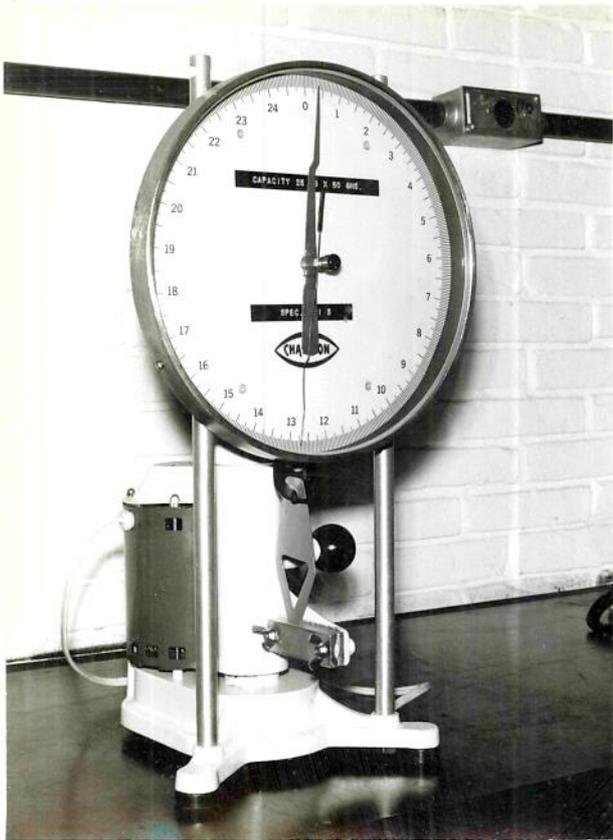


Foto 5- "Warner Bratzler Shear"

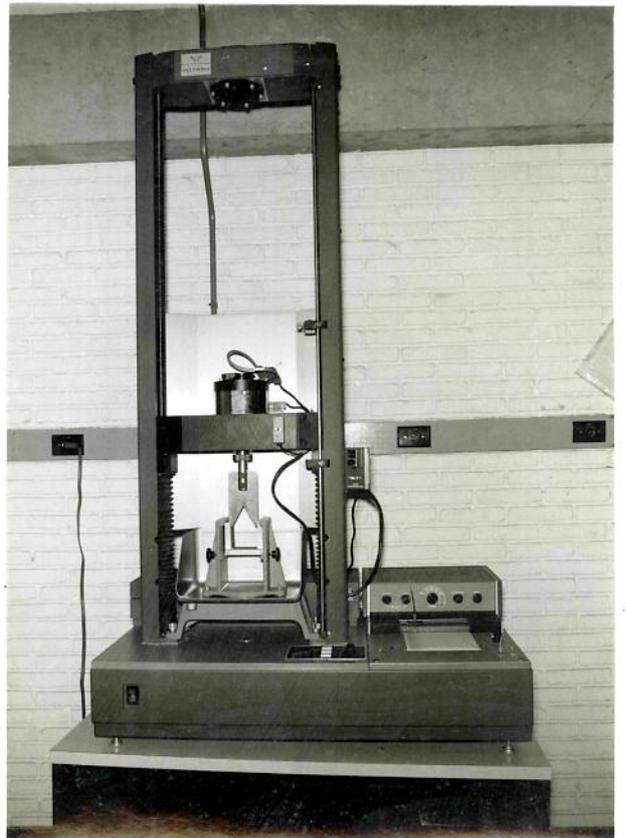


Foto 6- "Instron Universal Testing Machine"

kg/cm².

Análises Físicas e Químicas

Foram feitas ainda duas análises físicas e duas químicas: a determinação da umidade e a perda desta por cocção, e teor de gordura e de proteína.

Umidade: A umidade da carne de frango foi determinada pelo método descrito pelo A.O.A.C. edição 1975 de nº 24.002.

Perda por cocção: A diferença entre o peso da carne crua e o peso desta após cocção, foi calculada e convertida em porcentagem.

Gordura: O teor de gordura foi determinado pelo aparelho Gold - fisch Lab. Con. Co.

Proteína: Para a determinação da proteína das amostras de carne de frango, foi usado o método nº 24.024, descrito pelo A.O.A.C., edição 1975 (5).

IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Grupo I - Carne sem prévia congelação

Conforme já fizemos menção, o presente trabalho visou verificar, através de métodos subjetivos e objetivos, os efeitos dos lipídeos adicionados às rações das aves sobre a textura da carne (peito e coxa), quando submetidos ou não à congelação.

1. - Número de mastigadas

Os resultados obtidos através do exame do número de mastigadas para a carne assada de frango sem prévia congelação, proveniente das aves alimentadas com as rações A, B e C, encontram-se no Quadro 4.

A análise da variância para número de mastigadas, que consta no Quadro 5, mostrou diferenças significativas ao nível de 0,1% para tratamentos e de 1% para blocos. Diante destes resultados, aplicamos o teste de média (Tukey) e as diferenças entre as médias de cada tratamento foram comparadas com os valores críticos (Quadro 6), mostrando que a carne branca dos animais que receberam a ração "A", diferia da carne escura das aves que receberam a ração "A" e "C" ao nível de 1% de significância, e da carne escura "B" ao nível de 5%. A carne branca (proveniente de animais alimentados com a ração "C") diferia de todas as carnes escuras ao nível de 1% de significância.

QUADRO 4

RESULTADOS DA AVALIAÇÃO SENSORIAL DA CARNE ASSADA DE FRANGOS
SEM PRÉVIA CONGELACÃO (rações A, B e C).

Número de Mastigadas											
Rep. I				Rep. II				Rep. III			
a	b	c	d	a	b	c	e	a	b	c	f
14	18	12	10	17	23	23	15	19	11	13	15
a	d	e	f	a	b	d	f	a	c	d	e
16	27	17	22	17	30	20	24	16	20	32	18
b	c	e	f	c	d	e	f	b	d	e	f
18	22	10	23	20	25	10	22	20	14	10	15
Rep. IV				REP. V							
a	b	d	e	a	b	e	f				
17	26	19	17	16	32	19	30				
a	c	e	f	a	c	d	f				
16	25	16	30	17	17	24	25				
b	c	d	f	b	c	d	e				
29	18	30	27	30	13	26	23				

QUADRO 5

CARNE ASSADA DE FRANGO SEM PRÉVIA CONGELACÃO

Número de mastigadas - Análise de variância

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Repetição	4	357,500	89,375	5,386 ^{**}
Tratamentos	5	672,600	134,520	8,107 ^{***}
Blocos	10	452,178	45,218	2,725 [*]
Resíduo	40	663,722	16,593	
TOTAL	59	2.146,000		

* Significativo ao nível de 5%

** Significativo ao nível de 1%

*** Significativo ao nível de 0,1%

<u>Carne</u>	<u>Tratamentos</u>	<u>Média Real</u>
branca, ração <u>A</u>	a	16,500
escura, ração <u>A</u>	b	23,700
branca, ração <u>B</u>	c	18,300
escura, ração <u>B</u>	d	22,700
branca, ração <u>C</u>	e	15,500
escura, ração <u>C</u>	f	23,300

QUADRO 6

CARNE ASSADA DE FRANGO SEM PRÉVIA CONGELAÇÃO

Número de Mastigadas - Teste de Média

M é d i a s	Diferenças	Valor Crítico 5%	Valor Crítico 1%	Signi- ficância
a) 16,500 b) 23,700	7,200	5,448	6,582	* *
a) 16,500 c) 18,300	1,800	5,448	6,582	n.s.
a) 16,500 d) 22,700	6,200	5,448	6,582	*
a) 16,500 e) 15,500	1,000	5,448	6,582	n.s.
a) 16,500 f) 23,300	6,800	5,448	6,582	* *
b) 23,700 c) 18,300	5,400	5,448	6,582	n.s.
b) 23,700 d) 22,700	1,000	5,448	6,582	n.s.
b) 23,700 e) 15,500	8,200	5,448	6,582	* *
b) 23,700 f) 23,300	0,400	5,448	6,582	n.s.
c) 18,300 d) 22,700	4,400	5,448	6,582	n.s.
c) 18,300 e) 15,500	2,800	5,448	6,582	n.s.
c) 18,300 f) 23,300	5,000	5,448	6,582	n.s.
d) 22,700 e) 15,500	7,200	5,448	6,582	* *
d) 22,700 f) 23,300	0,600	5,448	6,582	n.s.
e) 15,500 f) 23,300	7,800	5,448	6,582	* *

n.s. não significativo

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

As médias constantes do Quadro 5, permitem deduzir que as carnes brancas de todos os tratamentos foram mais tenras que as escuras, o que está de acordo com Maurer e colaboradores (43), que também afirmam que a carne branca é mais tenra que a escura.

2. - Textura

No que respeita à textura da carne não congelada de frango, o quadro 7 apresenta os testes realizados com a equipe já mencionada.

A análise de variância (Quadro 8), mostrou um valor de "F" significativo ao nível de 6,1% para tratamentos e de 5% para blocos. Aplicado o teste de média (Tukey), as diferenças entre as médias de cada tratamento foram comparadas com os valores críticos (Quadro 9), mostrando que a carne escura das aves alimentadas com a ração "A", diferia da carne branca de rações "A" e "B" ao nível de 5%, e a carne branca (ração "C"), diferia, ao nível de 1% da carne escura das rações "A" e "C". Estes resultados mostram que o número de mastigadas é mais facilmente controlado e medido sensorialmente, não sendo tão subjetivo quanto à avaliação da textura. Assim sendo, e desde que o provador seja bem treinado, o número de mastigadas torna-se mais facilmente controlado (uma mastigada por segundo). Verificou-se ainda, que este número mostrava diferença para carne branca e escura, o que já era de se esperar. Todavia, em textura, onde a medida é mais subjetiva, a percepção da diferença não foi constante,

QUADRO 7

RESULTADOS DA AVALIAÇÃO SENSORIAL DA CARNE ASSADA DE FRANGOS

SEM PRÉVIA CONGELAÇÃO (rações A, B e C).

* T e x t u r a											
<u>Rep. I</u>				<u>Rep. II</u>				<u>Rep. III</u>			
ã	b	c	d	a	b	c	e	a	b	c	f
3,2	4,3	5,3	2,3	3,7	6,8	1,1	1,5	2,2	2,5	3,9	2,0
a	d	e	f	a	b	d	f	a	c	d	e
0,2	1,3	0,2	0,9	1,3	6,5	2,9	4,5	0,2	0,3	1,1	0,5
b	c	e	f	c	d	e	f	b	d	e	f
1,2	2,1	0,5	2,3	1,4	2,5	0,7	1,9	3,5	2,2	1,0	2,8
<u>Rep. IV</u>				<u>Rep. V</u>							
a	b	d	c	a	b	e	f				
2,1	4,0	0,6	1,3	0,3	1,2	0,5	1,0				
a	c	e	f	a	c	d	f				
1,3	2,4	1,2	6,6	4,3	0,8	5,2	6,0				
b	c	d	f	b	c	d	e				
3,5	1,4	4,4	3,9	6,5	0,6	4,3	1,5				

QUADRO 8

CARNE ASSADA DE FRANGO SEM PRÉVIA CONGELACÃO

Textura - Análise de variância

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Repetição	4	10,897	2,724	1,513 ^{n.s.}
Tratamentos	5	60,290	12,058	6,697 ^{***}
Blocos	10	57,180	5,718	3,176 ^{**}
Resíduo	40	72,014	1,800	
TOTAL	59	200,389		

n.s. não significativo

** significativo ao nível de 1%

*** significativo ao nível de 0,1%

<u>Carne</u>	<u>Tratamentos</u>	<u>Média Real</u>
branca, ração <u>A</u>	a	1,880
escura, ração <u>A</u>	b	4,000
branca, ração <u>B</u>	c	1,930
escura, ração <u>B</u>	d	2,680
branca, ração <u>C</u>	e	0,890
escura, ração <u>C</u>	f	3,190

QUADRO 9

CARNE ASSADA DE FRANGO SEM PRÉVIA CONGELAÇÃO

Textura - Teste de Média

M é d i a s	Diferenças	Valor Crítico		Signi- ficância
		5%	1%	
a) 1,880 b) 4,000	2,120	1,794	2,168	*
a) 1,880 c) 1,930	0,050	1,794	2,168	n.s.
a) 1,880 d) 2,680	0,800	1,794	2,168	n.s.
a) 1,880 e) 0,890	0,990	1,794	2,168	n.s.
a) 1,880 f) 3,190	1,310	1,794	2,168	n.s.
b) 4,000 c) 1,930	2,070	1,794	2,168	*
b) 4,000 d) 2,680	1,320	1,794	2,168	n.s.
b) 4,000 e) 0,890	3,110	1,794	2,168	**
b) 4,000 f) 3,190	0,810	1,794	2,168	n.s.
c) 1,930 d) 2,680	0,750	1,794	2,168	n.s.
c) 1,930 e) 0,890	1,040	1,794	2,168	n.s.
c) 1,930 f) 3,190	1,260	1,794	2,168	n.s.
d) 2,680 e) 0,890	1,790	1,794	2,168	n.s.
d) 2,860 f) 3,190	0,510	1,794	2,168	n.s.
e) 0,890 f) 3,190	2,300	1,794	2,168	**

n.s. não significativo

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

3. - Testes Reológicos

O resultado da análise reológica efetuada no "Warner Bratzler Shear" e no "Instron", pode ser apreciado no Quadro 10, onde consta uma média de seis medições.

Estes resultados mostram valores maiores para a carne escura em todas as rações, o que se traduz por maior rijeza. Tanto na carne branca como na escura, houve um decréscimo nas médias para as rações, de sorte que a ração "C" apresentou carne mais tenra e a "A" menos tenra, o que equivale dizer que o teor mais elevado de lipídeos da ração, corresponde a uma carne mais tenra.

Os valores encontrados nas medições com o "Warner Bratzler Shear" foram menores que os encontrados com o "Instron", mas em ambos observou-se que a carne branca é mais tenra, e que a ração suplementada de lipídeos produziu carne mais tenra.

4. - Análises Físicas e Químicas

A determinação das características físicas e químicas das carnes de frangos não congelados, assadas em forno a 180°C, pode ser vista no Quadro 11. Neste, no que respeita aos dados obtidos, a aplicação do teste de Student (t) mostra não haver diferenças significativas entre as suas médias, mesmo ao nível de 5% de significância.

QUADRO 10

CARNE ASSADA DE FRANGO SEM PRÉVIA CONGELAÇÃO

Medidas Reológicas

* C a r n e	Tratamentos	"Warner Bratzler" kg/cm ²	"Instron" kg/cm ²
branca, ração <u>A</u>	a	0,87	1,01
escura, ração <u>A</u>	b	2,06	2,00
branca, ração <u>B</u>	c	0,79	1,00
escura, ração <u>B</u>	d	1,42	1,73
branca, ração <u>C</u>	e	0,61	0,97
escura, ração <u>C</u>	f	1,11	1,57

QUADRO 11

CARNE ASSADA DE FRANGO SEM PRÉVIA CONGELAÇÃO

Análises Físicas e Químicas

C a r n e	Trat.	Umidade %	Perdas Cocção %	Gordura %	Proteína %
branca, r. <u>A</u>	a	67,25	27,51	0,36	36,87
escura, r. <u>A</u>	b	66,17	27,14	2,24	34,30
branca, r. <u>B</u>	c	64,41	28,31	0,88	37,43
escura, r. <u>B</u>	d	69,22	25,31	3,86	34,35
branca, r. <u>C</u>	e	66,10	25,71	1,26	37,97
escura, r. <u>C</u>	f	66,17	26,26	4,94	34,38

5. - Coeficientes de Correlação

Os coeficientes de correlação (r), pela comparação de medidas subjetivas e objetivas de tenrura, bem como estas, comparadas às análises físicas e químicas, encontram-se no Quadro 12.

A intercorrelação das medidas subjetivas - número de mastigadas versus textura - foi de $r = 0,928$, significativa ao nível de 1%, o que indica que à medida que a carne é mais rija, o número de mastigadas aumenta.

Entre os valores de cisalhamento no "Warner Bratzler Shear" e no "Instron", a correlação foi altamente significativa. O valor de $r = 0,942$, foi significativo ao nível de 1%, indicando que parâmetros similares estavam sendo medidos.

Tendo em conta que a equipe de provadores era mista, tentamos verificar a possível influência do sexo sobre os resultados - obtidos. Estes podem ser analisados no Quadro 13, onde se verifica que na correlação dos dados obtidos, a equipe masculina mostrou valores menores tanto para o número de mastigadas, como para textura, se relacionada aos aparelhos usados, o que contribuiu para menores valores do r total. No entanto, este resultado não pode ser tomado como definitivo, visto que a equipe era demasiada pequena, composta que foi, de apenas três homens e três mulheres.

QUADRO 12

CARNE ASSADA DE FRANGO SEM PRÉVIA CONGELAÇÃO

Coefficientes de Correlação

Medidas Sensoriais X Medidas Reológicas

	Nº Mastigadas ⁺	Textura ⁺	"W. Bratzler"	"Instron"
"Warner Bratzler"	0,822 [*]	0,858 [*]		
"Instron"	0,933 ^{**}	0,889 [*]	0,942 ^{**}	
Umidade	0,265 ^{n.s.}	0,154 ^{n.s.}		
Gordura	0,804 ^{n.s.}	0,639 ^{n.s.}		
Perdas Cocção	-0,230 ^{n.s.}	0,003 ^{n.s.}	-0,082 ^{n.s.}	-0,331
Textura ⁺	0,928 ^{**}			

n.s. não significativo

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

+ respostas sensoriais

QUADRO 13

CARNE ASSADA DE FRANGO SEM PRÉVIA CONGELAÇÃO

Coefficientes de Correlação entre Sexos

	Masc.	Fem.	Total
M a s t i g a d a s	"Warner Bratzler" 0,778 ^{n.s.}	0,822 [*]	0,822 [*]
	"Instron" 0,760 ^{n.s.}	0,916 [*]	0,933 ^{**}
T e x t u r a	"Warner Bratzler" 0,544 ^{n.s.}	0,826 [*]	0,858 [*]
	"Instron" 0,525 ^{n.s.}	0,895 [*]	0,889 [*]

n.s. não significativo

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

Correlação - Número de mastigadas e Textura

Coef. r = 0,928^{**}

significativo ao nível de 1%

Correlação - "Instron" e "Warner Bratzler Shear"

Coef. r = 0,942^{**}

significativo ao nível de 1%

Grupo II - Carne previamente congelada

A carne de frango, objeto do presente trabalho, e que tinha sido previamente congelada (Grupo II), apresentou os resultados - que a seguir vão expostos:

1. - Número de Mastigadas

A avaliação sensorial pelo número de mastigadas pode ser apreciada no Quadro 14. Neste, todos os provadores testaram a totalidade dos blocos, de sorte que ele representa uma média de seis valores.

A análise da variância para o número de mastigadas (Quadro 15), mostrou valores de "F" significativos ao nível de 0,1% para tratamentos e 1% para blocos.

O teste de Tukey traduziu valores críticos que, comparados com as médias (Quadro 16), mostrou que a carne branca da ração "A", diferiu ao nível de 1% de todos os outros tratamentos, com exceção da carne branca da ração "B". A carne branca "B" diferiu da carne branca "C" ao nível de 5% e da carne escura "B" e "C" ao nível de 1%. A carne branca "C" diferiu neste mesmo nível da escura "B" e "C". A carne escura "A" diferiu ao nível de 1% da branca "B" e "C".

2. - Textura

A avaliação sensorial da textura da carne previamente congelada

QUADRO 14

RESULTADOS DA AVALIAÇÃO SENSORIAL DA CARNE ASSADA DE FRANGOS

PREVIAMENTE CONGELADOS (ração A, B e C).

Número de Mastigadas

<u>R e p. I</u>				<u>R e p. I I</u>			
a	b	c	d	a	b	c	e
20,16	25,00	17,66	22,00	20,50	22,16	19,00	16,00
a	d	e	f	a	b	d	f
18,83	22,16	16,66	23,83	19,16	27,00	23,66	25,00
b	c	e	f	c	d	e	f
23,16	18,50	16,16	25,16	21,16	27,33	18,16	25,60
<u>R e p. I I I</u>				<u>R e p. I V</u>			
a	b	c	f	a	b	d	e
20,83	26,83	16,33	22,33	23,00	27,00	26,50	16,50
a	c	d	e	a	c	e	f
20,83	18,83	23,66	17,66	19,66	18,83	14,00	23,33
b	d	e	f	b	c	d	f
26,33	25,83	16,83	25,83	20,83	20,16	20,00	22,83
<u>R e p. V</u>							
a	b	e	f				
18,16	18,66	16,16	22,66				
a	c	d	f				
19,33	17,66	25,83	26,66				
b	c	d	e				
23,66	19,00	23,66	14,66				

QUADRO 15

CARNE ASSADA DE FRANGOS PREVIAMENTE CONGELADOS

Número de Mastigadas - Análise de Variância

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Repetição	4	21,902	5,475	2,325 ^{n.s.}
Tratamentos	5	578,657	115,731	49,144 ^{***}
Blocos	10	74,254	7,425	3,153 ^{**}
Resíduo	40	94,197	2,354	
TOTAL	59	769,010		

n.s. não significativo

** significativo ao nível de 1%

*** significativo ao nível de 0,1%

<u>C a r n e</u>	<u>Tratamento</u>	<u>Média Real</u>
branca, ração <u>A</u>	a	20,046
escura, ração <u>A</u>	b	24,063
branca, ração <u>B</u>	c	18,713
escura, ração <u>B</u>	d	24,063
branca, ração <u>C</u>	e	16,279
escura, ração <u>C</u>	f	24,323

QUADRO 16

CARNE ASSADA DE FRANGOS PREVIAMENTE CONGELADOS

Número de mastigadas - Teste de Média

Médias	Diferenças	Valor Crítico		Significância
		5%	1%	
a) 20,046 b) 24,063	4,017	2,052	2,479	* *
a) 20,046 c) 18,713	1,333	2,052	2,479	n.s.
a) 20,046 d) 24,063	4,017	2,052	2,479	* *
a) 20,046 e) 16,279	3,767	2,052	2,479	* *
a) 20,046 f) 24,323	4,277	2,052	2,479	* *
b) 24,063 c) 18,713	5,350	2,052	2,479	* *
b) 24,063 d) 24,063	0,000	2,052	2,479	n.s.
b) 24,063 e) 16,279	7,784	2,052	2,479	* *
b) 24,063 f) 24,323	0,260	2,052	2,479	n.s.
c) 18,713 d) 24,063	5,350	2,052	2,479	* *
c) 18,713 e) 16,279	2,434	2,052	2,479	*
c) 18,713 f) 24,323	5,610	2,052	2,479	* *
d) 24,063 e) 16,279	7,784	2,052	2,479	* *
d) 24,063 f) 24,323	0,260	2,052	2,479	n.s.
e) 16,279 f) 24,323	8,044	2,052	2,479	* *

n.s. não significativo

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

pode ser observada no Quadro 17, que também representa uma média de seis provadores.

A análise da variância também revelou valores de "F" significativos para tratamentos a 0,1% e para blocos a 5% (Quadro 18).

A aplicação do teste de média mostrou os valores críticos que comparados com as médias (Quadro 19) indicaram que a carne branca (ração A) diferia da carne escura (ração A), da carne branca "B" e "C" ao nível de 5%. A carne branca "B" também diferiu nesse mesmo nível da carne escura "B".

A carne branca "C" diferiu da carne escura "C" ao nível de 1%. A este mesmo nível, a carne escura "A" diferiu da branca "B" e "C".

3. - Testes Reológicos

Mediante a aplicação das mensurações reológicas (Quadro 20), também foi observado que os resultados foram maiores para a carne escura de todas as rações, havendo também um decréscimo nas médias para as mesmas, como já visto na carne não congelada. Neste caso, porém, houve uma discrepância: a carne branca da ração "C" foi a mais tenra e a carne escura dessa mesma ração foi a mais rija.

4. - Análises Físicas e Químicas

As determinações físicas e químicas da carne previamente conge

QUADRO 17

RESULTADOS DA AVALIAÇÃO SENSORIAL DA CARNE ASSADA DE FRANGOS

PREVIAMENTE CONGELADOS (ração A, B e C)

T e x t u r a											
<u>Rep. I</u>				<u>Rep. II</u>				<u>Rep. III</u>			
a	b	c	d	a	b	c	e	a	b	c	f
1,78	2,18	1,06	1,93	1,83	2,46	1,56	0,98	2,01	3,53	1,23	2,30
a	d	e	f	a	b	d	f	a	c	d	e
1,65	1,86	1,11	2,40	2,03	3,36	2,08	2,33	1,56	1,21	1,53	1,00
b	c	e	f	c	d	e	f	b	d	e	f
1,56	1,56	1,03	2,41	1,83	3,00	1,40	2,63	2,20	2,35	1,46	2,45
<u>Rep. IV</u>				<u>Rep. V</u>							
a	b	d	e	a	b	e	f				
1,61	3,46	2,61	1,48	1,41	1,46	1,00	3,00				
a	c	e	f	a	c	d	f				
2,58	2,53	1,45	2,75	2,03	1,73	2,66	2,31				
b	c	d	f	b	c	d	e				
1,83	1,68	1,73	2,13	2,35	2,58	3,13	1,46				

QUADRO 18

CARNE ASSADA DE FRANGOS PREVIAMENTE CONGELADOS

Textura - Análise de Variância

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Repetição	4	1,711	0,427	2,543 ^{n.s.}
Tratamentos	5	11,919	2,383	14,168 ^{***}
Blocos	10	4,059	0,405	2,413 [*]
Resíduo	40	6,730	0,168	
TOTAL	59	24,419		

n.s. não significativo

* significativo ao nível de 5%

*** significativo ao nível de 0,1%

<u>C a r n e</u>	<u>Tratamento</u>	<u>Média Real</u>
branca, ração <u>A</u>	a	1,849
escura, ração <u>A</u>	b	2,439
branca, ração <u>B</u>	c	1,697
escura, ração <u>B</u>	d	2,284
branca, ração <u>C</u>	e	1,237
escura, ração <u>C</u>	f	2,471

QUADRO 19

CARNE ASSADA DE FRANGOS PREVIAMENTE CONGELADOS

Textura - Teste de Média

M é d i a s	Diferenças	Valor Crítico		Signi- ficância
		5%	1%	
a) 1,849 b) 2,439	0,590	0,548	0,662	*
a) 1,849 c) 1,697	0,152	0,548	0,662	n.s.
a) 1,849 d) 2,284	0,435	0,548	0,662	n.s.
a) 1,849 e) 1,237	0,612	0,548	0,662	*
a) 1,849 f) 2,471	0,622	0,548	0,662	*
b) 2,439 c) 1,697	0,742	0,548	0,662	* *
b) 2,439 d) 2,284	0,155	0,548	0,662	n.s.
b) 2,439 e) 1,237	1,202	0,548	0,662	* *
b) 2,439 f) 2,471	0,032	0,548	0,662	n.s.
c) 1,697 d) 2,284	0,587	0,548	0,662	*
c) 1,697 e) 1,237	0,460	0,548	0,662	n.s.
c) 1,697 f) 2,471	0,774	0,548	0,662	* *
d) 2,284 e) 1,237	1,047	0,548	0,662	* *
d) 2,284 f) 2,471	0,187	0,548	0,662	n.s.
e) 1,237 f) 2,471	1,234	0,548	0,662	* *

n.s. não significativo

* significativo ao nível de 5%

* * significativo ao nível de 1%

QUADRO 20

CÁRNE ASSADA DE FRANGOS PREVIAMENTE CONGELADOS

Medidas Reológicas

<u>C a r n e</u>	<u>Tratamentos</u>	<u>"Warner Bratzler"</u> kg/cm ²	<u>"Instron"</u> kg/cm ²
branca, ração <u>A</u>	a	0,74	2,62
escura, ração <u>A</u>	b	1,24	2,76
branca, ração <u>B</u>	c	0,68	2,60
escura, ração <u>B</u>	d	0,96	2,67
branca, ração <u>C</u>	e	0,61	2,55
escura, ração <u>C</u>	f	1,19	2,71

QUADRO 21

CARNE ASSADA DE FRANGOS PREVIAMENTE CONGELADOS

Análises Físicas e Químicas

<u>C a r n e</u>	<u>Trat.</u>	<u>Umidade</u> %	<u>Perdas Cocção</u> %	<u>Gordura</u> %	<u>Proteína</u> %
branca, r. <u>A</u>	a	64,70	31,16	1,00	37,18
escura, r. <u>A</u>	b	65,50	34,78	1,82	34,31
branca, r. <u>B</u>	c	67,60	30,37	1,10	38,24
escura, r. <u>B</u>	d	62,00	32,35	1,95	36,70
branca, r. <u>C</u>	e	64,30	31,54	2,93	37,38
escura, r. <u>C</u>	f	61,60	31,94	3,20	34,31

lada denotaram. (Quadro 21) que a carne branca da ração "B" a apresentou maior teor de umidade, mas não houve diferença significativa entre estes valores. As perdas pela cocção não apresentaram diferenças significativas. O teor de gordura variou de 1,0% a 3,20%, sendo que aquela da carne branca, teve seus valores maiores comparativamente às carnes não congeladas. Por outro lado, o teor de gordura revelou um aumento entre a ração "A" e a ração "B", e, entre esta última para "C", o que sugere uma certa relação entre a lecitina adicionada à ração e a gordura constatada na carne, isto é, as aves que se alimentaram de ração contendo maior porcentagem de lecitina de soja, apresentaram maior teor de gordura na carne. A carne escura de todos os tratamentos, apresentou sempre maior teor de gordura, o que concorda com Maurer e colaboradores (43), que afirmam que os valores de gordura na carne escura são maiores porque esta tem mais gordura intersticial no tecido conjuntivo do que a carne branca.

5. - Coeficientes de Correlação

Os coeficientes de correlação dos dados referentes às características da carne de frango assada previamente congelada constam do Quadro 22. Neste, observa-se que o mais alto valor de r foi para a textura com o "Warner Bratzler Shear". - Por outro lado, também se pode observar que o "Warner Bratzler Shear" correlacionou-se melhor com a textura, ao passo que o "Instron", com o número de mastigadas.

QUADRO 22

CARNE ASSADA DE FRANGOS PREVIAMENTE CONGELADOS

Coefficientes de Correlação

Medidas Sensoriais X Medidas Reológicas

	Nº Mastigadas ⁺	Textura ⁺	"W.Bratzler"	"Instron"
"Warner Bratzler"	0,920 ^{**}	0,937 ^{**}		
"Instron"	0,828 [*]	0,883 [*]	0,976 ^{***}	
Umidade	-0,531 ^{n.s.}	-0,449 ^{n.s.}		
Gordura	0,123 ^{n.s.}	0,084 ^{n.s.}		
Perdas Coccão	0,620 ^{n.s.}	0,612 ^{n.s.}	0,774 ^{n.s.}	0,598 ^{n.s.}
Textura	0,990 ^{***}			

n.s. não significativo

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

*** significativo ao nível de 0,1%

+ respostas sensoriais

A intercorrelação dos métodos subjetivos (número de mastigadas x textura) foi de $r = 0,990$, altamente significativo. Entre os parâmetros reológicos, a correlação também foi altamente significativa com $r = 0,976$, o que indica que parâmetros similares estavam sendo medidos e que ambos os aparelhos podem merecer confiança. Desta forma, sendo o "Warner Bratzler" um aparelho mais econômico, poder-se-ia prescindir do uso do "Instron", bem mais caro, no caso em pauta.

No que respeita às diferenças que porventura se poderiam observar entre os componentes masculinos e femininos da equipe, os resultados denotaram que, embora significativos para cada um dos aparelhos, não apresenta significação entre sexos, mesmo ao nível de 5% (Quadro 23).

O estudo dos resultados sobre carne previamente congelada e não congelada consta no Quadro 24. Neste, constata-se que, no que diz respeito aos testes subjetivos, o número de mastigadas e a textura apresentam um r altamente significativo, o que não acontece com as provas reológicas, em que o "Warner Bratzler - Shear" ofereceu um r significativo ao nível de 5% e o "Instron" revelou resultados não significativos. Quanto aos teores de umidade e gordura, também não apresentaram significância, mesmo ao nível de 5%.

O teste de t , para perda por cocção, revelou diferenças significativas entre as médias com e sem congelação ao nível de 0,1%, indicando que a carne assada após congelação perde mais-

QUADRO 23

CARNE ASSADA DE FRANGOS PREVIAMENTE CONGELADOS

Coefficiente de correlação entre sexos

Nº		Masc.	Fem.	Total
Mastigadas	"Warner Bratzler"	0,883 [*]	0,891 [*]	0,920 ^{**}
	"Instron"	0,857 [*]	0,931 ^{**}	0,828 [*]
Textura	"Warner Bratzler"	0,945 ^{**}	0,913 [*]	0,937 ^{**}
	"Instron"	0,916 [*]	0,957 ^{**}	0,883 [*]

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

Nº de Mastigadas e Textura

Correlação - Coef. $r = 0,990^{***}$
significativo ao nível de 0,1%

"Instron e "Warner Bratzler"

Correlação - Coef. $r = 0,976^{***}$
significativo ao nível de 0,1%

QUADRO 24

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO ENTRE CARNE ASSADA DE FRANGOS SEM
CONGELAÇÃO E PREVIAMENTE CONGELADOS

Número de mastigadas	0,939 ^{**}
Textura	0,942 ^{**}
"Instron"	0,776 ^{n.s.}
"Warner Bratzler"	0,836 [*]
Umidade	-0,692 ^{n.s.}
Gordura	0,649 ^{n.s.}
Perdas Cocção	-0,241 ^{n.s.}

n.s. não significativo

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

do que aquela que não foi previamente congelada.

Para melhor nos assegurarmos da validade dos resultados até agora obtidos, utilizamo-nos ainda, do estudo da linha de regressão, plotando número de mastigadas e "Warner Bratzler", tanto para carne congelada como para a carne não congelada. Os resultados deste confronto podem ser apreciados na Fig. 1. Nesta, podemos ver que a inclinação da reta é semelhante nos dois casos e os coeficientes de correlação, feito o teste de homogeneidade, não diferiram, existindo apenas uma ligeira diferença na intersecção de cada reta como o eixo de Y.

A seguir foi feito um estudo plotando os valores do número de mastigadas versus "Instron", tanto para a carne assada previamente congelada, como para carne assada não congelada (Fig. 2). Nesta Figura, observa-se a existência de diferença na inclinação e nos pontos em que cada reta intercepta o eixo Y, mas os coeficientes de correlação não diferiram.

A linha de regressão estabelecida para correlacionar Textura e "Warner Bratzler Shear" (Fig. 3), mostra que as diferenças na inclinação e nos pontos de intersecção são mínimas, e os coeficientes de correlação não diferiram significativamente.

A linha de regressão para textura da carne congelada e não congelada versus "Instron", mostra que há diferenças na inclinação e nos pontos em que esta reta intercepta o eixo de Y e que

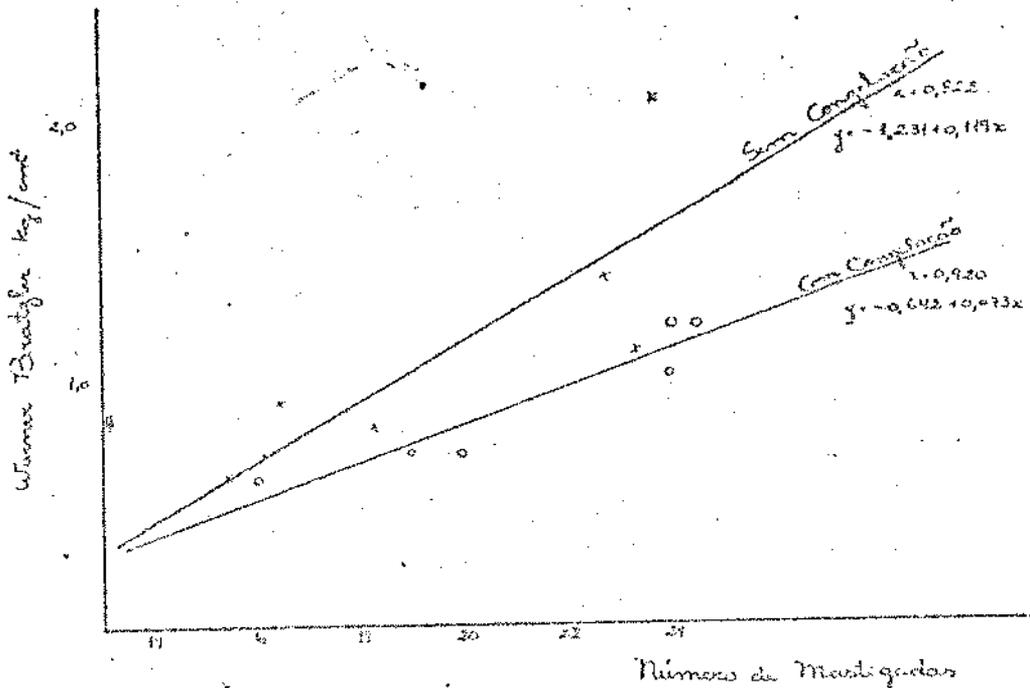


Fig. 1 - Gráfico de regressão usada previamente correlada e não correlada
Lista de Regressão - Número de Manipulações e "Brevitol"

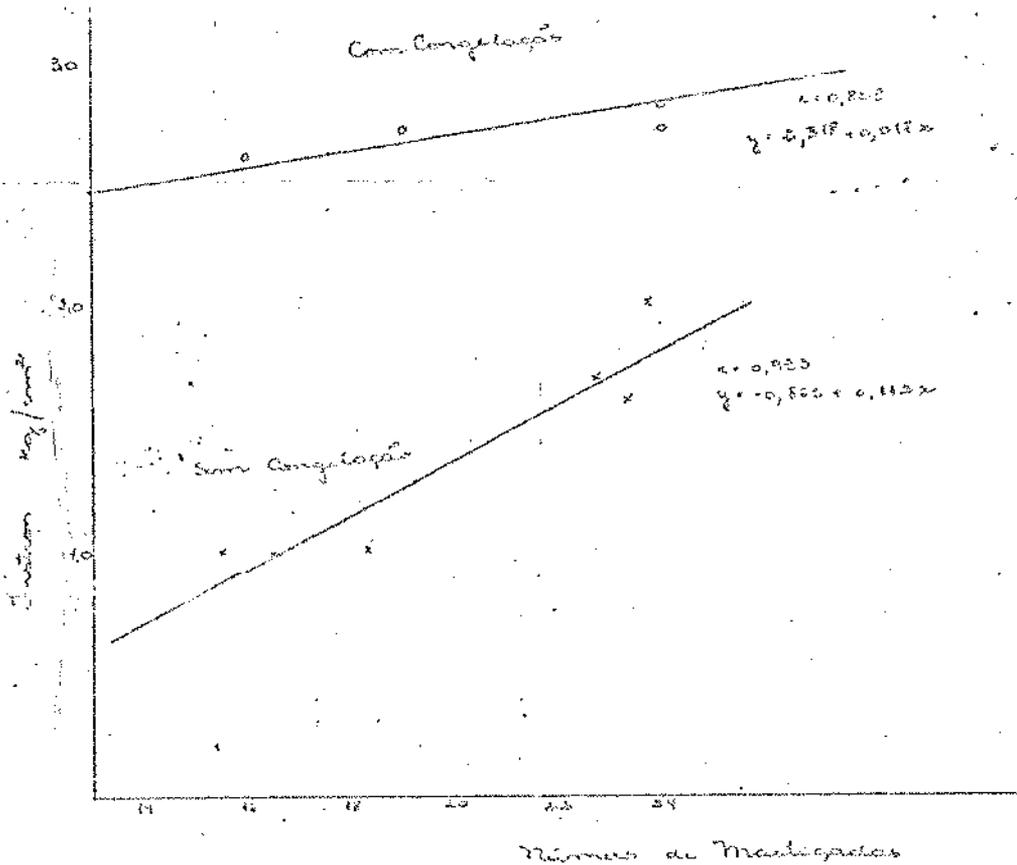


Fig. 2 - Gráfico de regressão usada previamente correlada e não correlada
Lista de Regressão - Número de Manipulações e "Inotrop"

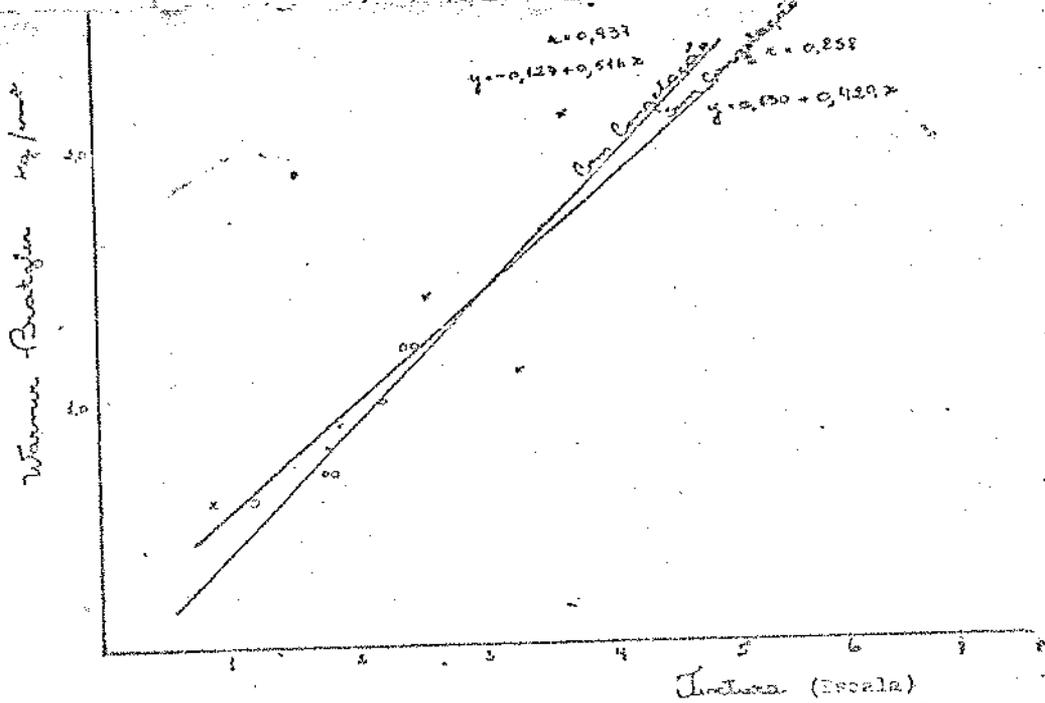


Fig. 3 - Carne de frango assada previamente congelada e não congelada
 Linha de Regressão - Tenderness x "A. Bratzler"

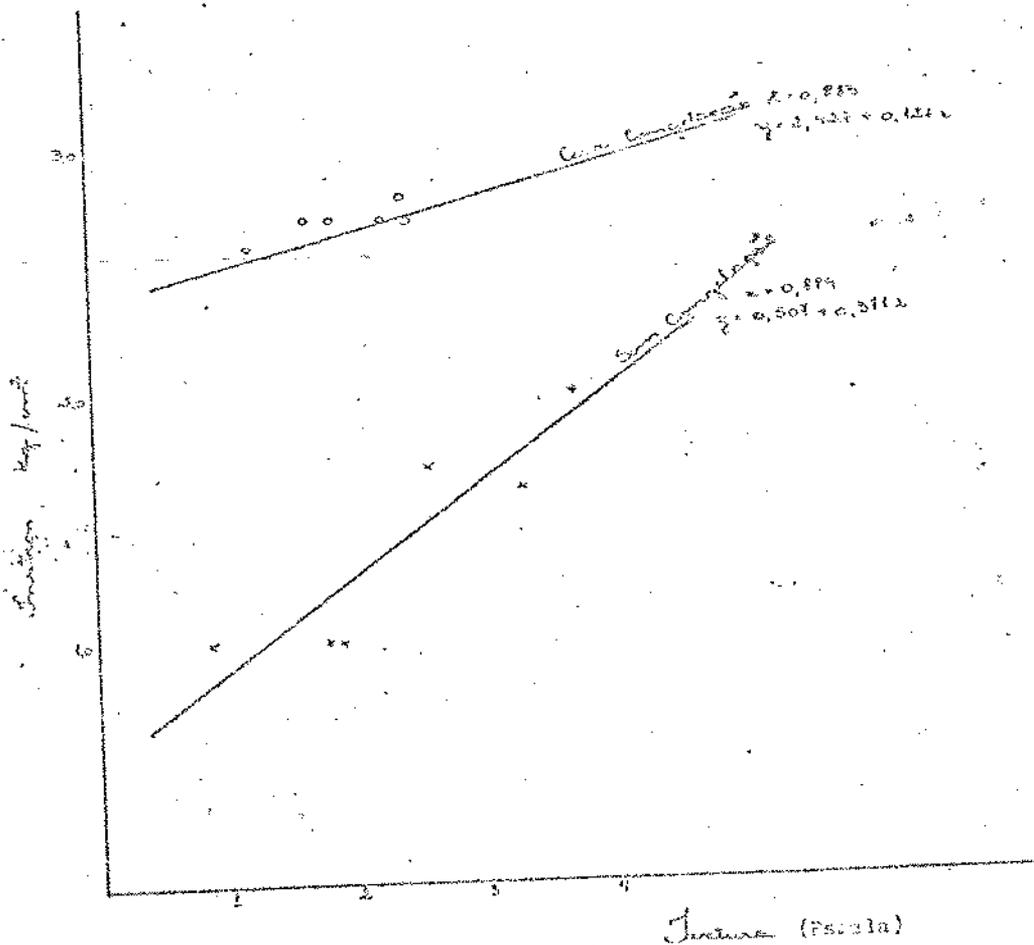


Fig. 4 - Carne de frango assada previamente congelada e não congelada
 Linha de Regressão - Tenderness x "Bratzler"

os coeficientes de correlação não diferiram (Fig. 4).

O cálculo da linha de regressão para ambas as medidas sensoriais empregadas, ou seja, número de mastigadas e textura, mostram que a inclinação e os coeficientes de correlação são similares, havendo apenas ligeira diferença entre os pontos de intersecção com o eixo Y (Fig. 5).

A linha de regressão também foi calculada para os dois aparelhos "Warner Bratzler Shear" e "Instron", mostrando que, apesar dos coeficientes de correlação não diferirem, nota-se diferença entre uma reta e outra no ângulo de inclinação e nos pontos de intersecção (Fig. 6).

Foram ainda calculadas as linhas de regressão para o número de mastigadas, textura, "Warner Bratzler Shear" e "Instron" para carne assada previamente congelada e não congelada (Fig. 7, 8, 9 e 10). Nisto embora estes últimos traçados pudessem ser úteis em estudos desta natureza, o número de medições em que se basearam, foi pequeno demais para permitir maiores ilações.

Procuramos ainda estabelecer um paralelo entre nosso trabalho e aqueles realizados por outros pesquisadores, a fim de verificar coincidência ou não de resultados, ou mesmo discrepâncias.

Assim, verificamos que Peterson e colaboradores (52), traba -

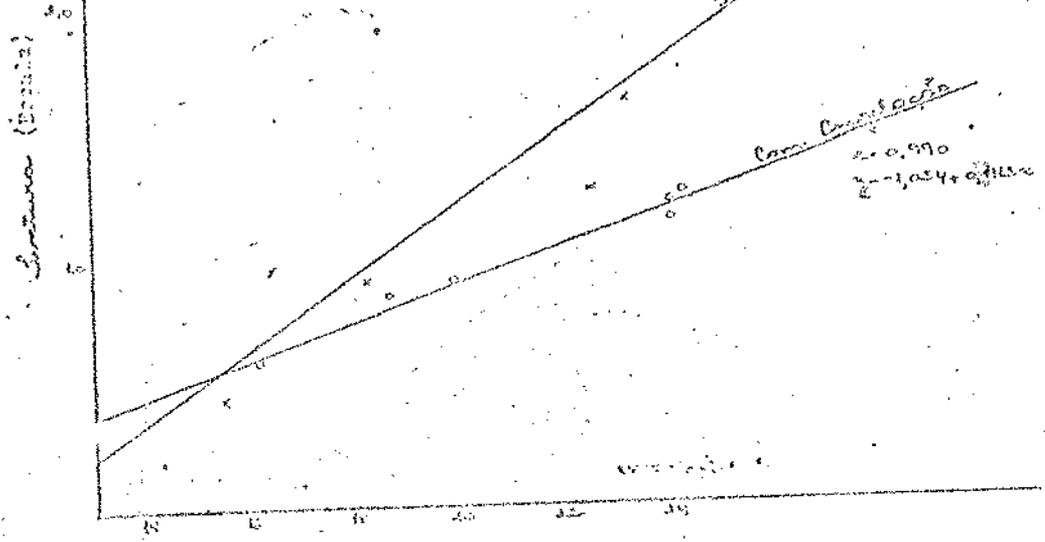


Fig. 5 - Gráfico ajustado de Curvas praticamente correlada e não correlada
 Linha de Referência - Número de Mastigadas x Textura

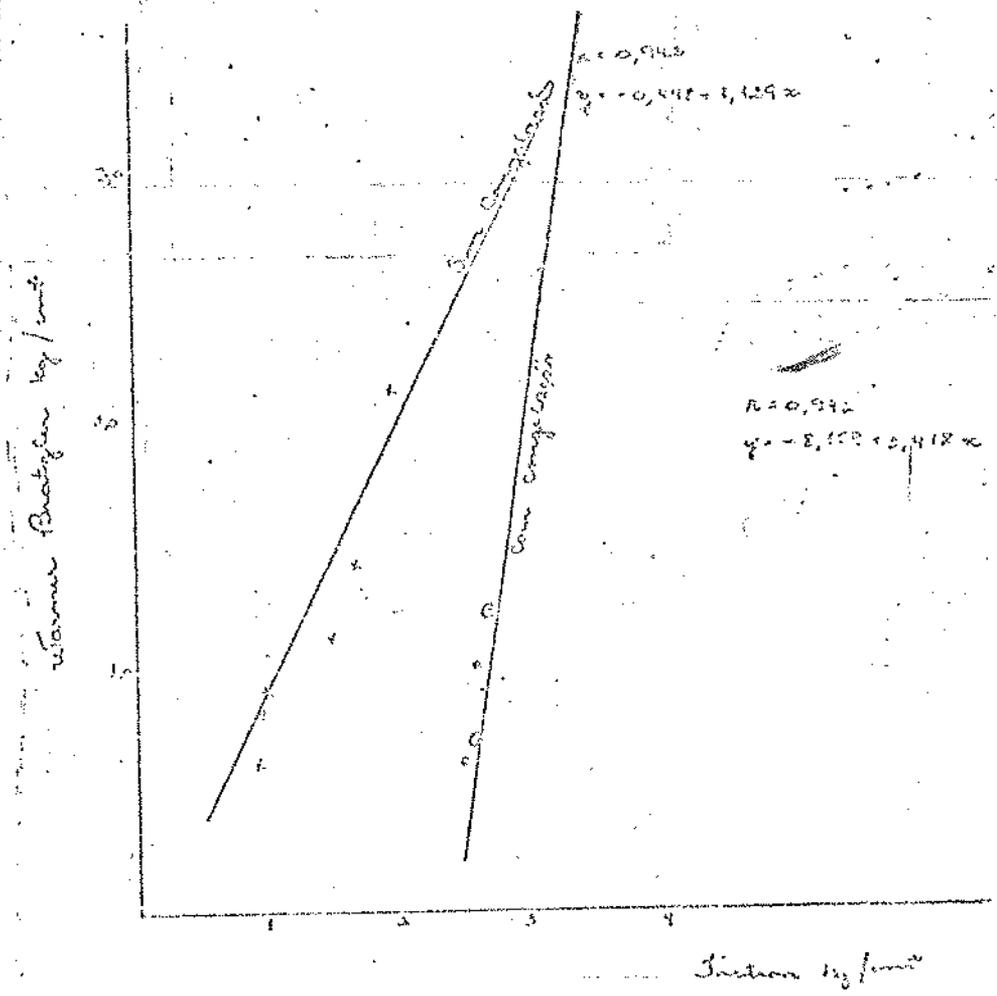


Fig. 6 - Gráfico ajustado de Curvas praticamente correlada e não correlada
 Linha de Referência - Nº. Mastigadas "Justas"

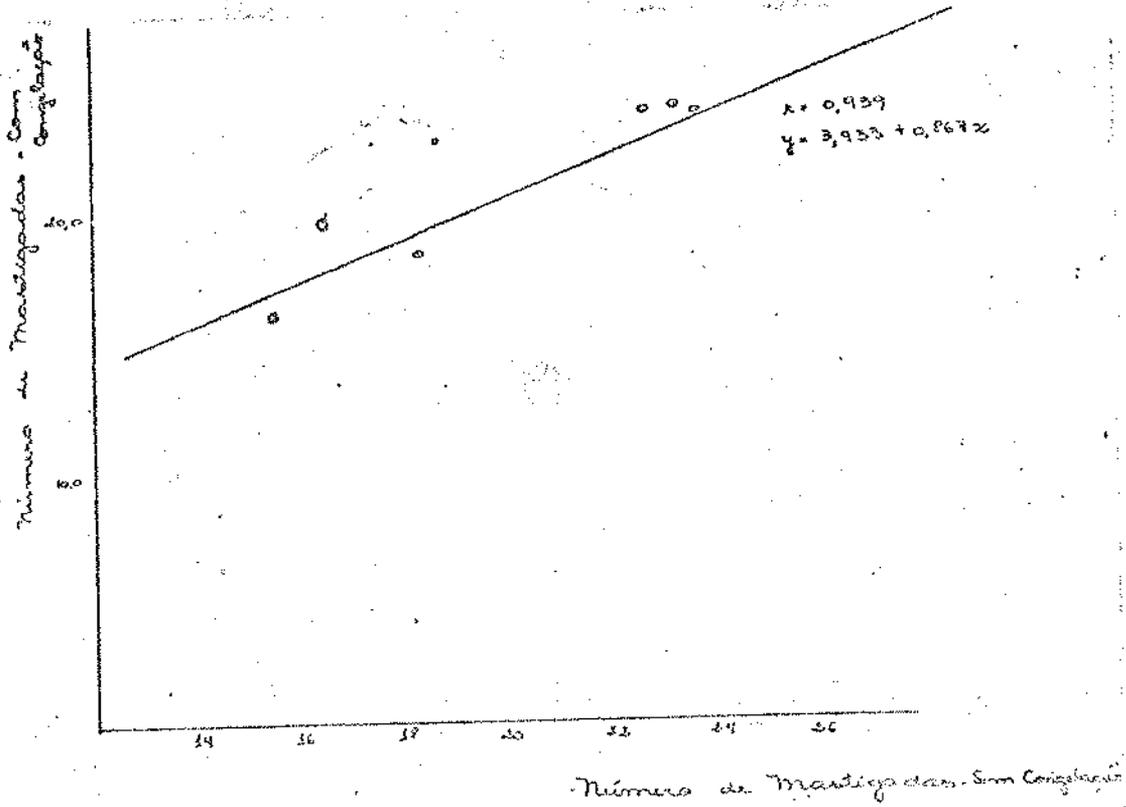


Fig. 7 - Linha de Regressão - Número de Mastigações com e sem
congelamento x Número de Mastigações carne assada
préviamente congelada.

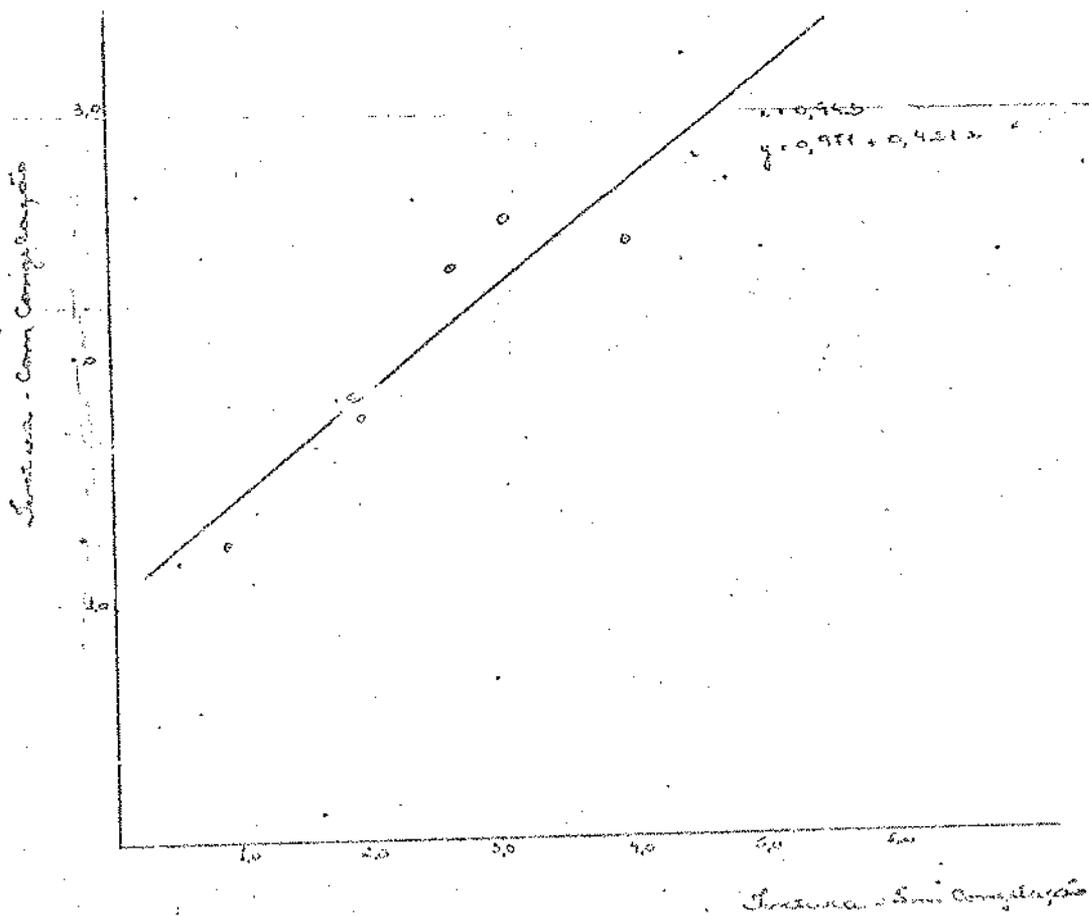
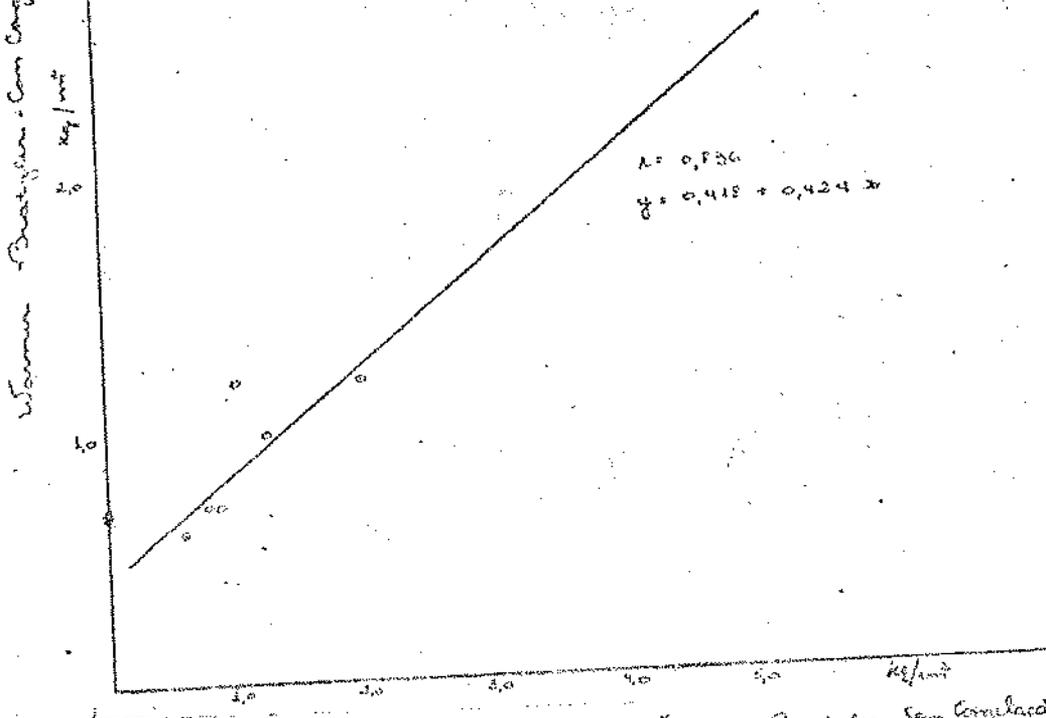
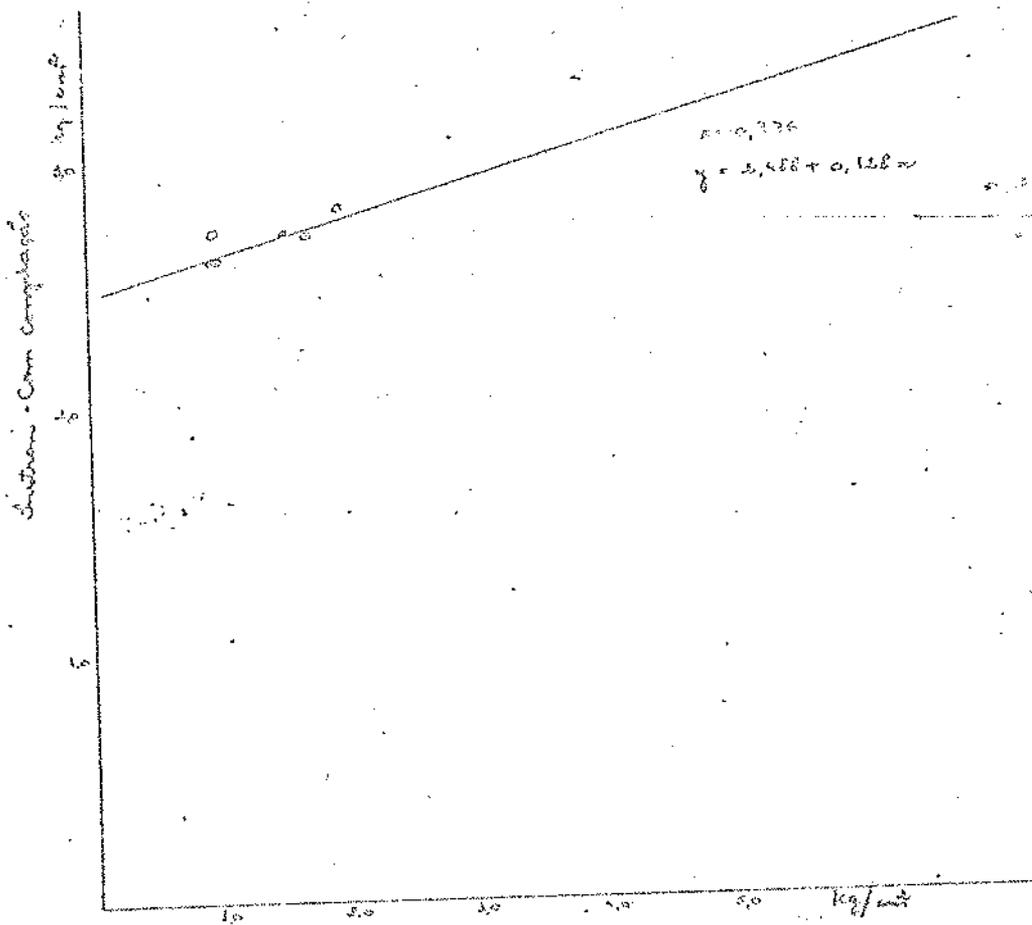


Fig. 8 - Linha de Regressão - Textura carne assada com e sem
congelamento x Textura carne assada préviamente congelada



Waxman - Bratylan - Sem Congelados

Fig. 9 - Gráfico de Regressão - "Waxman Bratylan" carne assada sem
prévia congelação e "Waxman Bratylan" carne assada pré-
viamente congelada.



Waxman - Sem Congelados

Fig. 10 - Gráfico de Regressão - "Waxman" carne assada sem prévia
congelação e "Waxman" carne assada previamente congelada

lhando também com frangos, constataram que a carne branca das aves jovens era significativamente mais dura que a escura, e nas aves adultas, a carne escura era ligeiramente mais dura - que as do peito. Essa afirmação de Peterson e colaboradores, discorda de nossos resultados, porém, estes, concordam com os resultados de Pangborn e colaboradores (50) e de Maurer e colaboradores (43), que encontraram para a carne branca, valores melhores para a tenrura do que para a carne escura, embora tenham trabalhado com carne de peru.

A adição de lipídeos à ração dos frangos, foi um ponto positivo no nosso trabalho e verificamos, pela literatura, que Carlson e colaboradores (11), trabalhando com perus, constataram que as rações contendo lipídeos, embora não fosse necessariamente a lecitina, eram mais eficientes para o crescimento das aves, e, que animais que recebiam aquele suplemento na ração, apresentavam valores de cisalhamento menores para a carne branca que para a escura, o que concorda plenamente com os nossos resultados.

Marion e colaboradores (41), estudando o valor de diferentes gorduras e sua energia metabolizável em frangos que eram alimentados com suplemento de lipídeos na ração, verificaram que as aves alcançaram maior peso aos dois meses de idade, bem como melhor conversão alimentar. Ainda Sunde (69) e Waibel (77), demonstraram que a adição de gordura às rações de aves melhorou a eficiência do aproveitamento da ração.

Ainda Carlson e colaboradores (12), concluíram que lipídeos adicionados à ração, tinham tendência a aumentar a perda por cocção, o que também se verificou em nosso trabalho.

Não se pode divorciar o efeito da congelação da carne do tempo que medeia entre o abate e a aplicação desta prática. Assim, Dawson e colaboradores (21), concluíram que a maciez da carne aumenta com o aumento do tempo de maturação que precede a congelação final.

Koonz e colaboradores (37), verificaram que a congelação interfere na tenrura por retardar a maturação quando aplicada no período do "rigor-mortis". Marion e Stadelman (42), concluíram que a tenrura não foi afetada significativamente pelo processo de congelação, o que confirma os nossos dados. Goodwin e colaboradores (31), informam, todavia, que a congelação da carne já maturada aumenta a tenrura da mesma, o que discorda de nossos resultados.

As perdas por cocção no Grupo I (sem prévia congelação) variou de 25,2 a 27,51% e no Grupo II (previamente congelada) de 30,37 a 34,78%, indicando que houve perda maior nas carnes congeladas e assadas do que naquelas sem prévia congelação. Os valores são maiores do que aqueles encontrados por Larmond e colaboradores (39), mas menores do que os de Moran e colaboradores, citado por Larmond (39).

A porcentagem de umidade por nós encontrada, variou de 64,41 a

69,22% para a carne sem prévia congelação e de 61,60 a 67,60% na carne previamente congelada. Verificamos que esses valores foram mais baixos do que aqueles de Peterson e colaboradores (52). Não foram encontradas correlações significativas entre o teor de umidade e os valores sensoriais de mastigadas e textura, o que está de acordo com Pangborn e colaboradores (50) que também não encontraram diferenças entre o teor de umidade e os valores de cisalhamento.

O teor de proteína variou de 34,30 a 37,97% na carne escura - sem prévia congelação e de 34,31 a 38,24% naquela previamente congelada, um pouco acima do citado na literatura: 25 a 35% - (49).

As correlações encontradas entre as medidas subjetivas (número de mastigadas e/ou textura) e as objetivas ("Warner Bratzler" e/ou "Instron"), estão de acordo com vários investigadores. Assim, verificamos que Maurer e colaboradores (43), encontraram um $r = 0,88$ para carne de frango avaliada sensorialmente e pelo "Warner Bratzler".

Trabalhando com o "Kramer Shear Press" e a equipe, boas correlações foram encontradas por Shannon e colaboradores (61), Wise e Stadelman (83), Cameron e Ryan (10) e Dodge e Stadelman (25), todos para a carne de frango (Quadro 22).

Para a carne de peru, Dodge e Stadelman (25), mediram o número de mastigadas versus "Kramer" e encontraram $r = 0,83$, altamente significativo. Goertz (28), encontrou $r = 0,794$ para o

músculo pectoralis major do peru, quando correlacionado com o "Warner Bratzler" e equipe sensorial. Klose e colaboradores (34), encontraram boa correlação entre um teste de ordenação sensorial e os valores do "Warner Bratzler" para o peru. Pangborn e colaboradores (50), também trabalhando com peru, encontraram boa correlação $r = 0,817$ entre o número de mastigadas e o "Warner Bratzler" para o pectoralis major.

Finalizando, podemos afirmar que, embora discordando em pequenos detalhes, nossos resultados concordam, em linhas gerais, com a maioria dos autores de outros países. Estes achados confirmam que a avicultura brasileira segue os padrões internacionais no que respeita às técnicas de manejo, nutrição e processamento e, assim, obtém o produto final - a ave - com padrões similares aqueles obtidos em outros países do mundo. Em assim sendo, é evidente que nossa ave apresenta características similares às daquelas de outros países, entrando em condições de competição no mercado mundial de carnes.

V - CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho, é nos lícito concluir:

1. - Os frangos que receberam ração com maior porcentagem de lecitina de soja revelaram carne branca mais tenra, tanto nas provas subjetivas como nas objetivas.
2. - As aves alimentadas com ração contendo maior porcentagem de lecitina de soja, apresentaram carne contendo maior teor de gordura.
3. - Não houve diferenças significativas entre os diferentes valores revelados pela carne previamente congelada e não congelada, exceto quanto à perda por cocção, que foi maior na primeira.
4. - Quanto aos testes subjetivos sobre o estudo da carne previamente congelada e não congelada, estes apresentaram - para número de mastigadas, um $r = 0,939$ significativo ao nível de 1% e para textura um $r = 0,942$, também significativo a esse mesmo nível, o que não aconteceu com as provas reológicas, que diferiram entre si.
5. - Houve boa correlação entre as provas objetivas e subjetivas de avaliação da textura da carne de frango, indicando a possibilidade do uso indistinto de qualquer um dos instrumentos empregados neste trabalho, ou dos testes sensoriais.

6. - Também houve correlação entre os aparelhos "Warner Bratzler Shear" e "Instron". No Grupo I, o valor de $r = 0,942$ significativo ao nível de 1% e no Grupo II, o valor $r = 0,976$, altamente significativo (0,1%).
7. - As provas sensoriais empregadas apresentaram um $r = 0,928$ - significativo ao nível de 1% no Grupo I, e um valor de $r = 0,990$ significativo ao nível de 0,1% para o Grupo II.
8. - Tanto os testes reológicos como os sensoriais, comprovaram que a carne branca foi sempre mais tenra que a escura.

VI - REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. - AMERINE, M.A. et al. Principles of sensory evaluation of food. New York, Academic Press, 1965. 602p.
2. - ANDERSON, P.C. et al. Rotating dull knife tenderometer. Food Technol. 26(1):25-29, 1972.
3. - ANDRADE, A.N. História e origem da galinha doméstica. Agricultura, 2 (14):29, 1976.
4. - ANUÁRIO AVÍCOLA 76, São Paulo, 792, 1975.
5. - A.O.A.C. Official methods of analysis. 11th ed. Washington, Association of Official Agricultural Chemists. 1975.
6. - ARMOUR AND CO. FOOD RESEARCH DIVISION. Tenderometer predicts tenderness of beef. Food Technol. 27 (7): 18-22, 1973.
7. - AVICULTURA INDUSTRIAL, São Paulo, 67, 797, 1976.
8. - BEERY, K.E. & Ziegler, S.H. A simplified and rapid method to uniformly size rib steak peaces for taste panel evaluation. Food Technol. 34(6):480-481, 1969.
9. - BELE, L.M. et al. Evaluation of objective methods of measuring differences in texture of freeze-dried chicken meat. J. Food Sci. 31:791-800, 1966.

10. - CAMERON, J.K. & RYAN, E.A. Tenderness in poultry meat.
I - An improved method for measuring. Food Technol.
9:29, 1955. (Technical program and abstracts)
11. - CARLSON, C.W. et Al. Dietary energy, sex, strain and
storage as influencing composition and/or palatabili-
ty of Broad Breasted Bronze turkey. Poultry Sci.
41(1):150-160, 1962.
12. - CARPENTER, Z.L. et al. Objective and subjective measures
of pork quality. Food Technol. 19(9):1424-1426, 1965.
13. - _____ . _____ . Assesment of beef tenderness with the
Armour Tenderometer. J. Food Sci. 37(1):126-129, 1972.
14. - COVER, S. et al. Tenderness of beef. I - The connective
tissue component of tenderness. J. Food Sci. 27(5):
469-475, 1962.
15. - _____ . _____ . Tenderness of beef. II - Juiciness and
the components of tenderness. J. Food. Sci. 27(5):
476-482, 1962.
16. - _____ . _____ . Tenderness of beef. III - The muscle
fiber components of tenderness. J. Food Sci. 27(5):
483-488, 1962.
17. - _____ . _____ . Tenderness of beef. IV-Relations of
shear force and fiber extensibility to juiciness and
sex components of tenderness. J. Food Sci. 27(6):527-
536, 1962.

18. - COCHRAN, W.G. & COX, G.M. Experimental designs. 2nd ed. Wiley, New York, 1957. 611p.
19. CUMMING, D.B. et al. Food texture measurements in Canada. J. Texture Studies 2(4):441-450, 1971.
20. - DAVEY, C.L. & GILBERT, K.V. The effect of sample dimensions on the clearing of meat in the objective assesment of tenderness. J. Food Technol. 4:7-14, 1969.
21. - DAWSON, L.E. et al. The effect of time interval between slaughter and freezing on toughness of fryers. Poultry Sci. 37(1):231-235, 1958.
22. - DEATHERAGE, F.E. & REMAIN, W. Measurement of Beef tenderness and tenderization of beef by tenderay process. Food Research 6(11):525-534, 1946.
23. - DODGE, J.W. & PETERS, F.E. Temperature and pH changes in poultry breast muscles at slaughter. Poultry Sci. 39(3):765-768, 1960.
24. - _____ & STADELMAN, W.J. Post-mortem aging of poultry meat and its effect on the tenderness of the breast muscles. Food Technol. 13(1):81-84, 1959.
25. - _____ . Studies on tenderness evaluation. Poultry Sci. 39(1):184-187, 1960.

26. - _____ . Variability in tenderness due to struggling. Poultry Sci. 39(3):672-677, 1960.
27. - GACULA Jr., M.C. et al. Statistical aspect on the correlation between objective and subjective measurements of meat tenderness. J. Food Sci. 36(2):185-189, 1971.
28. - GOERTZ, G.E. et al. Tenderness scores and Warner Bratzler Shear values for broilers and Beltsville white turkeys fed different cereal grains. Poultry Sci. 40(2):488-493, 1961.
29. - GOODWIN, T.L. The influence of strain on the tenderness of twenty-six-week old turkey. Poultry Sci. 44(3):594-596, 1965.
30. - _____ . & STADELMAN, W.S. Tenderness of turkey meat as influenced by pre-cooling before processing and hand massaging. Poultry Sci. 42(2):397-402, 1963.
31. - _____ . & et al. The effect of freezing, method of cooking and storage time on the tenderness of pre-cooked and raw turkey meat. Poultry Sci. 41(5):1268-1271, 1962.
32. - JOWIT, R. The terminology of food texture. J. Texture Studies 5(3):351-358, 1974.
33. - KHAN, A.W. & Lentz, C.P. Influence of pre-rigor, rigor and post-rigor freezing on drip losses and protein changes in chicken meat. J. Food Sci. 30(5):787-790, 1965

34. - KLOSE, A.A. et al. Effect of duration and type of chilling and thawing on tenderness of frozen turkeys. Poultry Sci. 40(3):683-688, 1961.
35. - _____ . Effect of laboratory scale agitated chilling of poultry on quality. Poultry Sci. 39(5): 1193-1198, 1960.
36. - _____ . Poultry tenderness. I - Influence of processing on tenderness of turkeys. Food Technol. 13(1):20-24, 1959.
37. - KOONZ, C.H. et al. Factors influencing tenderness of principal muscles composing the poultry carcass. Food Technol. 8(2):97-100, 1954.
38. - KRAMER, A. Texture: definition measurement relation to other attributes of food quality. Food Technol. 26(1): 34-39, 1972.
39. - LARMOND, E. & MORAN, E.T. Eating quality of chicken broilers as influenced by age and sex. Can. Inst. Food Technol. 2:185-187, 1969.
40. - LOCKER, R.H. Degree of muscular contraction as a factor in tenderness of beef. J. Food Sci. 25(2):304-307, 1960.
41. - MARION, P.C. et al. Metabolizable energy value and utilization of different types and grades of fat by the chicken. Journal Paper n° 217, American Meat Institu-

te Foundation. Chicago. 1961.

42. - MARION, W.W. & STADELMAN, W.J. Effect of various freezing methods on quality of poultry meat. Food Technol. 12(7):367-369, 1958.
43. - MAURER, A.J. et al. Factors affecting the drying, stability and rehydration of freeze-dried chicken meat. Poultry Sci. 52(2):784-792, 1973.
44. - MAY, K.N. et al. Interrelations of post-mortem changes with tenderness of chicken and pork. Food Technol. 16(1):72-78, 1962.
45. - MELLOR, D.B. et al. The influence of glycogen on the tenderness of broiler meat. Poultry Sci. 37(5):1028-1033, 1958.
46. - MILLER, W.O. & MAY, K.W. Tenderness of chicken as affected by rate of freezing, storage time and temperature, and freeze-drying. Food Technol. 19(7):1171-1174, 1965.
47. - MIYADA, D.S. & TAPPEL, A.L. Meat tenderization: I-Two mechanical devices for measuring texture. Food Technol. 10:142-146, 1956.
48. - MOSCOWITZ, H.R. et al. Psychophysical measures of texture. J.Texture Studies 3(1):135-145, 1972.
49. - MOUNTNEY, G.S. Poultry products technology. Westport, Avi Publishing, 1966. 264p.

50. - PANGBORN, R.M. et al. Sensory and mechanical measurements of turkey tenderness. Food Technol. 19(8):86-90, 1965.
51. - PARRISH Jr., F.C. et al. Relationship of tenderness measurements made by the Armour Tenderometer to certain objective, subjective and organoleptic properties of bovine muscle. J. Food Sci. 38(7):1214-1219, 1973.
52. - PETERSON, D.W. et al. Some factors affecting intensity of flavor and toughness of chicken muscles. Food Technol. 13(3):204-207, 1959.
53. - POOL, M.F. et al. Poultry tenderness. II-Influence of processing on tenderness of chickens. Food Technol. 13(1):25-29, 1959.
54. - _____. & Klose, A.A. The relation of force to sample dimensions in objective measurement of tenderness of poultry meat. J. Food Sci. 34(6):524-526, 1969.
55. - RAFFENSPERGER, E.L. et al. Development of a scale for grading toughness and tenderness in beef. Food Technol. 10(12):627-630, 1956.
56. - RITCHEY, S.J. & HOESTELER, R.L. Characterization of the eating quality of four beef muscles from animals of different ages by panel scores, shear-force values, extensibility of muscles fibers and collagen content. Food Technol. 18(7):1067-1070, 1964.

57. - SCHNEIDER, I.S. Processamento industrial de aves e seus sub-produtos. Ed. Brasileira de Agricultura, 1973. 100p.
58. - SCHUTZ, H.G. et al. Predicting hedonic ratings of raw carrot texture by sensory analysis. J.Texture Studies 3(2):227-232, 1972.
59. - SELTZER, E. Importance of selection and processing method for successful freeze-drying of chicken. Food Technol. 15(1):18-20, 1961.
60. - SHAMA, F. & SHERMAN, P. Evaluation of some textural properties of foods with the Instron Universal Testing Machine. J.Texture Studies 4(3):344-353, 1973.
61. - SHANNON, W.G. et al. Effect of temperature and time of scalding on the tenderness of breast meat of chicken. Food Technol. 11(5):284-286, 1957.
62. - SHARRAH, N. et al. Beef tenderness: Comparison of sensory methods with the Warner Bratzler and L.E.E. Kramer Shear presses. Food Technol. 19(2):238-245, 1965.
63. - _____ . Beef tenderness: Sensory and mechanical evaluation of animals of different breeds. Food Technol. 19(2):233-238, 1965.
64. - SHIMOKOMAKI, M. Textura da carne. Bol. ITAL 33(3): 43-56, 1973.

65. - STADELMAN, W.J. et al. Effect of aging and age on resistance to shear of turkey meat. Food Technol. 20(7):110-114, 1966.
66. - _____ . Growth and processing shrinkage of diethylstilbestrol treated fryers. Poultry Sci. 30:512-514, 1951.
67. - STANLEY, D.W. et al. Evaluation of certain physical properties of meat using a Universal Testing Machine. J. Food Sci. 36(2):256-260, 1971.
68. - _____ . Predicting meat tenderness from muscle tensile properties. J. Texture Studies 3(1):51-68 1972.
69. - SUNDE, M.L. Effects of fats and fatty acid in chicken rations. Poultry Sci. 35:362-368, 1956.
70. - SCZESNIAK, A. Classification of textural characteristics. J. Food Sci. 28(4):385-389, 1963.
71. - _____ . Correlations between objective & sensory texture measurement. Food Technol. 22(8):981-986, 1968.
72. - _____ . & SKINNER, E. Meaning of texture words to the consumer. J. Texture Studies 4(3):378-384, 1973.
73. - TAYLOR, M.H. et al. Factors affecting quality and tenderness in turkey steaks. Poultry Sci. 44(3): 669-673, 1965.

74. - TUOMY, J.M. & HELMER, R.L. Effect of freeze-drying on the quality of the longissimus dorsi muscle of pork. Food Technol. 21(4):653-654, 1967.
75. - _____ et al. Effect of cooking temperature and time on the tenderness of beef. Food Technol. 17(11): 1457-1460, 1963.
76. - VAN DEN BERG, L. et al. Post-mortem changes in tenderness and water-holding and ion binding properties of poultry leg and breast meat. Food Technol. 18(4):573-575, 1964.
77. - WAIBEL, P.E. Effect of dietary protein level and added tallow on growth and carcass composition of chicken. Poultry Sci. 34:1226-1229, 1955.
78. - WELLS, G.H. et al. Taste panel and shear press evaluation of tenderness of freeze-dried chicken as affected by age and pre-slaughter feeding of ions. Food Technol. 16(9):137-139, 1962.
79. - WESLEY, R.L. et al. The effect of hormonization on juiciness and tenderness of chicken meat. Poultry Sci. 37(6):1443-1445, 1958.
80. - WHITE, E.D. et al. Evaluation of toughness differences in turkeys. J. Food Sci. 29(5):637-678, 1964.
81. - WIERBICKI, E.L.E. et al. The relation of tenderness to protein alterations during post-mortem aging. Food

Technol. 8(11):506-511, 1954.

82. - WILKINSON, R.J. & DAWSON, L.E. Tenderness and juiciness of turkey roasts cooked to different temperatures. Poultry Sci. 45(1):15-19, 1954.
83. - WISE, R.G. & STADELMAN, W.S. Tenderness at various muscle depths associated with poultry processing techniques. Food Technol. 13(12):689-691, 1959.
84. - YOSHIKAWA, S. et al. Collection and classification of words for description of food texture: I-Collection of words. J. Texture Studies 1:443-451, 1970.