

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Parcer

Este exemplar corresponde a edição
final da Tese defendida por Sônia De
deca da Silva de Campos e aprovada
pela Comissão Julgadora em 24.10.89,
Campinas, 24 de outubro de 1989.

Miguel Moraes
Presidente da Banca

PARÂMETROS DE QUALIDADE DE FRANGOS CONGELADOS:
CARACTERIZAÇÃO E ALTERAÇÕES DECORRENTES DA
ESTOCAGEM.

Sônia Dedeca da Silva de Campos

Engenheira Agrônoma

26/89

Orientadora: Profa. Dra. Maria Amélia C. Moraes

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Uni-
versidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Doutor
em Ciência de Alimentos.

Campinas
1989

BANCA EXAMINADORA

Maria Amélia Chaib de Moraes

Prof. Dr. Maria Amélia Chaib de Moraes
(orientadora)

Suplente

Prof. Dr. Antonio de Melo Serrano
(membro)

Olavo Rusig

Prof. Dr. Olavo Rusig
(membro)

João Nunes Nogueira

Prof. Dr. João Nunes Nogueira
(membro)

Ismael Bonassi

Prof. Dr. Ismael Bonassi
(membro)

José Alfredo Gomes Arêas

Prof. Dr. José Alfredo Gomes Arêas
(membro)

Suplente

Prof. Dr. Massami Shimokomaki
(membro)

Campinas, 24 de outubro de 1989

Ao Alexandre e Ana Carolina pelo
amor, carinho e compreensão.

AGRADECIMENTOS

- * À Profa. Dra. Maria Amelia Chaib Moraes pelo incentivo, amizade e orientação deste trabalho.
- * À Faculdade de Engenharia de Alimentos - FEA pelos conhecimentos adquiridos e realização deste trabalho.
- * Ao Instituto de Tecnologia de Alimentos por tornar possível a realização desta pesquisa.
- * Aos Pesquisadores do ITAL: Iacy dos Santos Draetta, Vera Lúcia Pupo Ferreira, Emilia Emico Myia Mori pelos valiosos auxílios, sugestões e incentivo.
- * À Pesquisadora Margarida Kikuta Barbieri pela inestimável colaboração e apoio.
- * Aos integrantes da Seção de Avaliação e Controle de Qualidade do ITAL pelo apoio, incentivo e amizade.
- * Ao Dr. Mauro Faber Freitas Leitão pelas valiosas sugestões.
- * Aos colegas do ITAL, cujo incentivo e amizade nunca faltaram.
- * Aos professores integrantes da banca examinadora pelas sugestões que só aprimoraram este trabalho.

- * Aos abatedouros participantes do estudo pelo fornecimento das amostras.
- * Ao CNPq pela concessão de bolsa de pesquisa durante o decorrer do trabalho.
- * À Associação Brasileira de Indústrias de Alimentação - ABIA pelas cópias deste trabalho.
- * À Olga e Maria Helena pelo auxílio no serviço de datilografia.
- * À todos que de alguma forma contribuíram para que esta meta fosse atingida.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE QUADROS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	viii
SUMMARY.....	x
I. INTRODUÇÃO.....	1
II. REVISÃO DA LITERATURA.....	7
II.1. Panorama avícola brasileiro.....	7
II.2. Aspectos de qualidade.....	12
Conceitos.....	12
Qualidade quantitativa.....	12
Atributos não aparentes.....	13
Qualidade sensorial.....	14
Cor.....	17
Textura.....	20
Sabor.....	26
III. MATERIAL E MÉTODOS.....	46
III.a. Perda de líquido exsudado no descongelamen- to ("drip test").....	47
III.b. pH do líquido exsudado no descongelamento..	49
III.c. pH do músculo.....	49

III.d.	Teor de proteína do líquido exsudado no descongelamento.....	50
III.e.	Teor de proteína do músculo.....	50
III.f.	Cocção das amostras para os testes de avaliação instrumental da textura, cor e organoléptica.....	50
III.g.	Textura dos músculos.....	51
III.h.	Coloração dos músculos.....	56
III.i.	Avaliação organoléptica.....	57
III.j.	Análise estatística.....	58
IV.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
IV.1.	Adaptação e desenvolvimento de metodologia..	61
IV.1.a.	pH dos músculos.....	61
IV.1.b.	Cocção das amostras para os testes de avaliação instrumental da textura, cor e organoléptica.....	62
IV.1.c.	Textura dos músculos.....	63
IV.2.	Caracterização das aves.....	64
IV.2.a.	Perda de líquido exsudado no descongelamento.....	65
IV.2.b.	pH.....	69
IV.2.c.	Proteína.....	70
IV.2.d.	Cor.....	71
IV.2.e.	Textura.....	72
IV.2.f.	Características organolépticas.....	75
	Odor.....	75

. Sabor.....	75
. Textura.....	75
. Suculência.....	76
. Aceitação geral.....	77
IV.3. Alterações decorrentes da estocagem congelada	78
IV.3.a. Perda de líquido exsudado no descon-	
gelamento.....	79
IV.3.b. pH.....	80
IV.3.c. Proteína.....	82
IV.3.d. Cor.....	84
IV.3.e. Textura.....	88
IV.3.f. Avaliação organoléptica.....	90
. Odor.....	91
. Sabor.....	95
. Textura.....	98
. Suculência.....	100
. Aceitação geral.....	102
V. CONCLUSÕES.....	131
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	135

ÍNDICE DE QUADROS

	Página
1. Produção e destino do frango brasileiro de corte produzido no Brasil.....	8
2. Valores das características físicas e químicas, média geral, desvio-padrão, limite inferior e superior da carne de aves provenientes dos três abatedouros.....	66
3. Valores da avaliação organoléptica, média geral, desvio-padrão, limite inferior e superior do músculo de coloração clara (peito) de aves provenientes dos três abatedouros.....	67
4. Valores da avaliação organoléptica, média geral, desvio-padrão, limite inferior e superior do músculo de coloração escura (coxa e sobre-coxa) de aves provenientes dos três abatedouros.....	68
5. Valores das características físicas e químicas das aves congeladas e estocadas a -18°C , nas diversas épocas de análise.....	108

6. Valores da avaliação organoléptica do músculo de coloração clara (peito) de aves congeladas e estocadas a -18°C , nas diversas épocas de análise.....	109
7. Valores da avaliação organoléptica do músculo de coloração escura (coxa e sobre-coxa) de aves congeladas e estocadas a -18°C , nas diversas épocas de análise...	110

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Estados brasileiros produtores e exportadores de frango congelado.....	10
2. Principais países importadores de frango congelado do Brasil, em 1987.....	11
3. Qualidade sensorial, segundo KRAMER.....	26
4. Combinação de tempo-temperatura para vida-de-prateleira prática de frango cru (curva A) e porcentagem de qualidade para frango, sendo $B = 100/A$ (curva B).....	40
5. Esquema interno do forno de microondas TOSHIBA, modelo ER 722 BT.....	52
6. Esquema do "Texture Test System" e no detalhe o da célula padrão de cisalhamento e compressão.....	54
7. Curva típica de frango na célula padrão de cisalhamento e compressão.....	55

8. Ficha utilizada na avaliação organoléptica, com as respectivas notas.....	59
9. Teores de líquido exsudado no descongelamento das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.....	111
10. Reta e equação de regressão linear para os valores de líquido exsudado no descongelamento das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.....	112
11. Valores de pH do líquido exsudado no descongelamento, músculo claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.....	113
12. Retas e equações de regressão linear para os valores de pH do líquido exsudado no descongelamento, músculo claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.....	114
13. Teores de proteína do líquido exsudado no descongelamento, músculo claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.....	115.

14. Retas e equações de regressão linear para os valores de proteína do líquido exsudado no descongelamento, músculo claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.....	116
15. Coloração do músculo claro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.....	117
16. Retas e equações de regressão dos parâmetros de cor do músculo claro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.....	118
17. Valores de textura dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.....	119
18. Retas e equações de regressão linear para os valores de textura dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses..	120
19. Avaliações organolépticas do parâmetro odor dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.....	121

20. Retas e equações de regressão linear das avaliações organolépticas do parâmetro odor dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.	122
21. Avaliações organolépticas do parâmetro sabor dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.....	123
22. Retas e equações de regressão linear das avaliações organolépticas do parâmetro sabor dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.....	124
23. Avaliações organolépticas do parâmetro textura dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.	125
24. Retas e equações de regressão linear das avaliações organolépticas do parâmetro textura dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.....	126
25. Avaliações organolépticas do parâmetro suculência dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.....	127

26. Retas e equações de regressão linear das avaliações organolépticas do parâmetro suculência dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.....	128
27. Avaliações organolépticas do parâmetro aceitação geral dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.....	129
29. Retas e equações de regressão linear das avaliações organolépticas do parâmetro aceitação geral dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.....	130

PARÂMETROS DE QUALIDADE DE FRANGOS CONGELADOS: CARACTERIZAÇÃO E ALTERAÇÕES DECORRENTES DA ESTOCAGEM

RESUMO

O Brasil tem se destacado como grande produtor e exportador avícola, sendo poucos os estudos realizados em nosso país sobre o assunto em questão. Esta pesquisa visa caracterizar o frango congelado brasileiro destinado à exportação, com relação a alguns atributos químicos, físicos e organolépticos e estudar as suas alterações decorrentes da estocagem realizada a uma temperatura de -18°C por um período de 18 meses, avaliadas trimestralmente.

Na etapa de caracterização foram avaliadas aves provenientes de 3 abatedouros, com tradição em exportação e, na etapa de alterações de estocagem, provenientes de apenas um. As aves foram avaliadas quanto à perda de líquido exsudado no descongelamento, pH e teor de proteína do líquido exsudado e da musculatura de coloração clara e escura, e instrumentalmente, a coloração do músculo claro e textura de ambas as musculaturas e organolepticamente quanto ao odor, sabor, textura, suculência e aceitação geral.

Os resultados indicaram que as aves provenientes dos 3 abatedouros apresentaram variações provavelmente decorrentes de linhagens e manejo da criação, refletidas principalmente nos

atributos de perda de líquido exsudado no descongelamento, pH, teor protéico e textura, tendo sido detectadas diferenças nos valores de pH e teores de proteína entre os músculos claro e escuro. Sensorialmente não apresentaram diferença estatisticamente significativa quanto aos parâmetros estudados.

A duração da estocagem gelada (-18°C) não afetou o pH do líquido exsudado no descongelamento e dos músculos, mas observou-se aumento no volume e no teor protéico do líquido exsudado no descongelamento, diminuição do teor de proteína das musculaturas clara e escura e o escurecimento do músculo claro, porém estas alterações não ocorreram a níveis estatisticamente significativos. A textura do músculo escuro diminuiu, demonstrando um amaciamento estatisticamente significativo. Quanto aos atributos organolépticos, observou-se diminuição na intensidade do odor e sabor, para as duas musculaturas, não tendo sido detectado odor ou sabor estranho. A textura e a suculência da carne clara apresentaram alterações estatisticamente significativas, mas este fenômeno não foi detectado na de coloração escura. Quanto à aceitação geral, esta diminuiu de forma estatisticamente significativa, porém o produto ainda se manteve aceitável após 18 meses de estocagem.

QUALITY PARAMETERS OF FROZEN CHICKENS: CHARACTERIZATION AND ALTERATIONS DURING STORAGE

SUMMARY

Brasil is one of the most important chicken producer and exporter. The aim of this study was the characterization of the frozen brazilian chicken for export concerning to some chemical, physical and organoleptic attributes and evaluate the changing resulting of the frozen storage, held at -18°C during 18 months. The samples were evaluated every three months.

At the characterization phase, three lots of chicken from three different slaughter-houses were evaluated and at the storage phase, only one. The studied attributes were: drip losses, pH and the protein level of the drained liquid, breast and thigh meat, color of breast meat, texture of both meats and the organoleptic attributes: odor, taste, texture, succulence and overall acceptance.

The results indicated that the chickens from the three slaughter-houses presented significant differences concerning to the drip losses, pH, protein level and texture. The breast meat showed a lower pH than the thigh one. Organoleptically they didn't present any statistically significant difference.

The duration of the frozen storage (-18°C) didn't affect the pH of the drained liquid and of the meats as well. It was observed the increase of the volume and the protein level of the drained liquid and the decrease of muscle protein levels. The color of the breast muscle changed by darkening, but these changes weren't statistically significant. The texture of the thigh muscle decreased, showing a significant tenderization pattern. Concerning to the organoleptic attributes, the intensities of odor and taste decreased, but it wasn't detected any off-flavor. The texture and the succulence of the thigh meat didn't change, but in the case of breast meat, statistically differences were observed. The overall acceptance decreased, but the product was still considered acceptable after 18 months of storage.

I. INTRODUÇÃO

O consumo de carne de aves vem assumindo um papel cada vez mais importante na alimentação humana. As aves, em face às suas características de transformação de alimentos de baixo custo, tais como resíduos e grãos, que não se prestam à alimentação humana, em fonte protéica de boa qualidade, rápida renovação de plantéis e a constante busca de raças geneticamente melhoradas, cada vez mais se firmam no cenário da alimentação.

FELÍCIO (13) em um trabalho de revisão cita que há 50 anos, os frangos de corte eram abatidos aos 95 dias, pesando 1,3kg. Esses frangos convertiam 4,3 kg de ração em 1 kg de peso vivo. E como se não bastasse a redução de 40% na idade e o ganho de 45% no peso do abate, a conversão alimentar de frango de corte melhorou em 53% e a taxa de mortalidade, caiu de 13% para 4,5% nos últimos 50 anos. Como pode ser observado, é sem dúvida nenhuma, um grande passo resultante do melhoramento genético, alimentação, manejo e controle de doenças.

Em tempos não muito remotos, as aves eram abatidas em pequenos lotes, constituindo uma atividade de menor importância nos empreendimentos agropecuários e, muitas vezes, se restringindo a criações a nível doméstico, de fundo de quintal. Com o crescimento populacional e progresso introduzido na área avícola, a criação de aves tomou impulso, mas ao mesmo tempo, se deslocou para áreas cada vez mais distantes dos grandes centros urbanos, os grandes consumidores. Dessa forma, começou a se transformar em

desafio, a adequada distribuição de alimentos às populações urbanas, fazendo com que a industrialização também crescesse em importância.

Dentro do conceito de industrialização, vários são os métodos possíveis de serem utilizados visando a manutenção da qualidade dos produtos alimentícios, de modo a atingirem os mercados consumidores, se não com ótima qualidade, com a menor alteração possível.

No caso específico de aves, o congelamento é considerado como sendo o método mais adequado de conservação, pois permite que o conjunto de atributos que compõem o conceito geral de "qualidade" se mantenha com pequenas alterações, o mais próximo possível de seu estado original, por períodos mais longos que os verificados para produtos apenas refrigerados. A estocagem refrigerada de frangos (temperatura de 1,5 a 7°C) resulta em alterações de sabor em apenas dois dias, sendo que a deterioração resultante de crescimento da flora microbiana do produto é verificada já aos sete dias (55).

Como todo método de preservação de alimentos, o congelamento não pode melhorar um produto de qualidade inferior, mas pode prejudicá-la. Segundo SCHNEIDER (44), alguns defeitos das carnes de aves, provocados pela ação do frio intenso, são queimaduras e crescimento microbiano na superfície. As queimaduras provocadas pelas baixas temperaturas são causadas pela ação direta do frio ou por superfícies metálicas sobre a pele das carcaças das aves. O contacto direto do frio tem por resultado, uma desidratação superficial, violenta, com conseqüente enrugamento da

pele, que seca, tornando-se marrom-avermelhada. Estes efeitos prejudiciais são evitados com o acondicionamento das carcaças em embalagens de polietileno, medida esta que é usual.

A conservação de produtos alimentícios, mesmo por congelamento, não se dá por tempo indeterminado. A baixas temperaturas ocorrem alterações de qualidade devido à desnaturação térmica de proteínas, alterações essas que irão depreciar o produto, fazendo com que sua aceitação diminua até o ponto em que começa a sofrer rejeição (46). Este período é comumente denominado de "vida-de-prateleira".

Segundo o "Institute of Food Technologists" (IFT) (22), vida-de-prateleira é o tempo decorrido entre a produção e o consumo de um produto alimentício, durante o qual há uma manutenção da qualidade a nível satisfatório, avaliada em termos de valor nutritivo, sabor, textura e aparência.

Dentre os vários parâmetros diretamente envolvidos no estudo e estimativa da vida-de-prateleira de alimentos em geral, o "IFT" (22) considera como principais:

- Valor nutritivo, avaliado pela concentração de vitaminas e proteínas;
- Crescimento microbiano, ação enzimica ou infestação de insetos;
- Qualidade organoléptica, como sabor, textura e aparência geral.

Dentro do conjunto de atributos que compõem a "qualidade" de um produto, são as características organolépticas as que o público consumidor leva em consideração no julgamento de um alimento. Por esta razão, na elaboração de normas e padrões de identidade, estas características são pouco enfatizadas, embora isto não signifique menor importância (9).

A perda de peso de carnes congeladas, ocorrida durante a estocagem e descongelamento é fator de extrema importância. Além de afetar parâmetros comerciais, esta diminuição de peso, decorrente de perda de líquido, principalmente água, influi em outras características como a textura, tornando-a menos macia e suculenta. Durante a estocagem, este problema pode ser minimizado com o uso de embalagens com baixa permeabilidade ao vapor d'água, evitando-se que o produto se desidrate em demasia. Todavia, mesmo um material com esta característica não apresentará bons resultados se o espaço-livre for excessivo. Neste caso, haverá condensação de vapor sublimado da superfície do produto, com resultados tão ruins quanto os obtidos pela não utilização de uma embalagem adequada (8).

Outra alteração que pode ser observada, em decorrência da estocagem em condições inadequadas, é a queima pelo frio ou "freeze-burn", resultante da desidratação superficial da carne, caracterizando-se pela concentração de pigmentos nesta região e, conseqüentemente, alterando a cor do produto (8).

Muitos outros fenômenos podem ocorrer e resultar em alterações de qualidade de carnes congeladas.

Um parâmetro determinante da conservação de aves congeladas é a manutenção de temperatura (44). Desde que não haja flutuação de temperatura e que ela esteja adequadamente acondicionada, a conservação, segundo SCHNEIDER (44), se dá por períodos de 6 a 12 meses, período este em que ocorrem alterações sensíveis. HENRICKSON (20) já diz que o tempo de estocagem de 9 meses não acarreta grandes modificações na qualidade da carne. Embora ambos os autores mencionem tempos de vida de prateleira, não tecem considerações sobre as alterações que serviram de base para estas afirmações.

Com o constante desenvolvimento e sua ampliação, a avicultura brasileira vem expandindo seu mercado consumidor, até mesmo ultrapassando nossas fronteiras, configurando-se dessa forma, como uma atividade empresarial de extremo interesse para o país (2).

Toda e qualquer atividade comercial tende a se tornar mais intensa e lucrativa quando normas e padrões de identidade e qualidade são disponíveis para os produtos e para que estes sejam elaborados, um conhecimento completo do alimento se faz necessário.

Levando em consideração os pontos abordados, torna-se evidente a necessidade de um estudo das alterações de qualidade que ocorrem em aves congeladas durante a estocagem.

O presente estudo tem como finalidades desenvolver ou adaptar metodologias para avaliação de parâmetros objetivos que caracterizem carne congelada de aves, quando estas não existirem ou não puderem ser realizadas com as facilidades ora disponíveis

e desenvolver um estudo que avalie as alterações dos seus atributos objetivos e subjetivos de qualidade de carne congelada. Os resultados deste estudo poderão servir de subsídios tanto para a recomendação do período máximo de estocagem do produto, como para a elaboração de padrões de identidade e qualidade específicos.

II. REVISÃO DA LITERATURA

II.1. Panorama Avícola Brasileiro

Os Estados Unidos, União Soviética, Brasil e França são os maiores produtores mundiais de carne de frango. Desses países, somente a França e o Brasil são grandes exportadores, respectivamente primeiro e segundo lugar em volume (3).

A criação de um frango de corte se inicia com a importação de avós, geralmente dos Estados Unidos. Estes são pintos de genética especial, confinados desde o nascimento e super protegidos de contaminações do meio ambiente. Sua função é gerar as matrizes para a criação de pintos de corte. Em várias regiões do nosso país, onde a avicultura é mais adiantada, os abatedouros com maior tradição em exportação entregam pintos de um dia, devidamente vacinados, bem como rações e demais insumos a avicultores já contratados, prestando inclusive assistência técnica em todo o período de criação, o que lhes assegura frangos com as características desejadas (2).

De acordo com a Associação dos Produtores de Pinto de Corte - Apinco (citado em 2), o Brasil, em 1975 produzia 519.000 toneladas de carne de frango, ano em que as exportações foram iniciadas. No Quadro 1, temos um panorama de como a avicultura de corte evoluiu no período compreendido entre 1974 e 1984.

QUADRO 1. Produção e destino do frango de corte produzido no Brasil.

Ano	Produção (toneladas)	Variação (%)	Consumo	
			interno (%)	Exportação (%)
1974	484.000	----	100,0	----
1975	519.000	7,2	99,3	0,7
1976	604.000	16,4	96,7	3,3
1977	698.000	15,5	95,2	4,8
1978	858.000	22,9	94,1	5,9
1979	1.096.000	27,7	92,6	7,4
1980	1.230.000	12,2	86,2	13,8
1981	1.400.000	13,8	79,0	20,0
1982	1.507.533	7,7	80,0	20,0
1983	1.489.364	-1,2	80,6	19,4
1984*	1.300.000	-12,7	79,2	20,8

* Previsão

Fonte: Abef e Apinco (citado em 2)

Compilando-se os dados referentes a 1987 e parte de 1988, publicados pela CACEX (3), temos:

	1987	1988*
Produção (ton.)	1.778.037	1.135.864
Consumo interno (%)	86,0	89,2
Exportação (%)	14,0	10,8

* Período de janeiro a julho

Segundo um diagnóstico da revista "Analysis" de junho de 1984 (citado em 2), a avicultura brasileira vem alterando seu perfil, principalmente pela extinção gradual dos produtores independentes, resultando na permanência no mercado, de criações interligadas.

A produção brasileira está concentrada (cerca de 50% do total) na região Sul, enquanto que a Sudeste fica com cerca de 40%, a Nordeste com 7,6%, a Norte com 1,6% e a Centro Oeste com apenas 0,8% (2). Com relação à exportação, o comportamento específico por Estado pode ser observado na Figura 1.

A quase totalidade das exportações brasileiras de aves congeladas se destina ao Oriente Médio. Estes dados, referentes ao ano de 1987, são vistos na Figura 2.

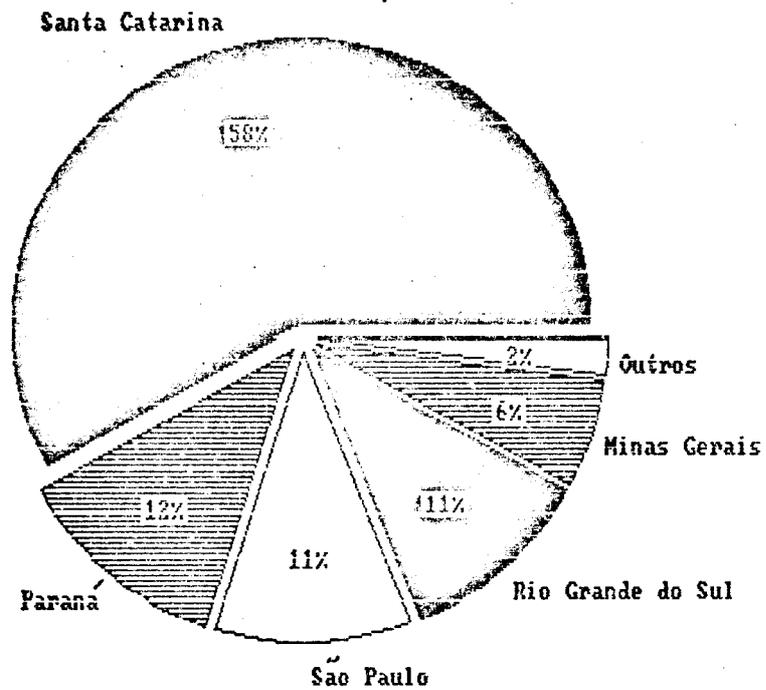


FIGURA 1. Estados brasileiros produtores e exportadores de frango congelado.

Fonte: Abef (citado em 2).

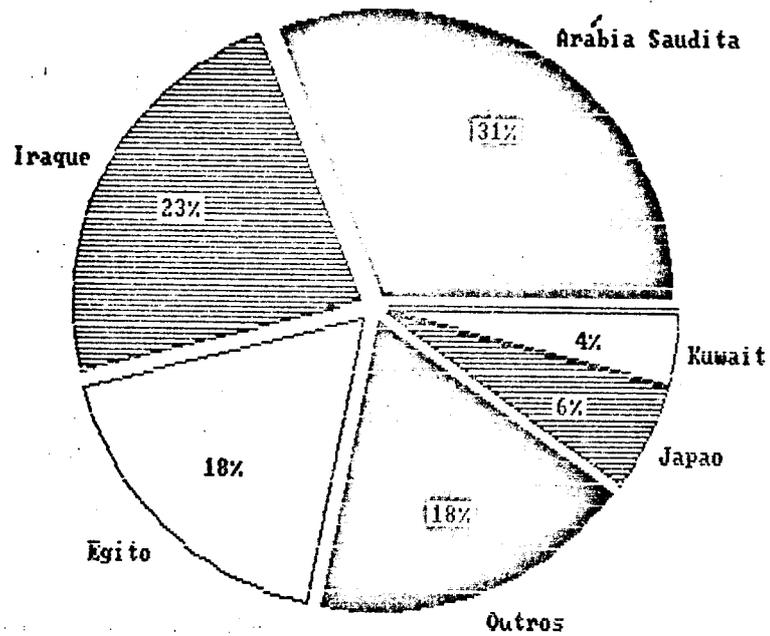


FIGURA 2. Principais países importadores de frango congelado do Brasil, em 1987.

Fonte: CACEX (3).

II.2. Aspectos de qualidade

Conceitos

Qualidade pode ser conceituada como um conjunto de características que diferenciam unidades individuais de um produto e que são significativas na determinação de seu grau de aceitação pelo consumidor (9,28).

Qualidade é uma variável que pode ser boa ou má, alta ou baixa. Deve-se entender por qualidade, não um atributo necessariamente excelente ou altamente desejável, mas sim, reconhecer que um atributo particular de qualidade ou um certo nível pode ser muito importante para determinados produtos e de nenhuma importância para outros.

Qualidade pode ser subdividida em três categorias principais:

- quantitativa
- não aparente
- sensorial

Qualidade quantitativa

Embora possa parecer paradoxal, a quantidade é definitivamente um atributo de qualidade. Os atributos quantitativos são talvez de maior importância para a produção e o comércio que para o consumidor final, mas, em qualquer caso, são de interesse real também para quem adquire e consome o produto.

No caso de frangos congelados, um exemplo desta categoria de atributos é a perda de líquido exsudado quando do descongelamento.

Atributos não aparentes

Atributos não aparentes de qualidade incluem aqueles fatores que podem afetar a vendabilidade de um produto do ponto de vista da saúde, os quais, o consumidor ordinariamente não pode avaliar através de seus próprios sentidos. Dentro desta categoria, é possível fazer uma distinção entre atributos nutricionais, toxicológicos e sanitários.

O valor nutricional assume importância como um fator de qualidade, especialmente quando apelos específicos são feitos, tal como a presença de certos nutrientes a níveis mínimos. No caso específico de produtos cárneos, este atributo está relacionado ao seu teor protéico, bem como seus aminoácidos e biodisponibilidade. Em geral, o consumidor não se incomoda com o teor total de determinado nutriente de um produto, mas espera que o mesmo lhe proporcione uma substancial parte de sua necessidade diária.

É também extremamente importante para o consumidor saber, que o alimento, além do seu valor nutricional, não lhe pode causar nenhuma doença. Desde que o consumidor não pode julgar por si próprio, se algum ingrediente tóxico ou prejudicial está presente no alimento comercialmente processado, é necessário estabelecer controles mais elaborados, tanto a nível governamental como industrial, para assegurar a saúde pública.

A presença de microorganismos deteriorantes ou patogênicos é um atributo de qualidade sanitária, pois, podem em sua maioria provir de matérias primas não adequadamente selecionadas, ou de contaminação da linha de processamento. Nem sempre a sua presença é detectável pelo consumidor, o que faz com que existam padrões microbiológicos para todos os alimentos. Dentro desta categoria, também estão incluídos os fragmentos de insetos, pêlos e excrementos de roedores e outras sujidades, cujos níveis em diversos produtos estão sendo levantados para a elaboração de padrões específicos, sendo que para alguns alimentos, estes limites já estão estabelecidos.

Qualidade sensorial

Em geral, qualidade é considerada como qualidade sensorial. Normalmente, esta não necessita estar sob rígido controle governamental para a proteção do consumidor, que pode julgar tais níveis através de seus próprios sentidos. O controle dos atributos sensoriais de qualidade não visam tanto uma proteção ao consumidor, mas é uma maneira do fabricante determinar a preferência do mercado alvo, com a finalidade de obter um produto que satisfaça tal preferência à uma máxima economia de produção.

KRAMER (28) esquematizou os atributos sensoriais na forma de um círculo, colocando-os sob três categorias principais: aparência, cinestesia e sabor, as quais são colocadas externamente ao círculo, como pode ser observado na Figura 3. Internamente, sob cada uma das categorias principais, estão posicionados os

atributos a elas relacionadas. Assim, sob aparência encontramos cor, forma, brilho e tamanho; sob cinestesia, textura e sob o sabor, odor e gosto. Alguns atributos podem ser perceptíveis por mais de um sentido e para sanar este problema, KRAMER colocou-os nas interfaces. É o que ocorre com a viscosidade e a consistência, que tanto podem ser percebidas pela aparência como pelo sentido cinestético, com a percepção bucal colocada entre a cinestesia e o sabor e os defeitos, entre o sabor e a aparência.

Segundo COSTÉLL (11), a qualidade sensorial não é uma característica própria do alimento, mas o resultado da interação entre o alimento e o homem, e pode ser definida como a sensação humana provocada por determinados estímulos do alimento. Esta sensação depende portanto não só das características dos estímulos, mas também das condições fisiológicas, psicológicas, étnicas e sociais da pessoa que avalia.

Dentre as características organolépticas é muito difícil apontar qual a mais importante, no caso de carne, seja ela bovina, suína ou de aves, de modo que todas têm sua parcela no contexto global de qualidade.

Qualquer indivíduo é capaz de distinguir uma carne de coloração normal de uma alterada, a carne dura da tenra, a succulenta, da seca e a saborosa, da insípida. Esta evidência demonstra mais uma vez que a interação destes atributos é que depende a aceitação do produto pelo consumidor.

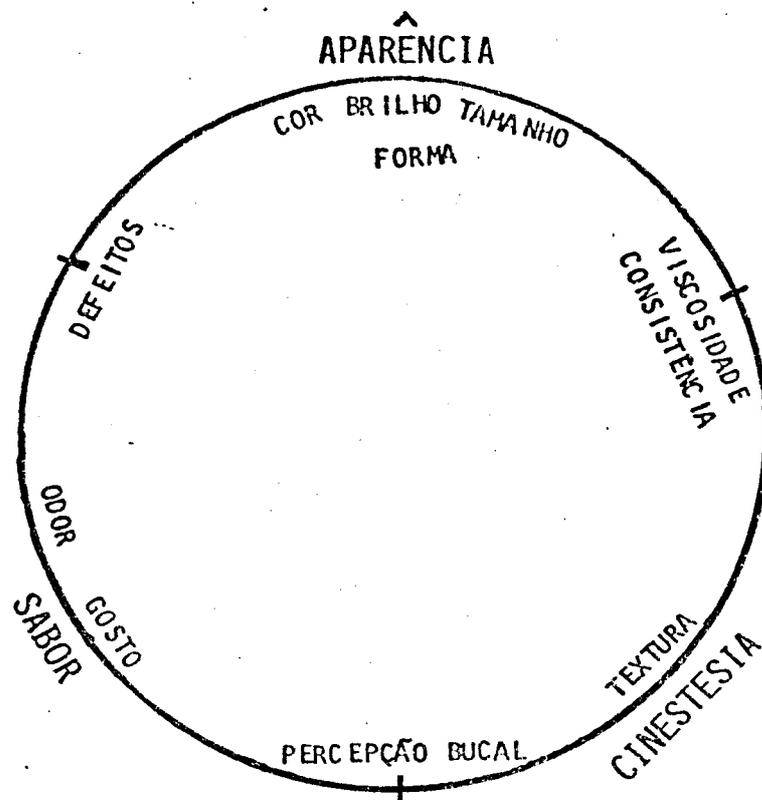


FIGURA 3. Qualidade sensorial, segundo KRAMER (28).

Cor

O primeiro atributo a influenciar a aceitação e consequente aquisição de um produto é a sua aparência. Qualquer alteração neste atributo é um claro indício de que ocorreram reações e, conseqüentemente, as características originais do mesmo mudaram. Na grande maioria das vezes, mudanças de aparência são um reflexo de descolorações ocorridas na superfície do produto.

No caso de aves, a coloração da pele e dos músculos, além do fator genético, é uma conseqüência da alimentação, é o resultado da adição de tipos e teores variados de xantofilas à ração, prática essa relativamente comum entre os avicultores. Técnicas de processamento também podem alterar esta característica.

DBANU et alii (40) num estudo das características organolépticas e químicas de carne de aves, observaram que a coloração escura da carne proveniente da coxa é um resultado do teor mais elevado de mioglobina apresentado pelo tecido, quando comparado com o da carne de peito, de coloração clara. Os autores afirmam ainda que a raça das aves tem um importante papel na coloração da carne.

ACTON et alii (1) usaram as coordenadas de cor de um colorímetro de três estímulos e comparações visuais para determinar o efeito "clareador" de vários tratamentos de lavagem na coloração do tecido da coxa de frango. Observaram que as técnicas empregadas clareavam os tecidos, fato este comprovado pelo movimento das coordenadas de cor em direção à posição correspondente

à carne de peito, tanto das amostras "in natura" como das cozidas. Os autores concluem que, a característica de cor escura, típica da coxa de frango é possível de ser alterada através de técnicas adequadas de lavagem. É provável que a cocção em água apresente efeito semelhante.

LYON et alii (32) avaliaram objetivamente a cor da carne de aves, situadas em contacto com os ossos. Neste estudo, foi retirada do músculo do peito "Pectoralis major", a pele e a superfície interna do mesmo foi usada na avaliação através do colorímetro "Hunter Color and Color Difference Meter". Observaram que as amostras congeladas eram significativamente mais escuras que as não congeladas, e que os processos de congelamento (túnel ou freon) não influenciavam no grau de escurecimento. Os valores encontrados confirmaram o fenômeno de migração da hemoglobina em teor suficiente para escurecer e avermelhar os tecidos. Numa segunda etapa, observaram este efeito persistia mesmo quando as aves eram cozidas em água.

Diversos trabalhos têm sido realizados com relação ao escurecimento dos ossos de frango congelados. KOOZ & RAMSEOTTOM (citado em 32) relataram que nos ossos cuja medula é vermelha, no caso de ave congelada, por ocasião de seu descongelamento, a hemoglobina é oxidada à metamioglobina e conseqüentemente, a cor da medula óssea e dos ossos é alterada de vermelho para marrom, cinza e preta. Os autores observaram ainda que o teor de hemoglobina contido nos ossos das aves jovens é maior que nas adultas e que no processo de descongelamento destes animais, algum pigmento escapa através dos poros das paredes ósseas que são esponjosas, não

completamente calcificadas e se acumula nos tecidos adjacentes, os quais se tornam escurecidos quando cozidos.

Este mesmo fenômeno foi observado por SPENCER et alii (citado em 32) que verificaram o escurecimento dos ossos em todos os frangos submetidos a congelamento, tendo observado ainda que, a duração da estocagem congelada não tem efeito algum no grau de escurecimento ósseo.

JANKY (26) realizou um estudo para avaliar a adequabilidade do colorímetro "Minolta Reflectance Chroma Meter IITM" na avaliação da pigmentação da coxa de frango. Segundo o autor, a vantagem deste equipamento seria o seu tamanho reduzido, o que permitiria sua aplicação em controle de qualidade da linha de produção e monitoramento da pigmentação nas granjas de criação. Para este estudo, lotes de aves foram alimentadas com rações contendo tipos e níveis variados de xantofila, a fim de se obter uma larga faixa de variação de pigmentação da pele e da coxa. Os parâmetros de cor (comprimento de onda dominante, pureza de excitação e luminosidade) foram obtidos com o colorímetro "Minolta", nas condições : a)-aves vivas; b)-abatidas; c)-resfriadas e d)-pele da coxa, após sua remoção. As três últimas amostras também foram avaliadas através do colorímetro "Mc Beth MC 1010TM", cujos resultados foram utilizados para se calcular a correlação entre os equipamentos. O autor concluiu que os coeficientes de correlação entre as leituras da cor da coxa das amostras abatidas e resfriadas não eram significativos, porém este coeficiente aumentava quando da avaliação da pele removida. Com base nestas observações, pode-se dizer que o equipamento em teste não mostra total

adequacidade à finalidade pretendida.

Textura

Vários são os pontos a serem enfocados quando se discute textura, parâmetros de textura, percepção, alterações e sua metodologia de avaliação.

Segundo SHERMAN (47), a carne basicamente consiste de feixes de fibras musculares, as quais são dispostas paralelamente uma à outra, em uma matriz elástica de tecido conectivo. As principais proteínas do tecido conectivo são o colágeno e a elastina, mas o conteúdo desta última é relativamente baixo. O colágeno consiste em um grande número de unidades macromoleculares em forma de bastão, cada qual contendo três cadeias polipeptídicas interligadas na forma helicoidal. Há uma relação inversa entre maciez da carne e o teor do tecido conectivo, mas esta é uma relação complexa, uma vez que o grau de interligações da cadeia polipeptídica no colágeno também influencia a maciez. A deposição da gordura intramuscular é outro fator de influência, pois ocorre no interior da rede de colágeno, resultando em uma estrutura de malha mais aberta, proporcionando uma maior maciez.

As miofibrilas, que contêm mais da metade do teor de proteína do tecido cárneo, são unidades estruturais que se repetem e se encontram mergulhadas no sarcômero, que por sua vez, são interligadas pelas linhas Z. Os sarcômeros têm uma região central de filamentos paralelos, espessos, da proteína miosina. A partir das linhas Z, filamentos de pequena espessura da proteína actina,

partem em direção ao centro do sarcômero e penetram entre as cadeias de miosina. Com a contração muscular "ante" ou "post-mortem", há uma aproximação das linhas Z, provocando uma maior interação entre as moléculas de actina e miosina. Esta interação em menor ou maior intensidade é fator de grande influência na textura (47).

O sarcoplasma constitui a fase fluida do músculo, contendo proteínas solúveis e uma suspensão de partículas intercelulares. A desnaturação das proteínas sarcoplasmáticas pode ter influência na maciez da carne, tornando-a mais macia, uma vez que estas são as primeiras proteínas a se hidrolizar em peptídeos e aminoácidos (47).

SHIMOKOMAKI (48) considera que os fatores que podem afetar a textura da carne podem ter duas origens, isto é, fatores "ante-mortem" (idade, sexo, nutrição, exercícios e "stress") e fatores "post-mortem" (temperatura e duração do acondicionamento da carcaça, temperatura e método de cocção, presença de tecido conectivo, pH do músculo e comprimento do sarcômero) para a maioria dos animais. O autor aponta ainda que as fibras de colágeno são as responsáveis pela alta resistência à ruptura, constituindo parte do atributo de maciez ou firmeza perceptíveis quando do consumo do produto.

O aumento da temperatura, como o que ocorre na cocção tem efeitos opostos nas proteínas do tecido conectivo e das miofibrilas. O colágeno degrada convertendo-se em grande parte em gelatina, à temperatura de cocção, o que proporciona um aumento da maciez. Já as proteínas miofibrilares sofrem coagulação e de-

gradação, fazendo com que haja uma redução da maciez. Em função destes comportamentos é que os vários músculos reagem diferentemente quando cozidos e suas propriedades de textura acabam dependendo das condições de tempo e temperatura empregadas nesta operação (SZCZESNIAK & TORGESON, citado em 47).

A avaliação da textura da carne ou dos seus parâmetros pode ser efetuada subjetivamente, por meio de metodologia específica, como o do perfil de textura, onde todos os seus parâmetros são descritos, bem como a ordem em que aparecem durante a fase mastigatória e de deglutição, ou objetivamente através de equipamentos diversos.

Segundo CAMPOS (10), os equipamentos normalmente empregados na avaliação de carne de qualquer origem, são o "Warner-Bratzler Shear", o "Lee Kramer Shear" ou ainda denominado "Allo Kramer Shear" (atualmente "Texture Test System") com os acessórios célula padrão de cisalhamento e compressão e célula de cisalhamento de carne, bem como o "Instron Universal Machine" e o Ottawa Texture Measurement System", aos quais também podem ser acopladas as células já mencionadas. Além destes, vários outros são mencionados em literatura. Dada esta diversidade de equipamentos, grande número de pesquisadores tem se preocupado em realizar estudos para avaliar não só o desempenho, como também a correlação entre os resultados obtidos através das diferentes metodologias.

MORAES (35) estudou o emprego comparativo dos aparelhos "Warner Bratzler Shear" e "Instron Universal Machine" ao qual foi acoplada a célula de cisalhamento de carne. Segundo os resultados obtidos, os equipamentos mostraram boa correlação entre si, o que

sugere a possibilidade do emprego indistinto de qualquer um deles.

SMITH et alii (51) compararam dois métodos de análise de textura de carne de peito de frango, a saber: "Allo Kramer Shear" e "Texture Profile Analysis". As amostras empregadas no teste em questão foram desossadas a quente ou processadas pelo método convencional (com resfriamento). Foram retiradas sub-amostras da carne cozida, tanto na forma de fatias de espessura uniforme (2mm) como na de porções de espessura variável, de três diferentes posições do músculo (anterior, mediana e posterior). Os autores observaram que o "Allo Kramer Shear" permitiu a detecção de diferenças significativas entre as amostras desossadas a quente e pelo método convencional, bem como entre as retiradas nas diferentes porções do músculo, com valores em kgf/g respectivamente de:

	anterior	mediana	posterior
desossada a quente	13,4	12,5	9,6
tradicional	6,9	8,0	9,6

A espessura da amostra não influenciou os resultados obtidos no "Allo Kramer Shear", enquanto que os do "Texture Profile Analysis" sofreram esta influência, necessitando para a sua utilização, o emprego de amostras uniformes, a fim de diminuir o coeficiente de variação observado.

A textura de frango pode ser afetada por vários procedimentos de processamento e estado fisiológico da ave no momento do abate, produzindo amplas variações na mesma.

Um exemplo deste fenômeno, é do trabalho realizado por JANKY et alii (23) quando avaliaram a textura da carne branca de frangos, através do "Kramer Shear Press", tendo observado uma faixa de variação de força máxima de cisalhamento de 5,0 a 12,0 kgf/g para amostras que foram submetidas ao mesmo processamento.

De acordo com SIMPSON & GOODWIN (50), carne de frango com força de cisalhamento de 8,0 kgf/g de tecido seria considerada "dura, rija", pela maioria dos consumidores.

Diversos trabalhos têm sido realizados no sentido de avaliar o comportamento da textura das aves frente a diferentes tipos ou condições de processamento. Nesta linha, vários são os estudos efetuados por JANKY et alii (23, 24, 25), SAMS et alii (43) e DBLINGER et alii (39).

JANKY et alii (23) avaliaram a influência do resfriamento em salmoura comparada ao resfriamento normal (imersão em gelo) e ausência de resfriamento ("hot-packaged"), através de características físicas, sensoriais e microbiológicas na qualidade geral de aves, com especial atenção à textura. As aves após serem submetidas aos diferentes processos foram congeladas e mantidas à -18°C . Na época da análise foram descongeladas e assadas em forno convencional à 180°C até que atingissem a temperatura interna de 85°C . A maciez foi avaliada através do "Texture Test System" da "Food Technology Corporation", célula padrão de cisalhamento e compressão, em amostras do músculo "Pectoralis major", de dimensões de 20 x 40 x 3mm e "Biceps femoris" de 15 x 30 x 2mm, sendo os resultados expressos em kgf/g de amostra. Observaram que as forças necessárias para cisalhar um grama de carne

foram:

	branca	escura
- resfriada em salmoura	2,6 kgf	3,4 kgf
- resfriada em gelo	5,5 kgf	3,3 kgf
- sem resfriamento	6,1 kgf	4,9 kgf

Os resultados obtidos mostram que em função do músculo analisado tem-se comportamentos diferenciados. Provavelmente as proteínas da musculatura branca apresentam maior teor das do tipo solúvel em solução salina, fazendo com que o resfriamento em salmoura provoque um amaciamento mais acentuado, até mesmo atingindo valores de força de cisalhamento menores que os da musculatura escura. Uma outra razão poderia ser uma desnaturação em função da diminuição da atividade de água resultante da adição do cloreto de sódio.

O efeito do amaciamento da carne de aves, resultante da imersão em salmoura foi mais uma vez estudado por JANKY et alii (24) quando comparou meias carcaças de aves. Neste experimento, as carcaças das aves eram separadas ao meio e marcadas para posterior identificação. Cada porção da direita ou esquerda era aleatoriamente submetida a um dos dois tratamentos:

- imersão em solução de cloreto de sódio a 5% (massa/massa) por 16 horas antes da cocção;
- embalagem em sacos de polietileno e estocagem a 1°C, também por 16 horas.

Após os tratamentos, ambas as metades de uma mesma carcaça foram cozidas em forno elétrico a 177°C, simultaneamente a fim de evitar variações decorrentes do cozimento. Os resultados

obtidos indicaram que a imersão em salmoura antes da cocção teve um efeito amaciante na carne, sendo que este efeito foi mais intenso nos músculos mais rígidos que nos mais macios, isto é, seu efeito foi mais acentuado na musculatura de coloração clara que na de coloração escura, resultado este que provavelmente é originário das razões mencionadas no parágrafo anterior.

Sabor

Os principais componentes dos alimentos - lípides, proteínas e carboidratos - são também a maior fonte de seu sabor característico. Geralmente, as qualidades negativas no sabor de um alimento estão muito mais associadas aos lípides do que aos carboidratos ou proteínas, os quais possuem um importante papel como precursor de muitas substâncias aromáticas (45).

Segundo VAN STRATEN (citado em 46), as substâncias responsáveis pelo odor de carne de frango são compostos carbonílicos, hidrocarbônicos, álcoois, bases e ésteres, substâncias que contém enxofre e outras.

KATZ (27) considera que muitos aldeídos saturados e insaturados e algumas cetonas têm sido identificados como os voláteis da carne de frango, tendo como maior fonte, o material lipídico não saturado, sendo o 2,4-decadienal importante composto, que se origina da hidrólise oxidativa de ácido linolênico livre ou esterificado durante a cocção.

Embora técnicas analíticas sofisticadas, como as cromatográficas sejam as mais adequadas para a identificação de compo-

mentos químicos responsáveis pelo sabor de carne, a avaliação sensorial continua sendo um dos mais perfeitos instrumentos para a avaliação deste atributo.

Os compostos aromáticos estão em sua maioria dissolvidos na "umidade", de modo a formar os "sucos" da carne, os quais também são largamente responsáveis pela sua suculência (40).

O sabor da carne de aves também é função do fator genético, criação, abate, técnica de processamento e estocagem, como acontece para os demais parâmetros de qualidade.

Segundo PEARSON & GRAY (citado em 4), a oxidação de lípidios é uma das maiores causas de deterioração da qualidade de carne e seus produtos. A deterioração oxidativa destes compostos influencia diretamente muitas das características como a cor, sabor, textura e valor nutritivo, porém só se torna evidente após prolongada estocagem sob temperaturas de congelamento.

GUTSCHMIDT (19) considera que as alterações de sabor de frango cozido são produzidas por alterações de gorduras, proteínas e ribonucleotídeos ocorridas durante a estocagem congelada. Nos estágios iniciais de autooxidação, o sabor da ave pode ir se enfraquecendo até parecer deteriorado. A diminuição do sabor durante a estocagem está ligada à redução de inosinamono-fosfato à inosina e hipoxantina.

Segundo STOLL & WENZEL (citado em 19), na carne de frango, 75% do teor de hipoxantina sofrem redução em tempos variáveis em função da temperatura de estocagem. Assim, períodos de 5 semanas a -5°C , 7 meses a -10°C e 18 meses a -20°C apresentam valores equivalentes de redução deste composto (75%).

II.3. Alterações decorrentes de criação, processamento e estocagem

A preocupação com a qualidade das carnes tanto bovina como suína e de aves se origina desde a criação, pois raças, linhagens, técnicas de manejo e alimentação, dentre outros pontos, são merecedores de atenção de criadores e processadores.

Um exemplo da influência exercida por estes fatores é demonstrado no estudo desenvolvido por MARION & PETERSON (34). O objetivo foi determinar as diferenças em rendimento das porções, composição, pigmentação da pele e peso da camada adiposa em diferentes marcas comerciais de frangos disponíveis no comércio varejista de Gainesville, Flórida, USA. Os autores observaram diferenças estatisticamente significativas quanto aos parâmetros avaliados, entre as marcas comerciais em questão, e consideraram que estas diferenças eram tão pronunciadas a ponto de influenciarem os comerciantes na seleção de marcas para a venda em seus estabelecimentos.

A formulação de rações é de fundamental importância, pois estas, além de fornecerem os nutrientes e calorias aos animais numa taxa de conversão alimentar aceitável, não podem afetar negativamente a qualidade organoléptica da carne.

MORAES (35) realizou um estudo dos efeitos resultantes da adição de lecitina nas rações fornecidas :

- no período de crescimento (compreendido do 1º ao 35º dia) com teores de zero, 3,0 e 6,0%;
- no período de acabamento (do 36º ao 56º dia) com teores de 1,2; 4,0 e 8,0%.

A autora observou que as aves alimentadas com rações contendo teores mais elevados de lipídios apresentaram textura mais macia e que este efeito foi mais intenso nas carnes de coloração branca.

PENG et alii (41) avaliaram o efeito da adição de uma mistura de agentes de prevenção à coccidiose (50ppm de Narasin e 50ppm de Nicarbazin) à ração, em parâmetros como rendimento e sabor de frangos processados, do tipo grelhado ("broiler"). Os autores utilizaram aves com 49 dias e a avaliação organoléptica foi realizada por uma equipe de 12 indivíduos, com amplo conhecimento em testes de carne. O procedimento empregado foi o teste triangular com 8 repetições. Para a sua realização, as carcaças foram removidas da estocagem (-40°C) e colocadas sob refrigeração (4°C) por 2 a 3 dias e então cozidas, parte por fritura pressurizada e parte em forno convencional, sem adição de temperos, em ambos os casos. Os resultados mostraram que a incorporação dos agentes em questão não interferiram no sabor das aves, quando comparadas com as do grupo controle.

Como os frangos atualmente são abatidos aos 49 dias de idade, tem-se verificado que isto propicia uma excessiva deposição de gordura abdominal, que é considerada uma perda, tanto para o processador como para o consumidor. MORI et alii (38) realizaram um trabalho cujo objetivo era o de verificar a influência da

incorporação de diferentes níveis de um determinado aditivo, desenvolvido pela Cyanamid, (0,125; 0,250 e 0,500 ppm) à ração de frangos de corte, em relação à composição química, maciez e sabor da carne de frangos. Concluíram os autores, que a sua adição proporcionou um aumento significativo no teor de proteína para aves fêmeas, não submetidas ao resfriamento ("chilling"), e aumento no teor de umidade e redução no de gordura para aves machos, também submetidas ao resfriamento. Em relação à maciez, concluíram que o efeito foi mais significativo na carne escura que na branca, tornando-a ainda mais macia, nos três níveis de adição. O teste organoléptico mostrou que não houve aparecimento de sabor estranho em decorrência do aditivo, apesar de serem perceptíveis diferenças significativas no sabor da carne do peito, aos níveis de adição de 0,250 e 0,500ppm, nas aves fêmeas.

Métodos de preservação como secagem, enlatamento e congelamento são usados como meio de aumentar a vida de prateleira dos alimentos. Um dos mais importantes objetivos do uso destes métodos é prolongar sua vida de prateleira e minimizar alterações de qualidade durante a estocagem. É do conhecimento geral que estas técnicas causam modificações, tanto desejáveis como indesejáveis na qualidade.

O processamento convencional de frangos consta do sacrifício das aves e seu escaldamento em água quente a fim de facilitar a remoção mecânica das penas. A depenagem é seguida da limpeza e costuma-se eviscerar as aves e então resfriá-las por imersão em banho de água com gelo. Esta operação resulta na hidratação das carcaças e a ave pode absorver até 7 a 8% de seu pe-

so em umidade (55).

É costume da indústria resfriar a ave recém abatida em banho de água com gelo, operação esta que visa a redução da temperatura da ave e minimizar o subsequente crescimento bacteriano. A duração desta operação pode variar de 20 minutos a 24 horas. O frango resfriado é então removido do banho de água e gelo, embalado por métodos convencionais e distribuído. A menos que seja congelado, a decomposição devido ao crescimento microbiano e consequente proteólise, ocorre rapidamente, tornando a carne não adequada para o consumo.

A ave é o único produto alimentício tratado desta maneira (resfriamento com hidratação). Após evisceração e hidratação, as aves podem ser cortadas e processadas. Durante o processamento ocorre um aumento do número de microrganismos devido ao manuseio. O armazenamento de aves geralmente resulta em alterações de sabor em 2 dias e deterioração em cerca de 5 a 7 dias se mantidas na temperatura de 1° a 7°C (55).

O congelamento e estocagem congelada são comumente reconhecidos como métodos de preservação, que retêm ao máximo os atributos de qualidade por um extenso período de tempo.

Embora o congelamento seja a técnica de conservação mais adequada para o caso de aves, estudos têm mostrado que alterações nas características das carcaças são observadas.

Segundo SCHNEIDER (44), das técnicas de congelamento, o processo rápido, realizado em túneis de ar frio, com ventilação forçada, à temperatura de -35°C a -40°C é o mais indicado, pois quando o mesmo se processa lentamente, há formação de grandes

cristais de gelo nos interstícios das fibras musculares, pela migração da água de constituição do interior das células para o exterior, através das membranas. Tais cristais de gelo, pelo aumento de seu volume, provocam rupturas das paredes celulares e a perda de plasma e de elementos constituintes de alto teor nutritivo. No congelamento rápido, a água de constituição não tem tempo de migrar para os interstícios celulares e tampouco para se juntar, formando grandes cristais de gelo. Assim a água se congela na forma de minúsculos cristais, que não rompem as fibrilas musculares e no descongelamento, são reabsorvidos, sem grandes perdas de substâncias nutritivas, porém sempre ocorrem modificações.

Nunca se relatou o crescimento do *Clostridium botulinum* à temperaturas inferiores a 4°C, e para produzir toxina, o microrganismo deve crescer. Este é o mesmo caso do *Staphylococcus aureus*. Quanto à *Salmonella*, que não causa infecção, a menos que esteja presente em grande número, o seu crescimento não tem sido registrado abaixo de -15°C. O crescimento microbiano entretanto, pode ocorrer em alimentos congelados a temperaturas acima de -6°C, e ocasionalmente, abaixo de -10°C ou -12°C. Dessa forma, é pouco provável a ocorrência de deterioração microbiana em alimentos congelados. Porém, todo este quadro se altera, quando ocorre elevação e flutuação de temperatura (29).

A consequência imediata da ação do calor sobre as proteínas é a sua desnaturação. Esta pode ocorrer também a baixas temperaturas, por exemplo, durante a congelação e a estocagem dos alimentos.

Segundo SGARBIERI (46), durante a estocagem de carnes (peixes, aves e bovinos) podem ocorrer alterações provocadas pela desnaturação protéica. Da operação de congelamento e descongelamento resultará um aumento da perda de água, alterações de sabor e de textura. Comparadas com as carnes "frescas", as carnes estocadas congeladas podem apresentar alterações em suas propriedades funcionais. As capacidades de emulsificação, de ligação com lipídeos, de ligação de água, de hidratação e de formação de gel são diminuídas nas carnes estocadas congeladas.

Há várias hipóteses para explicar a desnaturação de proteínas nas temperaturas de congelamento, a saber:

- a - efeito de sais inorgânicos concentrados na fase líquida do sistema congelado;
- b - diminuição da atividade de água (dessolvatação);
- c - reações com lípidos;
- d - reação com formaldeído derivado da trimetilamina (em peixes);
- e - auto-oxidação;
- f - efeito de metais pesados;
- g - efeito de outras proteínas hidrossolúveis (exemplo as proteases).

MATSUMOTO (citado em 46) propõe dois modelos de desnaturação de proteínas pelo congelamento. Um, em que proteínas fibrilares como as do músculo (complexo actomiosina) sofrem dessolvatação e agregação de peptídeos helicoidais intermoleculares. Outro, em que as proteínas globulares sofreriam igualmente dessolvatação e, como consequência, uma deformação e perda de estrutura secundária representada por α -hélice.

Várias são as pesquisas realizadas com o objetivo de avaliar parâmetros e etapas de processamento e suas influências em rendimento e características de qualidade, tanto de aves inteiras como em partes. A grande maioria dos autores, quando utiliza a carcaça já dividida, estuda principalmente o comportamento da carne branca, provavelmente pelas maiores facilidades de manipulação e quantidade de material disponível.

MORAN (36), num estudo do efeito do congelamento e das diferenças marginais de acabamento na preparação de carcaças de frango, do tipo grelhado ("broiler"), por fritura pressurizada por imersão ("deep fat frying"), observou que o congelamento da carcaça inteira conduz a maiores perdas devido ao manuseio mais intenso, quando comparada com carcaças também inteiras, mas mantidas em gelo por 52 horas. Porém, para o estudo em questão, estas diferenças foram poucas, tais como o escurecimento dos ossos, facilmente perceptível e a redução no teor de umidade, tendo-se observado ainda, que a única parte que apresentou uma alteração mensurável na perda por cocção, como consequência do congelamento, foi a coxa. O autor concluiu que o congelamento resultou em alterações estruturais do tecido, ao nível molecular, conduzindo a uma menor capacidade de retenção de água livre, bem como um aumento na liberação da água ligada.

BRAZHNIKOV et alii (7) estudaram os efeitos da velocidade de congelamento (em diferentes meios de resfriamento, tais

como nitrogênio líquido, dentre outros) e do tempo de estocagem em índices de qualidade da carne de frango do tipo grelhado. As amostras após 4 e 7 meses de estocagem apresentaram diminuição no número de grupos sulfidrílicos. Após 10 meses, a capacidade de retenção de água, a plasticidade e as perdas de líquido exsudado no descongelamento diminuíram. Após 14 meses, a solubilidade das proteínas, grupos sulfidrílicos, capacidade de retenção de água e plasticidade diminuíram, enquanto o número de grupos dissulfídicos e perdas por descongelamento aumentaram. Com base nestes dados, desenvolveram uma fórmula para cálculo de um índice genérico de qualidade para carne de aves, e concluíram que a velocidade ótima de congelamento foi a de $7,9 \times 10^{-6}$ m/s.

O efeito da batidura da carcaça inteira de perus, efetuada na presença de clóreto de sódio (teores de zero a 7%) e tripolifosfato de sódio (teores de zero a 12%) numa proporção de 7% do peso corporal, foi estudado por MAKI & FRONING (33). Os autores observaram que tanto a batidura como a adição de sais reduziram as perdas por cocção e os valores de cisalhamento, aumentaram o teor protéico no líquido exsudado, mas não influenciaram na umidade extraída por compressão. Com relação às propriedades sensoriais (maciez, suculência e sabor), observaram que foram melhoradas pela adição de sais, mas não afetada pela técnica de batidura.

MORAES (35) observou que o congelamento de aves a -22°C , por 20 dias exerceu pouca influência na textura das mesmas, quando comparadas com aves estocadas sob refrigeração.

Outras etapas e técnicas de processamento também podem afetar a qualidade das aves.

As maiores alterações que ocorrem durante o armazenamento a baixas temperaturas e que afetam a qualidade dos alimentos podem ser agrupadas como sendo de ordem física, química e organoléptica.

Segundo SINGH & HELDMAN (52), as alterações físicas que ocorrem neste período são em sua maioria associadas com recristalização e dessecamento. Queimaduras pelo frio ("freezing burn") causada pela flutuação da temperatura de estocagem, resulta em desidratação e descoloração localizada na superfície. Desidratação de superfície em peixes, pode causar odor e sabor estranhos devido ao desenvolvimento de rancidez. Alterações químicas que ocorrem durante a estocagem congelada incluem oxidação de lípidos, insolubilização de proteínas, degradação de clorofila no caso de vegetais, e outros pigmentos, perda de vitaminas e modificação do sabor. Toda atividade microbiana é paralizada a temperaturas inferiores a -12°C . Alterações de qualidade devido à proliferação microbiana não ocorrem se o produto for armazenado a temperaturas iguais ou inferiores a -18°C . Qualquer aumento de temperatura acima de -12°C , durante transporte e manuseio pode induzir a alterações de qualidade devidas à atividade microbiana.

As alterações dos alimentos durante a estocagem vão delimitar o que é comumente denominado de vida-de-prateleira. Várias definições têm sido utilizadas para descrever a vida-de-prateleira de produtos alimentícios. Segundo o "International Institute of Refrigeration" (citado em 52) a vida-de-prateleira pode

ser de dois tipos:

Vida de alta qualidade ("High Quality Life - HQL"): é o tempo compreendido entre o congelamento de um alimento de alta qualidade e o momento em que, em um teste triangular ou duo-trio, 70% dos degustadores experimentados conseguem distinguir o produto de um controle (recém-processado).

Vida de prateleira prática ("Practical Storage Life - PSL"): é o período de estocagem congelada iniciado após o processamento de um produto de alta qualidade e durante o qual, a qualidade organoléptica permanece adequada para consumo ou processamento posterior.

Embora muitas informações sobre alterações de qualidade ocorridas em alimentos congelados possam ser encontradas em literatura, a maioria delas não são adequadas para determinar as ordens da reação e as constantes de velocidade das reações que causam degradação. Um parâmetro de significância prática que pode ser empregado é a "energia de ativação (E_a)".

Segundo LAI & HELDMAN (citado em 52), produtos como carne moída e de porco possuem uma energia de ativação mais baixa quando comparada com fígado e linguiça de porco. Produtos com energia de ativação alta são mais susceptíveis à flutuação de temperatura na estocagem.

De acordo com VAN ARSDEL et alii (citado em 52), os parâmetros cinéticos para frango são:

Vida-de-prateleira (dias, -18°C).....	282
Critério de vida de prateleira.....	alta qualidade
Energia de ativação (KJ/mole).....	85

DRBOKHLAV & DRBOKLAVOVA (12) estudaram o efeito da estocagem em alguns índices de qualidade de carne de frango. Nesse estudo, os autores empregaram 50 frangos machos, abatidos aos 56 dias de vida, cujas carcaças foram resfriadas à temperatura compreendida entre zero e 2°C e então congeladas a -2°C. O pH da carne, capacidade de retenção de água, perdas por cocção e maciez da carne crua e cozida foram determinadas 15, 45 minutos e 24 horas após o abate, nas carcaças resfriadas e também após 48 horas, 1; 3 e 6 meses nas carcaças congeladas. Os autores verificaram que o congelamento conduziu a um declínio na capacidade de retenção de água e maciez, e consideraram que o período máximo de estocagem para aves congeladas é de 3 meses, a -2°C, pois após este período ocorrem alterações indesejáveis no produto.

Segundo GUTSCHMIDT (19), a estabilidade de um alimento aumenta com o abaixamento da temperatura, numa relação aproximadamente exponencial, numa determinada faixa de variação de temperatura. Utilizando-se de dados de literatura, o autor construiu um gráfico (Figura 4) onde mostra na curva A, a tolerância de tempo-temperatura para vida-de-prateleira prática para frangos, e na curva B, a perda diária de qualidade para o mesmo, expressa em porcentagem. Este gráfico demonstra que o produto tem tempos de vida-de-prateleira prática, em função da temperatura de estocagem, e que a partir deste gráfico pode-se determinar qualquer combinação desejada.

Em seu caminho, desde o produtor até o consumidor, o alimento congelado é estocado e transportado sob condições varia-

das de temperatura, surgindo então a questão da perda de qualidade.

Vários estudos demonstraram que o binômio tempo-temperatura influencia na perda da qualidade, e que esta é acumulativa e irreversível.

Para GUTSCHMIDT (19) a perda total de qualidade e o tempo total de estocagem podem ser calculados, considerando-se que o tempo e a temperatura de cada etapa da rota de comercialização é conhecida. Para cálculo de tempo de estocagem numa rota "fria", a perda de qualidade durante o tempo de vida-de-prateleira é considerado como 100%. Referindo-se mais uma vez à Figura 4, a curva "B" mostra em correspondência à curva "A", a perda de qualidade em porcentagem ao dia.

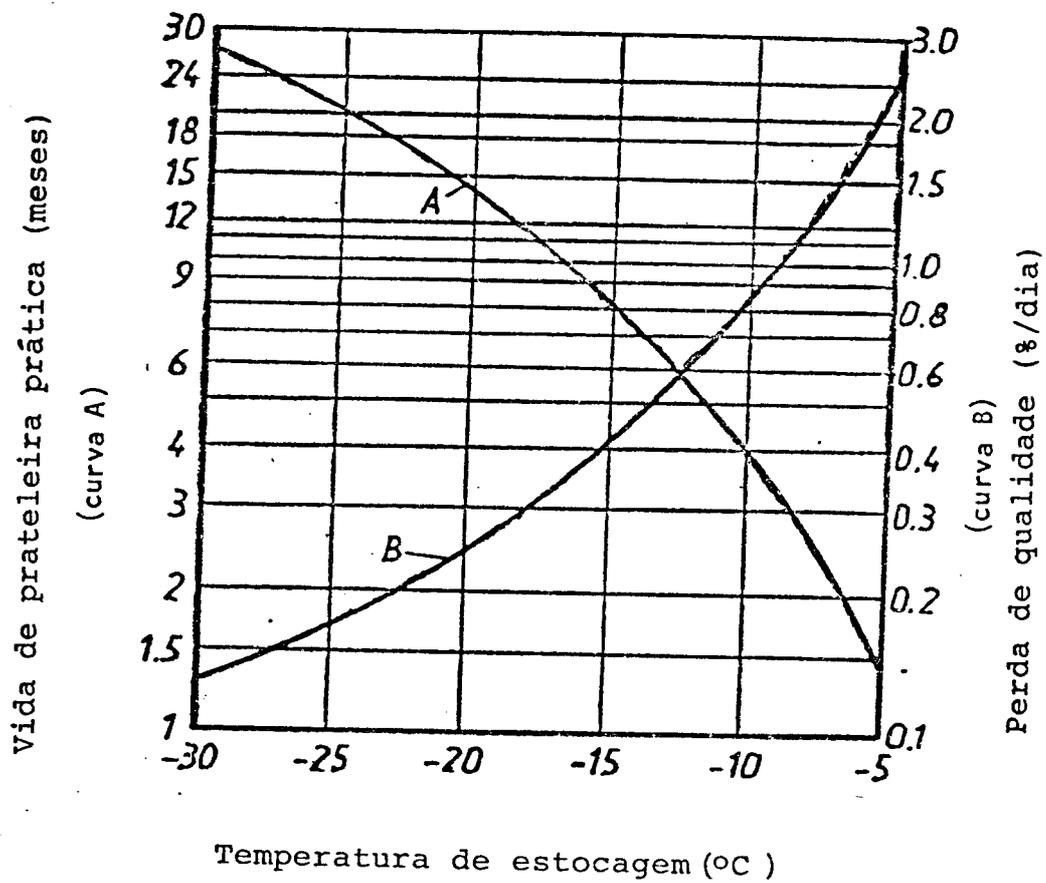


FIGURA 4. Combinação de tempo-temperatura para vida-de-prateleira prática de frango cru (curva A) e porcentagem de qualidade para frango, sendo $B = 100/A$ (curva B).

Fonte: GUTSCHMIDT (19)

II.4. Influência da cocção em características de qualidade

As características de qualidade organoléptica dos alimentos cárneos, em sua grande maioria, só podem ser apreciadas após um processo de cocção. Este processo visa essencialmente melhorar ou até mesmo proporcionar a palatabilidade dos produtos, segundo os hábitos alimentares correntes, bem como torná-los mais facilmente digeríveis, e conseqüentemente, proporcionar maior aproveitamento dos seus nutrientes.

Segundo FOEGEDING (15) num processo de cocção, o calor afeta o sabor, a suculência e a textura das carnes, bem como diminui sua população microbiana. As alterações na textura são devidas à desnaturação térmica (desdobramento da molécula protéica) e subsequente associação das proteínas em uma matriz, a qual é responsável pelas características peculiares que as carnes cozidas ou termicamente processadas apresentam.

MORAN & LARMOND (37) consideram que durante a cocção há uma redução na umidade dos tecidos, redução esta, que se correlaciona diretamente com a temperatura de cocção, ocorrendo uma diminuição da capacidade de retenção de água, decorrente da diminuição da pressão osmótica celular e ainda, desnaturação da proteína e destruição da membrana celular. Todas estas alterações influenciam principalmente a textura da carne, sendo que a extensão destas alterações é extremamente dependente das condições de cocção (tempo, temperatura e tipo de calor).

Atualmente, esforços têm sido desenvolvidos no sentido de diminuir o tempo de cocção de alimentos, tanto industrialmente

como a nível doméstico. No caso de aves, a cocção usual é realizada em fornos convencionais, elétricos ou a gás, até que a temperatura interna atinja cerca de 85° - 90°C (30, 37, 43), o que é conseguido por tempos variáveis, porém sempre superiores a uma hora. A cocção em fornos de microondas, é prática usual em outros países, sendo que seu uso no Brasil também vem sendo muito difundido.

Microondas são um tipo de energia de alta frequência, similar às ondas de calor, luz e radio. Fornos deste tipo operam à frequência de 2450 megaciclos. Estas ondas, quando em contacto com uma substância, reagem de uma das três maneiras: absorção, reflexão ou transmissão (53).

Absorção: o material que contém umidade absorve as microondas. Como os alimentos são compostos por uma infinidade de moléculas de água, eles são excelentes materiais absorventes. As microondas penetram no alimento e provocam a movimentação das moléculas, que com este fenómeno, sofrem atrito, umas com as outras, gerando calor. De um modo geral, pode-se dizer que o alimento está se auto-aquecendo.

Reflexão: os metais refletem as microondas. Eles não absorvem ou transmitem as ondas. Quando microondas são refletidas a partir da parede de metal do equipamento, elas são dirigidas para o interior do alimento. Dessa forma, utensílios de metal não devem ser utilizados, pois interferem na cocção, devido à impossibilidade das microondas atravessarem as suas paredes.

Transmissão: quando as microondas passam através de uma substância, com pequena ou nenhuma alteração, tanto na substância como

nas ondas, elas são transmitidas. A maioria dos vidros, papel, porcelana e plásticos transmitem as microondas devido à sua estrutura molecular, isto é, não contém água e dessa forma são excelentes materiais para serem usados como utensílios de cocção. O único calor que estes materiais absorvem são provenientes do próprio alimento neles contido. Assim quando se apresentam quentes, é porque absorveram calor do alimento que contém e não pelo seu aquecimento provocado pelas microondas.

GOODWIN et alii (18) estudaram, dentre outros aspectos, a influência do método de cocção na textura de frangos através de sua força máxima de cisalhamento. Os tipos de cocção foram:

- forno de microondas (a);
- fritura por imersão em gordura (b);
- cozimento em vapor sob pressão (c);
- forno com dispositivo rotativo (d);
- combinação dos métodos (a) e (b);
- combinação dos métodos (b) e (c).

Para todos os tratamentos mencionados, as aves foram cortadas ao meio e cozidas até que a temperatura interna dos músculos peitorais atingisse 85°C. Os autores observaram que os métodos de cocção não exerceram influência significativa nos valores de força máxima de cisalhamento.

A temperatura de cocção é outro fator que influencia as características do produto. RITCHEY & HOESTELER (42) num estudo sobre qualidade da carne de diferentes músculos bovinos observaram que cada um deles tendia a se tornar mais macio à medida que a temperatura de cocção fosse mais elevada.

- MORAN & LARMOND (37) pesquisando o efeito da adição de óleo de corno em frangos, e comparando os métodos da cocção em forno convencional e em microondas, observaram:
- a- o tempo necessário para que a temperatura se elevasse de 40° a 85°C é muito mais rápido quando a cocção é efetuada em forno de microondas;
 - b- a adição de óleo de corno provoca uma redução no tempo de cocção em forno convencional, mas não em microondas, sendo este efeito devido ao fato do óleo ter calor específico menor, cerca de 2/3 do valor da água;
 - c- as perdas por cocção (resultantes de evaporação, gotejamento e liberação de gordura) são menores em forno de microondas, resultantes do menor tempo de cocção e aquecimento uniforme do produto;
 - d- na avaliação da adição interna de óleo, observaram que as perdas são maiores quando esta é efetuada, em ambos os métodos de cocção, como um resultado do maior teor de gordura;
 - e- avaliando-se as amostras com óleo, verificaram que no forno convencional havia uma maior perda de gordura (aumento do seu teor no recipiente de cocção). Isto pode ser explicado pela percolação da gordura da camada adjacente à pele, provocada pelos maiores tempo e temperatura que ocorrem no forno convencional, parâmetros estes que o de microondas minimiza;
 - f- com a cocção, a pele se separa do músculo e há uma tendência da gordura se acumular na região da coxa;
 - g- em resumo, os autores concluem que a cocção em microondas é mais aconselhável por apresentar menores perdas, e consequen-

temente, reter maior teor de umidade e nutrientes, e em função do tempo de cocção mais curto, preservar as qualidades organolépticas das aves,

BOROWSKI et alii (6) estudaram os efeitos dos tipos de cocção: a- fritura por imersão ("deep fat frying"); b- assado em forno convencional e c- cocção em microondas, em parâmetros nutricionais (umidade, nitrogênio total, nitrogênio não protéico, gordura, grupos sulfidrílicos, aminoácidos, digestibilidade, PER, valor biológico e aminoácidos essenciais). Observaram que, em todos os três tipos de cocção, a matéria seca e a proteína diminuíram, e que o teor de gordura aumentou em decorrência da operação de cocção. A concentração de grupos sulfidrílicos apresentou uma diminuição mais acentuada com a cocção por fritura e menos por microondas; as perdas de aminoácidos sulfurados e de triptofano foram maiores para as amostras fritas, e menores para as cozidas em microondas. O método de cocção que apresentou digestibilidade mais alta foi o do forno convencional e a mais baixa, foi o do microondas. Nenhum método de cocção afetou o PER, mas sim o valor biológico para as amostras cozidas em microondas.

III. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada nas dependências do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, mais precisamente na Seção de Avaliação e Controle de Qualidade.

Inicialmente efetuou-se a caracterização de amostras de aves congeladas provenientes de 3 (três) diferentes abatedouros localizados no Estado de São Paulo, Santa Catarina e Minas Gerais. Essa caracterização teve como finalidade estabelecer a gama de valores característicos do produto em questão e servir de parâmetros comparativos para os resultados obtidos durante o estudo das alterações decorrentes da estocagem. Foram efetuadas análises físicas, químicas e organolépticas.

O material básico desta pesquisa constou de 180 (cento e oitenta) frangos congelados, subdivididos em 3 lotes a saber: 140 aves provenientes do abatedouro A, localizado no estado de São Paulo, sendo, que deste total, 20 foram destinados à caracterização e fase inicial da estocagem congelada e os demais às diferentes épocas de avaliação); 20 aves provenientes do abatedouro B (Minas Gerais) e 20 aves do abatedouro C (Santa Catarina), sendo que estes dois últimos lotes foram avaliados apenas na fase de caracterização do produto.

As aves, pesando em média 1150 a 1200g, foram abatidas aos 50 dias de vida e continham vísceras acondicionadas em embalagem plástica acomodada na cavidade abdominal. As aves apresentavam-se embaladas individualmente em sacos de polietileno, acondi-

dicionadas em caixas de papelão contendo 10 (dez) unidades cada, caixas estas utilizadas para exportação e foram retiradas aleatoriamente da linha de produção da indústria. Para fins de transporte foram colocadas em recipiente de isopor contendo gelo.

As amostras provenientes do abatedouro A destinadas ao estudo das alterações decorrentes da estocagem congelada foram mantidas em câmara frigorífica à temperatura de -18°C , controlada através de termo-higrógrafo. Periodicamente, a cada 3 (tres) meses, um sub-lote de 20 (vinte) aves era retirado para avaliação química, física e organoléptica. Este estudo teve a duração de 18 (dezoito) meses, totalizando 7 (sete) épocas de análise. Considerou-se como época inicial, a avaliação efetuada logo após o recebimento das amostras (cerca de 5 dias após o processamento).

Dentre os parâmetros a serem estudados, alguns apresentavam métodos de avaliação que precisavam ser padronizados, por não se encontrarem disponíveis em literatura, enquanto outros, necessitaram apenas de adaptação. A seguir, são citados ou descritos os métodos utilizados no estudo.

III.a. Perda do líquido exsudado no descongelamento ("drip-test")

Na metodologia recomendada pela FAO - Água absorvida em frango congelado ("Added water in frozen chicken") (16), um lote de 20 aves, que deve estar à uma temperatura de no mínimo -12°C , é enxugado, de modo a eliminar a água e o gelo presentes externamente e pesadas individualmente, obtendo-se assim, o valor M_0 , a

ser utilizado no cálculo final. As aves são, a seguir, retiradas das embalagens originais e reembaladas em sacos plásticos (dimensões: 28 x 45 x 0,10 cm), tomando-se o cuidado de colocá-los com a abertura abdominal dirigida para o fundo da embalagem. A pesagem das embalagens originais é realizada, obtendo-se, assim, o valor M_1 . As aves reacondicionadas são então imersas num banho-maria à temperatura de 42°C. Para a determinação do tempo de imersão, durante o qual a temperatura de 42°C deve ser mantida, utiliza-se o critério descrito a seguir:

Peso das aves mais vísceras (g)	Tempo (minutos)
Menos de 800	65
De 801 a 900	72
De 901 a 1000	78
De 1001 a 1100	85
De 1101 a 1200	91
De 1201 a 1300	98
De 1301 a 1400	105
De 1401 a 1500	112

Acima de 1500g, acrescentar 7 (sete) minutos para cada 100g ou partes adicionais.

Após este período de imersão, a água do banho-maria é escoada e a embalagem plástica é perfurada, a fim de drenar o líquido exsudado da ave. Esta drenagem é realizada durante 1 (uma) hora à temperatura de 18° a 25°C. A seguir, as aves são retiradas

da embalagem e removidas as vísceras da cavidade abdominal. As aves com as vísceras são então pesadas, obtendo-se o valor M_2 , bem como a embalagem das vísceras, que corresponde ao valor M_3 .

O peso do líquido liberado por descongelamento, expresso em percentual do peso da ave congelada (incluindo vísceras) é determinado pela fórmula:

$$\text{perda de líquido por descongelamento} = \frac{M_0 - M_1 - M_2}{M_0 - M_1 - M_3} \times 100$$

III.b. pH do líquido exsudado no descongelamento

Na fase de realização do teste de perda de líquido exsudado no descongelamento, em que ocorre a perfuração da embalagem plástica após o descongelamento, o líquido liberado, normalmente descartado, foi coletado em becker, formando-se desse modo, uma amostra composta dos líquidos exsudados pelas 20 (vinte) aves. O seu pH foi medido diretamente em potenciômetro marca IL, modelo 265, USA.

III.c. pH do músculo

O pH das amostras foi medido envolvendo-se totalmente a porção terminal do eletrodo com porções do músculo. Utilizou-se potenciômetro IL, modelo 265, USA.

III.d. Teor de proteína do líquido exsudado no descongelamento

Após a medição do pH, a amostra de líquido exsudado das 20 (vinte) aves foi submetida à avaliação do teor protéico, segundo a metodologia recomendada em literatura (A.O.A.C. ref nº 24.024) (19). O fator de conversão empregada foi o de 6,25.

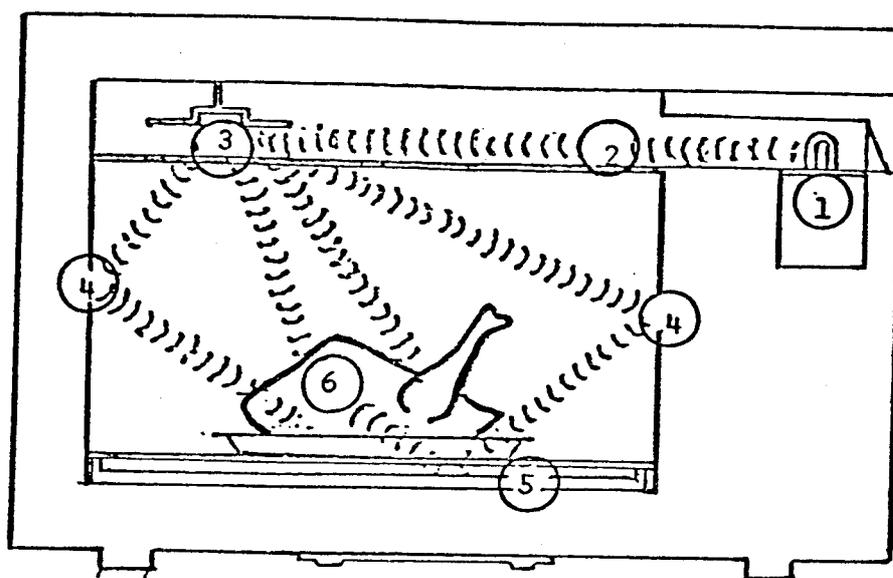
III.e. Teor de proteína do músculo

Do lote de 20 (vinte) aves, submetidas ao teste de perda de líquido por descongelamento, 5 (cinco) delas foram, ao acaso, separadas para a determinação do teor de proteína do músculo, a qual foi realizada segundo a metodologia recomendada em literatura (A.O.A.C., ref. nº 24.024) (19).

Dessa forma, porções de cerca de 2 a 3 g de cada aves, respectivamente musculatura clara e escura, foram retiradas para o teste em questão. O fator de conversão empregado foi o de 6,25.

III.f. Cocção das amostras para os testes de avaliação instrumental de textura, cor e organoléptica

A cocção das amostras foi realizada em forno de microondas da marca TOSHIBA, modelo ER 722, USA, cujo esquema interno é mostrado na Figura 5.



1. Magnetron
2. Guia de ondas
3. Distribuidor
4. Paredes metálicas
5. Utensílio de cocção
6. Alimento

FIGURA 5. Esquema interno do forno de microondas TOSHIBA, modelo ER 722 BT(53).

Uma vez que não há controle de temperatura neste equipamento, o tempo é o parâmetro mais crítico na cocção. Dessa forma, seguindo-se as orientações contidas no catálogo do equipamento, testou-se vários tempos de cocção até a definição do ponto adequado. As avaliações visuais foram efetuadas pela mesma equipe participante de avaliação organoléptica.

O tempo de cocção estabelecido como adequado foi o de 20 (vinte) minutos no total, dividido em duas etapas de 10 (dez) minutos cada.

Procedimento

Na primeira etapa da cocção, a amostra (frango inteiro e com pele, já descongelado, temperatura de 5° a 8°C,) era colocado com a porção do peito voltada para cima, e nos 10 (dez) minutos finais, a posição era invertida. Procedeu-se dessa forma para que não houvesse perda acentuada de umidade, principalmente nas regiões da musculatura de coloração branca, devido à maior superfície de exposição.

III.g. Textura dos músculos

O equipamento utilizado nesta avaliação foi o "Texture Test System", da "Food Technology Corporation", modelo TP-1, USA, acoplado a um registrador eletrônico marca Varian, modelo TR-1, USA. O módulo de medida consiste basicamente de um sistema hidráulico, que aciona um pistão a uma velocidade de descida pré-

estabelecida e ao qual é conectada a célula-teste escolhida. Com a descida do pistão, ocorre a ação da parte superior da célula no alimento (amostra) em teste. O comportamento do alimento frente a ação da célula é medido em função das informações que são fornecidas pelo módulo de registro do equipamento (curva de força X distância). Na Figura 6 é mostrada a ilustração do "Texture Test System". A célula empregada foi a padrão de cisalhamento e compressão, mostrada no detalhe da Figura 6.

Procedimento

Do lote inicial de 20 (vinte) aves utilizadas no teste de perda de líquido exsudado no descongelamento, foram separadas 5 (cinco), ao acaso, para a avaliação da textura em cada época de análise. De cada ave já cozida, os músculos peitorais e os de coloração escura (coxa e sobrecoxa) foram separados da pele e dos ossos, cortados em cubos de 1 cm de face e compostos em amostras de 50g, os quais foram colocados ao acaso na célula. Neste teste utilizou-se anel sensor de 3000 lbf e velocidade de descida do pistão de 20cm/minuto. Em cada época de análise foram realizadas 5 (cinco) repetições da avaliação da textura, sendo cada amostra proveniente de uma ave.

Na figura 7 é mostrado o gráfico obtido neste tipo de teste, bem como a identificação de suas várias fases. No presente estudo, a firmeza/maciez das amostras foi avaliada através da força máxima de cisalhamento por 50g.

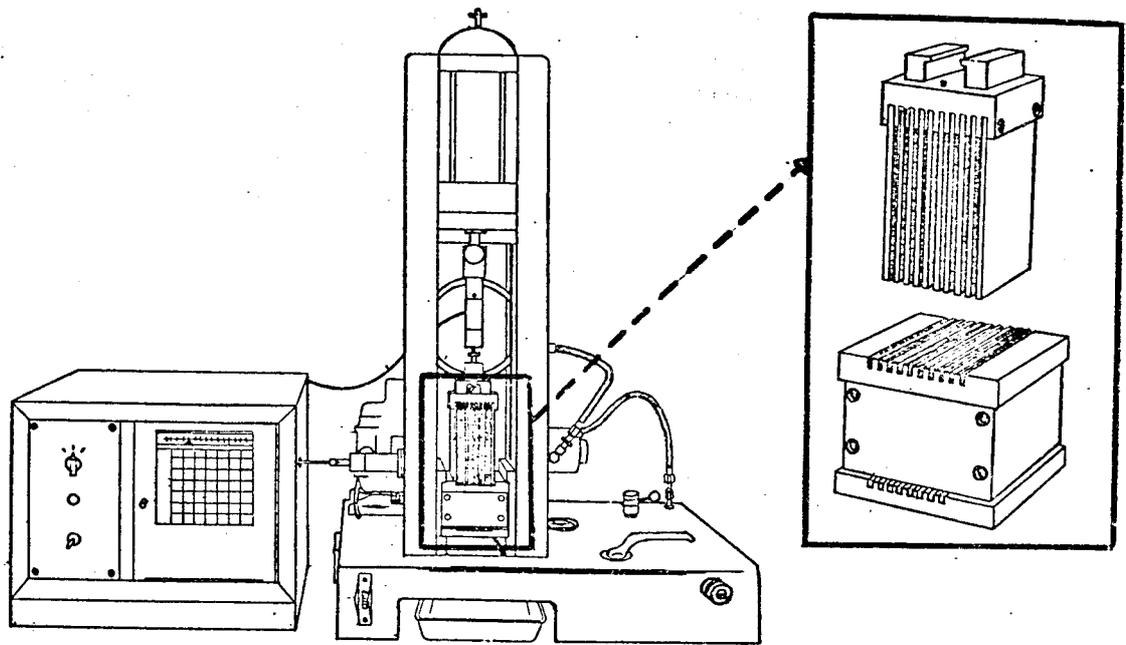
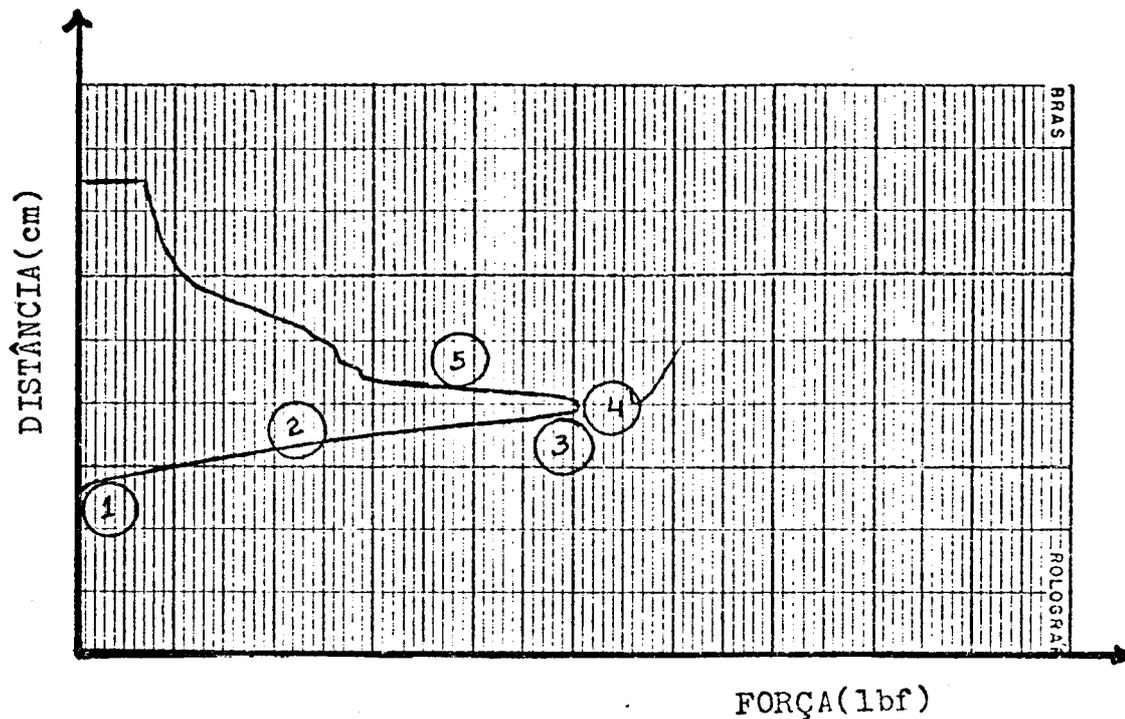


FIGURA 6. Esquema do "Texture Test System" e no detalhe, o da célula padrão de cisalhamento e compressão.



1. **Inicial:** representa a acomodação da amostra na célula ou o processo de uniformização do contacto da amostra e a superfície de compressão.
2. **Linear:** representa a compressão sofrida pela amostra. A inclinação está correlacionada com a propriedade de elasticidade aparente e também pode ser um índice de firmeza.
3. **Alterada:** a mudança abrupta da inclinação ocorre quando a amostra começa romper ou a cisalhar.
4. **Máxima:** a força máxima é a soma dos efeitos combinados da elasticidade aparente e a ruptura da amostra. Este é o parâmetro mais frequentemente utilizado como índice de qualidade de textura. É o utilizado no presente estudo.
5. **Após o pico:** a força varia em função da amostra. Neste caso, cai abruptamente, indicando a destruição da amostra e que a resistência ao cisalhamento é o mecanismo dominante.

FIGURA 7. Curva típica de carne de frango na célula padrão de cisalhamento e compressão obtida no "Texture Test System".

III.k. Coloração dos músculos

Utilizou-se neste estudo, para a avaliação da coloração dos músculos claros, o colorímetro "Hunter color and color difference meter", modelo D-25-2, USA. Este equipamento é constituído pela unidade eletrônica e a óptica. Este modelo possui quatro filtros com leituras nas escalas L, a e b do sistema Hunter e nas coordenadas de cromaticidade X, Y e Z. O parâmetro L_{Hunter} mede luminosidade, o parâmetro a_{Hunter} , a tonalidade vermelha, se positivo e verde, se negativo e o parâmetro b_{Hunter} , amarelo, se positivo e azul se negativo.

A geometria usada no equipamento em questão é a de dois feixes de luz incidentes a 45° , a observação é feita a um ângulo de 0° e área de observação de $5,08\text{cm}^2$. O tipo de amostra para este sensor óptico deve apresentar uma superfície a mais plana possível, o que representou um sério problema na avaliação da cor da musculatura da coxa e sobrecoxa, devido ao fato destas se apresentarem com grande número de pequenos músculos, não proporcionando uma superfície adequada.

Para a avaliação dos músculos claros, testou-se vários métodos, tendo-se finalmente optado pela técnica descrita a seguir.

Procedimento

Do lote de 20 (vinte) aves submetido ao teste de perda do líquido exsudado no descongelamento, 5 (cinco) foram separa-

das, ao acaso, em cada época de análise, para o teste de cor.

Nas aves cozidas, conforme metodologia já descrita, procedeu-se à retirada da pele de modo a não danificar a sua superfície e para montagem da amostra foi feito o corte das porções superficiais de todas as 5 (cinco) aves. Estas porções foram colocadas aleatoriamente em um recipiente opaco (cuba de alumínio, com 15,6cm de diâmetro e 4,0cm de altura), formando-se então, 3 (tres) amostras compostas. Na montagem da amostra teve-se o cuidado de preencher todos os espaços por onde poderia haver perda de luz, o que influiria no resultado. Preparadas dessa maneira, as amostras submetidas ao teste apresentavam cerca de 4cm de espessura.

As leituras foram realizadas na superfície externa da amostra, que corresponde à superfície do peito, localizada logo abaixo da pele, por se considerar que esta é a parte que poderia apresentar maiores alterações decorrentes da estocagem congelada (queimaduras/desidratação).

III.i. Avaliação organoléptica

Por se tratar de um estudo com duração prevista de 18 (dezoito) meses, a escolha do grupo de pessoas que iriam integrar a equipe de degustação, teve que ser revestida de cuidados especiais, a fim de se contar com a mesma equipe durante todo o desenvolvimento da pesquisa. Dessa forma, foram selecionados 5 provadores.

Procedimento

Das 20 aves submetidas ao teste de perda de líquido exsudado no descongelamento, 5 (cinco) foram separadas ao acaso para a avaliação organoléptica dos atributos odor, sabor, textura, suculência e aceitação geral.

Para a realização do teste, as amostras foram cozidas de acordo com a metodologia já apresentada. Cada ave, colocada em uma bandeja de inox, era provada individualmente, sendo que cada provador retirava a sua própria amostra de carne clara (peito) e escura (coxa e sobrecoxa). A avaliação foi realizada em laboratório com iluminação normal.

O método sensorial empregado foi o de análise descritiva, utilizando-se escala de 5 pontos desenvolvida especificamente para o teste, conforme a ficha apresentada na Figura 8.

No delineamento estatístico empregado (blocos completos ao acaso), cada ave foi provada por todos os membros da equipe, o que resultou num delineamento de 5 amostras com 5 repetições.

III.j. Análise estatística

Com os dados das análises físicas e organolépticas obtidos na etapa de caracterização foram calculados, para cada atributo, a média, limite inferior e superior, valores estes que foram utilizados para delimitar o universo das características do produto, bem como para a comparação dos dados obtidos na etapa de estocagem (31).

Nome _____

Produto Frango congelado

Data _____

Série _____

Por favor prove as amostras e avalie-as quanto ao odor, sabor, textura, suculência e aceitação geral.

ODOR

- (5) odor muito intenso
- (4) odor intenso
- (3) odor moderado
- (2) odor fraco
- (1) sem odor

SABOR

- (5) sabor muito intenso
- (4) sabor intenso
- (3) sabor moderado
- (2) sabor fraco
- (1) sem sabor

TEXTURA

- (5) muito macio
- (4) macio
- (3) nem macio nem rígido
- (2) duro
- (1) muito duro

SUCULÊNCIA

- (5) muito succulento
- (4) succulento
- (3) nem succulento nem seco
- (2) seco
- (1) muito seco

ACEITAÇÃO GERAL

- (5) ótimo
- (4) muito bom
- (3) bom
- (2) regular (ainda aceitável)
- (1) ruim (inaceitável)

COMENTÁRIOS _____

FIGURA 8. Ficha utilizada na avaliação organoléptica, com as respectivas notas.

Aos dados das análises físicas e organolépticas obtidos na etapa de caracterização também foi aplicado o teste de análise de variância e comparação de médias (17).

Com os dados das análises físicas e organolépticas obtidos na etapa de estocagem, traçou-se as retas de regressão linear ou polinomial de alta ordem, conforme a conveniência e calculados os coeficientes de correlação e determinação através de computador marca Scopus, modelo Nexus 2600, Brasil.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

IV. 1. Adaptação e desenvolvimento de metodologias

Durante a fase inicial do presente estudo, algumas metodologias foram adaptadas ou desenvolvidas. As mesmas são discutidas a seguir.

IV.1.a. pH dos músculos

Testou-se a medição do pH dos músculos em amostras preparadas de três formas diferentes:

- Músculo homogeneizado em liquidificador doméstico por dois minutos;
- Músculo homogeneizado em liquidificador, mas com água na proporção de 1:1, por dois minutos;
- Músculo (porção) envolvendo o eletrodo.

Observou-se que a homogeneização da amostra era extremamente trabalhosa, acarretando inclusive, excessiva perda de material, o qual ficava aderido às lâminas do liquidificador.

A homogeneização com água mostrou-se mais fácil de ser efetuada, porém, ainda foi observada excessiva perda de amostra e os resultados foram os mesmos que os obtidos quando da homogenei-

zação direta.

Quando se testou o pH das amostras, envolvendo o eletrodo com porções do músculo, observou-se que a medida efetuada não diferia das obtidas pelos processos anteriores e dada a sua praticidade, rapidez e sensibilidade, foi o método escolhido para ser utilizado no decorrer do estudo.

IV.1.b. Cocção das amostras para os testes de avaliação instrumental e textura, cor e organoléptica

Dentre os vários métodos disponíveis para cocção das amostras, optou-se pela utilização de forno de microondas. Decidiu-se empregar este método dadas as vantagens de menores perdas de umidade do produto, aquecimento uniforme e rapidez e portanto, proporcionar menores alterações decorrentes da cocção, as quais poderiam influenciar as avaliações em questão (37).

O procedimento de cocção por um tempo total de 20 minutos, dividido em duas etapas de 10 minutos cada, quando a amostra era inicialmente colocada com a porção do peito voltada para cima e invertida nos 10 minutos finais, foi estabelecido em função da perda de umidade acentuada que poderia haver durante a cocção em apenas uma posição, no presente caso, da musculatura de coloração branca. Esta inversão é considerada por MC CREADY & MITCHELL (citado em 37) como capaz de manter a umidade da carne do peito.

IV.1.c. Textura dos músculos

O equipamento disponível para a avaliação instrumental da textura era o "Texture Test System", porém as metodologias de avaliação disponíveis em literatura não puderam ser realizadas por problemas de sensibilidade do anel sensor do mesmo.

Várias foram as tentativas para padronizar a metodologia de avaliação do parâmetro em questão.

Dentre as células acopláveis ao equipamento básico, já descrito em Material e Métodos, a célula de cisalhamento de carne e a célula padrão de cisalhamento e compressão foram as pesquisadas por parecerem ser as mais adequadas.

A célula de cisalhamento de carne (modelo CW -2) consiste em um suporte de amostra com uma ranhura de cisalhamento e uma lâmina móvel com um corte triangular. A sub-amostra para ser testada nesta célula deve ser sempre padronizada e é recomendável que seja cortada em cilindros de 1,3 ou 2,5cm de diâmetro ou em tiras com seção de 1 x 2cm, por exemplo. Devido à dimensão dos músculos, a retirada de amostras cilíndricas em carne escura de frangos é praticamente impossível. Assim, tentou-se realizar os testes utilizando-se sub-amostras em forma de tiras com as dimensões antes citadas, as quais foram cortadas longitudinalmente à direção das fibras musculares. O problema encontrado foi a dificuldade em se obter amostras com espessura uniforme e a alteração no sentido de direção das fibras.

Os testes efetuados mostraram uma variabilidade muito grande entre os resultados, o que fez com que fosse necessária a

busca de outra metodologia.

A célula padrão de cisalhamento e compressão consiste em uma caixa metálica retangular, cujo fundo e tampa são formados por uma série de barras paralelas que acomodam 10 (dez) lâminas móveis de 1/8 de polegada de espessura. Estas, presas a um suporte, são conectadas ao pistão do texturômetro e com a descida do mesmo, produzem a compressão e o cisalhamento da amostra.

Sendo uma célula-padrão é possível de ser utilizada para quase todo tipo de amostra. Inicialmente, procurou-se avaliar unidades de 4x4x1cm das musculaturas de coloração clara e escura, por ser a dimensão 4x4cm a que ocuparia praticamente todo o fundo da célula. Novamente o problema das dimensões dos músculos foi o ponto crítico nesta metodologia, principalmente para os músculos de coloração escura com os quais não houve condições de retirada de sub-amostras regulares. Como também havia o interesse em se avaliar o comportamento das duas musculaturas, decidiu-se pela tentativa de padronização de outra metodologia, a qual foi considerada adequada e é descrita em Material e Métodos.

IV.2. Caracterização das aves

Os resultados correspondentes à caracterização física e química das aves congeladas, referentes aos abatedouros codificados como A, B e C, obtidos nesta etapa do estudo são mostrados no Quadro 2, juntamente com os resultados da avaliação estatística dos mesmos. Nos Quadros 3 e 4 são mostrados respectivamente os

resultados da avaliação organoléptica da carne clara e da escura, dos três abatedouros quanto aos parâmetros de odor, sabor, textura, suculência e aceitação geral, bem como os resultados da avaliação estatística.

IV.2.a. Perda de líquido exsudado no descongelamento

A perda do líquido exsudado no descongelamento é um reflexo dos parâmetros de processamento empregados pelos abatedouros. Segundo informações verbais prestadas pela UNEF (União dos Exportadores de Frango) (54) o valor de 5% de perda é admitido como teor máximo pela maioria dos países importadores. Analisando-se os valores apresentados pelos três abatedouros, observa-se que todos apresentaram-se abaixo do valor máximo permitido pelos importadores.

Além deste fato, verifica-se que os valores apresentados pelos abatedouros A e C não diferem entre si, mas sim do valor correspondente ao abatedouro B, ao nível de significância de 5%.

Comparando-se estes valores com os limites inferior e superior calculados, observa-se que os valores correspondentes aos abatedouros A e C situaram-se na faixa indicada, enquanto que o valor referente ao B situou-se abaixo do limite inferior, indicando uma menor perda. Este comportamento sugere que as técnicas de processamento empregadas pelo abatedouro B possibilitam uma menor absorção de água durante o resfriamento das carcaças.

QUADRO 2. Valores das características físicas e químicas, média geral, desvio padrão, limite inferior e superior da carne de aves provenientes dos três abatedouros.

Determinações	Abatedouros			Média geral	Desvio padrão(\pm)	Limite inferior	Limite superior
	A	B	C				
Perda de líquido exsudado no descongelamento (%)	4,2a	3,1b	4,1a	3,80	0,61	3,19	4,41
pH							
líquido exsudado	6,25b	6,30a	6,00c	6,18	0,16	6,02	6,34
músculo claro	6,20a	6,00b	5,90c	6,03	0,15	5,88	6,18
músculo escuro	6,40b	6,60a	6,40b	6,47	0,15	5,88	6,59
Proteína (%)							
líquido exsudado	0,98a	0,90 a	0,92a	0,93	0,04	0,89	0,97
músculo claro	26,25a	25,28b	22,23c	24,59	2,10	22,49	26,69
músculo escuro	22,31a	20,73b	19,78c	20,94	1,28	19,66	22,22
Cor (músculo claro)							
L _{Hunter}	73,5a	73,7a	74,7a	73,87	0,47	73,40	74,34
a _{Hunter}	2,2	1,6	-0,9	1,9*	-	-	-
b _{Hunter}	14,9a	15,0a	14,7a	14,87	0,15	14,72	15,02
Textura (lgf/50g)							
músculo claro	520,0a	537,5a	328,0b	461,83	113,23	345,6	578,06
músculo escuro	320,0a	279,0b	228,0c	275,67	46,09	229,58	321,76

* média de apenas dois abatedouros.

As médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 5%.

QUADRO 3. Valores da avaliação organoléptica, média geral, desvio padrão, limite inferior e limite superior do músculo de coloração clara (peito) de aves congeladas provenientes dos três abatedouros.

	Abatedouros			Média geral	Desvio padrão(±)	Limite inferior	Limite superior
	A	B	C				
Odor*	4,12a	3,92a	4,00a	4,01	0,10	3,91	4,11
Sabor*	3,68a	3,80a	3,72a	3,73	0,06	3,67	3,79
Textura*	3,40a	3,60a	4,20a	3,73	0,42	3,31	4,15
Suculência*	3,40a	3,24a	3,28a	3,31	0,08	3,23	3,39
Aceitação geral*	3,84a	3,80a	3,96a	3,86	0,08	3,78	3,94

* médias de cinco degustadores e cinco repetições (numa escala de 5 pontos).

As médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 5%.

QUADRO 4. Valores da avaliação organoléptica, média geral, desvio padrão, limite inferior e limite superior do músculo de coloração escura (coxa e sobre-coxa) de aves congeladas provenientes dos três abatedouros.

Parâmetros	Abatedouros			Média geral	Desvio padrão(±)	Limite inferior	Limite superior
	A	B	C				
* Odor	3,82a	3,80a	4,00a	3,90	0,10	3,80	4,00
* Sabor	3,68a	3,80a	3,80a	3,76	0,07	3,69	3,83
* Textura	3,32a	3,60a	4,04a	3,65	0,36	3,29	4,01
* Suculência	3,40a	3,00a	3,80a	3,40	0,40	3,00	3,80
* Aceitação geral	3,76a	3,80a	3,90a	3,82	0,07	3,75	3,89

* médias de cinco degustadores e cinco repetições (numa escala de 5 pontos).

As médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 5%.

IV.2.b. pH

Comparando-se os valores de pH obtidos para o líquido exsudado referente aos três abatedouros, observou-se que todos diferiram significativamente entre si ao nível de 5% e que o abatedouro C apresentou os menores valores, situando-se inclusive abaixo da faixa delimitada pelos limites inferior e superior, enquanto que os demais situaram-se na faixa em questão.

Para o músculo claro observou-se que os valores dos 3 abatedouros diferiram significativamente ao nível de 5%. Entretanto, todos situaram-se na faixa delimitada pelos limites inferior e superior e o valor referente ao abatedouro B praticamente se iguala ao valor da média geral.

Os valores de pH da musculatura de coloração escura dos abatedouros A e C não diferiram estatisticamente entre si, mas sim do valor correspondente ao abatedouro B, ao nível de significância de 5%, sendo este último bem mais elevado que os demais.

Analisando-se os resultados dos abatedouros A e C, observa-se que estes sugerem que as técnicas de processo empregadas pelos mesmos são mais semelhantes e que o manejo da criação também pode influir, bem como as condições climáticas.

Os resultados demonstram ainda que o pH do músculo escuro é bem superior ao do claro e o do líquido exsudado intermediário, indicando que o material nele contido provém igualmente do músculo claro e do escuro. Não existe descrita em literatura a razão pela qual o pH destas musculaturas diferem entre si. Alguns pesquisadores (5,49) apontam como uma das causas prováveis, a

maior concentração de lipídeos a nível intracelular que a musculatura escura apresenta e como estes compostos têm um pH mais alto, acabam elevando também o pH do músculo em questão. Outra razão para este comportamento poderia ser a maior vascularização das regiões da coxa e sobrecoxa e tendo o sangue um pH ao redor de 7,0, este fato também poderia contribuir para o pH mais elevado da carne de coloração escura (5,49).

IV.2.c. Proteína

O teor protéico do líquido exsudado no descongelamento do produto recém congelado é baixo, menor que 1,0% para todos os abatedouros, valores estes que não diferem estatisticamente entre si.

Os teores de proteína da musculatura de coloração clara apresentaram diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% entre os abatedouros, sendo que o abatedouro C apresentou os valores mais baixos.

O mesmo comportamento foi observado pela musculatura de coloração escura, isto é, os três abatedouros apresentaram valores que diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% , com o abatedouro C apresentando o teor protéico mais baixo.

Os teores protéicos do líquido exsudado no descongelamento, carne clara e escura quando comparados com seus respectivos limites inferior e superior demonstram que apenas para a musculatura clara existe um valor discrepante, fora desta faixa (abatedouro C).

Comparando-se os teores em questão, para todos os abatedouros, observa-se que os valores médios referentes à musculatura clara é cerca de 20 % mais elevado que os da musculatura escura. A razão mais provável para este comportamento é o fato da musculatura escura apresentar um teor de gordura mais elevado (B, T).

Outro fato digno de menção é quando se compara o teor protéico do músculo claro do abatedouro C com o teor do músculo escuro do abatedouro A e verifica-se que ambos são praticamente iguais. Este comportamento pode ser proveniente de diferenças na alimentação, como citado em literatura (35,38,41).

IV.2.d. Cor

O parâmetro aqui avaliado reflete a coloração normal do músculo claro do frango recém congelado e algumas das variações que poderiam ser decorrentes de criação e processamento.

As aves provenientes dos abatedouros A e B apresentaram valores de L_{Hunter} (luminosidade) praticamente iguais e o do C, um pouco mais elevado, porém não diferiram estatisticamente entre si. Estes valores significam que os primeiros são ligeiramente mais escuros que o último.

O parâmetro de coloração que maior variação apresentou foi o a_{Hunter} (tonalidade vermelha se positivo e verde se negativo). As aves do abatedouro A são de tonalidade vermelha ligeiramente mais intensa que as do B, enquanto que as do C apresentam valores negativos, indicando tonalidade cinza-esverdeada. O valor

discrepante apresentado pelo abatedouro C não permite o cálculo da média geral, desvio-padrão e limites inferior e superior para o parâmetro em questão. Comparando-se apenas os valores obtidos para os abatedouros A e B, observamos diferença estatisticamente significativa ao nível de 5%, indicando que as aves provenientes do primeiro abatedouro são mais avermelhadas que as do último.

Os valores do parâmetro b_{Hunter} (amarelo/azul) para os três abatedouros não diferiram estatisticamente entre si.

Estes resultados indicam mais uma vez que o manejo da criação e principalmente a alimentação diferem entre os abatedouros e são capazes de influenciar as suas características de qualidade da mesma forma que observado por MARION & PETERSON (34).

IV.2.e. Textura

Este parâmetro, do mesmo modo que o teor de proteína e coloração, demonstra diferença marcante entre o produto do abatedouro C com relação aos demais.

A textura (firmeza/maciez) do músculo claro dos abatedouros A e B não diferem estatisticamente entre si, porém diferem ambos do abatedouro C, ao nível de significância de 5%. O valor médio observado para o abatedouro C indica um produto bem mais macio que os dos demais abatedouros estudados.

Para que seja possível a comparação destes valores com os apresentados em literatura, estes últimos expressos em lbf/g ou kgf/g, deve-se transformar os dados originais (lbf/50g). Assim tem-se:

Abatedouro	lbf/g	kgf/g
A	10,40	5,20
B	10,75	5,38
C	6,56	3,28

Comparando-se estes novos valores com os apresentados por JANKY et alii (24) observa-se que as aves dos abatedouros A e B se encontram na faixa de variação encontrada pelos autores (5 a 12 kgf/g), enquanto que as do C apresentam-se abaixo.

Da mesma forma comparando-se com os resultados encontrados por SIMPSON & GOODWIN (50) que estabeleceram que carne de frango com valor de força máxima de cisalhamento de 8 kgf/g como carne "rija, dura", observa-se que o produto brasileiro, recém-processado é considerado como "macio".

Com relação ao músculo escuro, observa-se comportamento diferenciado, isto é, as aves do abatedouro A, com valores mais elevados, as do B intermediários e as do C mais baixos, todos eles diferindo entre si ao nível de significância de 5%.

Da mesma forma que se procedeu para os dados referentes ao músculo claro, tem-se para a musculatura de coloração escura:

Abatedouro	lbf/g	Kgf/g
A	6,40	3,20
B	5,58	2,79
C	4,56	2,28

Comparando-se os dados obtidos neste estudo, observa-se que as aves provenientes de todos os abatedouros ficam abaixo da faixa encontrada por JANKY et alii (24) e SIMPSON & GOODWIN (50), sendo então consideradas bem macias.

Segundo MORAES (35) as aves alimentadas com rações contendo teores mais elevados de lípidos apresentam textura mais macia e que este efeito é mais intenso para o músculo claro. Esta afirmação e os dados obtidos neste estudo, um "amaciamento" mais intenso do tecido claro das aves do abatedouro C, quando comparado com os do músculo escuro sugerem que a alimentação das aves provenientes do abatedouro C é mais rica em lipídeos.

Comparando-se os resultados de textura com os do teor protéico, observa-se uma correlação entre eles significativa ao nível de 5% ($r = 0,95$ para a musculatura clara e $r = 0,98$ para a musculatura escura), isto é, quanto maior o teor protéico, mais firme se apresenta a textura da aves. Este fato pode ser explicado por SHERMAN (47) quando afirma ser a cadeia protéica a responsável pela textura da carne.

Calculando-se as correlações entre os valores de pH e textura, tanto para o músculo claro como para o escuro, observou-se que não existem correlações estatisticamente significativas entre estes parâmetros, o que indica que para as aves avaliadas no presente trabalho, não houve influência do pH na maciez do tecido cárneo.

IV.2.f. Características organolépticas

Odor

A avaliação organoléptica do parâmetro odor das musculaturas de coloração clara e escura das aves provenientes dos três abatedouros, não diferiram significativamente entre si. Em todos os casos, a classificação alcançada pelas amostras, na escala utilizada foi correspondente à "odor intenso"

Sabor

As notas obtidas pelos músculos claros e escuros indicam que as aves, embora provenientes de diferentes abatedouros e portanto, provavelmente submetidas a diferentes condições de manejo e alimentação, como já comentado, apresentaram sabor muito semelhante, não diferindo estatisticamente entre si, obtendo em todos os casos, classificação correspondente a "sabor intenso" na escala utilizada.

Textura

O parâmetro textura, avaliado organolépticamente apresentou comportamento diferenciado, em função do abatedouro, porém os dados não diferiram estatisticamente entre si.

Os músculos, tanto de coloração clara como escura, provenientes do abatedouro A apresentaram notas que os classificaram

como "nem macio nem rígido", enquanto os provenientes dos abatedouros B e C se classificaram como "macio".

Os dados organolépticos do parâmetro textura, tanto para a musculatura clara como escura, se correlacionam significativamente com os obtidos objetivamente, apresentando respectivamente os coeficientes $r = -0,95$ e $r = -0,99$. Os valores negativos das correlações indicam que quanto maior o valor da força máxima de cisalhamento (produto mais duro), menores são as notas obtidas na avaliação organoléptica realizada através da escala utilizada.

Suculência

A suculência, percebida organolépticamente pode ser influenciada pela perda de líquido que ocorre durante o descongelamento e também na cocção.

Com relação à carne branca, as aves dos três abatedouros apresentaram valores próximos, sem diferença estatisticamente significativa, tendo sempre se classificado como "nem succulenta nem seca".

Para as amostras de carne escura observou-se diferença entre os abatedouros, isto é, os abatedouros A e B alcançaram notas que os classificaram como "nem succulenta nem seca", enquanto que as provenientes do C foram consideradas como "succulenta", porém em todos os casos, os valores apresentados não diferiram estatisticamente entre si.

Os resultados organolépticos obtidos para a carne de coloração clara não se correlacionam com os de perda de líquido exsudado no descongelamento (valor de "r" não significativo), porém os da carne de coloração escura sim, apesar do valor encontrado não ser muito alto ($r = 0,82$). Estes resultados indicam que quanto menor a perda de líquido exsudado no descongelamento, maior é a suculência da carne escura após cocção.

Esta maior suculência da carne escura percebida organolepticamente pode ser um resultado da maior sensação de "umidade" ocasionada pelo maior teor de gordura que esta musculatura apresenta.

Aceitação geral

Com relação a este parâmetro, tanto para a musculatura clara como para a escura, as aves provenientes dos três abatedouros não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre si. Estes resultados conduziram à uma mesma classificação, isto é, foram considerados como "muito boa".

Apesar das diferenças de classificação dos parâmetros textura e suculência apresentados pelos abatedouros, estes não influenciaram na qualidade global do produto e conseqüentemente em sua aceitação geral.

Esta similaridade entre as aves provenientes dos três abatedouros participantes deste estudo, do ponto de vista organoléptico, também pode ser comprovada pelas estreitas faixas de variação entre os limites inferior e superior calculados para todos

os parâmetros e musculaturas.

Ainda com relação à avaliação das características organolépticas, observou-se que as notas atribuídas às musculaturas clara e escura foram, quando não iguais, muito próximas, demonstrando que as diferenças significativas observadas para os parâmetros objetivos não influenciaram na aceitação geral do produto.

IV.3. Alterações decorrentes da estocagem congelada

Os resultados correspondentes à avaliação das características físicas e químicas das aves do abatedouro A, submetidas à estocagem congelada (-18°C) por um período de 18 meses encontram-se no Quadro 5. Nos Quadros 6 e 7 são mostrados respectivamente, os resultados da avaliação organoléptica das musculaturas clara e escura, quanto aos atributos odor, sabor, textura, succulência e aceitação geral.

Com a finalidade de compararmos os resultados das amostras estocadas e avaliadas trimestralmente com os valores da média, limite inferior e superior obtidos para os três abatedouros participantes da etapa anterior, traçou-se os gráficos de barras mostrados nas Figuras de número 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25 e 27. Nas Figuras de número 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 e 28 encontram-se traçadas as retas de regressão linear ou polinomial com suas respectivas equações.

IV.3.a. Perda de líquido exsudado no descongelamento

Os valores de perda de líquido exsudado no descongelamento apresentaram uma elevação em decorrência da estocagem. Durante os 6 primeiros meses a perda de líquido manteve-se praticamente constante, sendo que a partir do 9º mês observou-se um aumento de cerca de 19%, permanecendo neste patamar até o final do experimento, excetuando-se a época referente aos 12 meses de estocagem, quando apresentou teor mais baixo.

Comparando-se os valores obtidos com a média e limites inferior e superior observa-se novamente que até os 6 meses de estocagem os valores situam-se na faixa normal de variação para o produto recém-congelado, indicando ausência de alteração no teor de perda de líquido exsudado por descongelamento neste período. Aos 9 meses, os valores ultrapassaram o limite superior, indicando alterações reais, tendo aos 15 meses alcançado o valor de referência de 5%, e aos 18, ultrapassado.

A equação de regressão linear que expressa o comportamento deste parâmetro durante a estocagem a -18°C é:

$$y = 4,12 + 0,05x$$

sendo: y = perda de líquido exsudado no descongelamento.

x = tempo de estocagem, em meses.

Através desta equação, observa-se que há um aumento mensal de 0,05%. Considerando-se o teor de 5% como o máximo permitido (54), tem-se que o produto alcançaria este patamar aos

17,6 meses.

O valor da correlação calculado entre tempo de estocagem e perda de líquido exsudado no descongelamento é de 0,66, valor este não significativo ao nível de 5%, indicando que a duração da estocagem congelada (-18°C) não tem influência estatisticamente significativa na alteração deste parâmetro.

O comportamento ora observado (teores crescentes da perda de líquido exsudado no descongelamento em função da estocagem) também o foram em estudo realizado por BRAZHNIKOV et alii (7). Uma hipótese para a explicação deste fenômeno seria a diminuição da capacidade de ligação da água, conforme cita SGARBIERI (46).

Sendo o aumento da perda de líquido por descongelamento, da ordem de 19%, aos 9 meses de estocagem à -18°C, é recomendável a comercialização do produto nos primeiros 6 meses.

IV.3.b. pH

O parâmetro pH, que supostamente seria um indicador de alterações, manteve-se, no caso do líquido exsudado no descongelamento, de forma quase homogênea, apresentando durante todo o período do estudo uma oscilação de 0,2 unidades de pH.

A equação linear que representa este comportamento é:

$$y = 6,34 - 0,0005x$$

sendo: y = pH do líquido exsudado no descongelamento,

x = tempo de estocagem, em meses.

Esta equação demonstra um decréscimo de 0,0005 unidades de pH por mês de estocagem, valor este desprezível.

Na análise de correlação entre tempo de estocagem e pH do líquido obteve-se um valor de $r = -0,05$, não significativo ao nível de 5%, indicando que estas variáveis são praticamente independentes.

Pequena alteração de pH também foi observada para as musculaturas clara e escura, que apresentaram valores com variação de 0,3 unidades.

As equações de regressão linear que expressam estes comportamentos são:

* músculo claro: $y = 6,08 - 0,013x$

* músculo escuro: $y = 6,36 - 0,002x$

sendo: y = pH do músculo

x = tempo de estocagem, em meses

Embora as alterações de pH sejam de pequena ordem, observa-se através das equações de regressão linear obtidas que este parâmetro apresenta, em todos os casos, uma diminuição decorrente da estocagem congelada à -18°C e que a musculatura de coloração clara é mais sensível que a escura.

As correlações calculadas entre tempo de estocagem e pH dos músculos também não foram significativas ao nível de 5% ($r = -0,65$ para o claro e $r = -0,11$ para o escuro), demonstrando tam-

bém que a duração da estocagem congelada a -18°C não tem influência neste parâmetro.

A maior sensibilidade da musculatura clara como foi observada pode ser resultante de seu maior teor protéico (sugerindo maior intensidade na desnaturação) ou ainda do tipo de aminoácidos que compõem a sua cadeia protéica.

IV.3.c. Proteína

Os teores protéico do líquido exsudado no descongelamento, músculo claro e escuro apresentaram variações com a estocagem congelada.

Com relação ao líquido exsudado no descongelamento observou-se aumento nas épocas de análise referentes a 3, 6, 9 e 12 meses, tendo-se a seguir observado uma ligeira diminuição aos 15 e 18 meses.

Comparando-se os valores referentes às diversas épocas de avaliação, observa-se que já a partir do 3^o mês de estocagem, os valores ultrapassam e muito o limite superior obtido a partir dos valores apresentados pelos produtos recém-congelados provenientes dos três abatedouros. Pode-se então dizer que a estocagem congelada a -18°C altera o teor protéico do líquido exsudado no descongelamento, elevando-o.

A equação de regressão linear que expressa este fenômeno é:

$$y = 1,31 + 0,019x$$

sendo: y = teor protéico do líquido exsudado no descon-
gelamento,

x = tempo de estocagem, em meses.

Esta equação significa um aumento de 0,019% a cada mês de estocagem nas condições estudadas. Em termos absolutos este aumento parece ser quase insignificante, porém se considerarmos em relação ao teor inicial, este acréscimo assume outra conotação.

O coeficiente de correlação calculado entre tempo de estocagem e teor protéico do líquido exsudado no descongelamento não é estatisticamente significativo ao nível de 5% ($r = 0,41$), mas tem sua importância em termos de perda de nutrientes, uma vez que é descartado.

Enquanto o teor protéico do líquido exsudado no descongelamento aumenta, o dos músculos diminuem, como seria de esperar.

Comparando-se os teores protéicos das musculaturas, obtidos durante a estocagem, com os da fase de caracterização do presente estudo, observa-se que as alterações ocorrem dentro da faixa normal de variação.

As equações de regressão linear que expressam estas perdas são:

* músculo claro: $y = 23,96 - 0,073x$

* músculo escuro: $y = 20,81 - 0,073x$

sendo: y = teor protéico do músculo

x = tempo de estocagem, em meses

Estas equações indicam que ambas as musculaturas apresentam uma diminuição do teor protéico e de mesma ordem, ou seja de 0,073% ao mês. Comparando-se as diminuições apresentadas pelos músculos verifica-se que estas são mais intensas que o ganho apresentado pelo líquido exsudado no descongelamento, o que sugere que parte da proteína perdida pelos músculos é desnaturada e não apenas transferida para o líquido exsudado.

Os valores de correlação calculados entre tempo de estocagem e teor protéico dos músculos não são estatisticamente significativos ao nível de 5% (respectivamente, para musculatura clara e escura, $r = -0,31$ e $r = -0,41$).

Os cálculos de correlação entre teor de perda de líquido exsudado e de proteína dos músculos claro e escuro resultaram em valores estatisticamente não significativos ao nível de 5%, respectivamente $r = -0,001$ e $r = -0,17$. Estes resultados indicam uma independência entre o aumento do teor de líquido exsudado no descongelamento e o teor protéico dos músculos, ou seja, embora a perda de líquido aumente, bem como seu teor protéico, estes não influenciam de forma estatisticamente significativa no teor de proteína nos músculos.

De um modo geral, pode-se dizer que o teor protéico de frangos congelados, mantidos a -18°C por um período de 18 meses, embora seja alterado, não o é a nível estatisticamente significativo.

IV.3.d. Cor

A coloração da musculatura clara das aves submetidas à estocagem congelada por um período de 18 meses, à temperatura de -18°C , caracterizada pelos parâmetros L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter} apresentou o comportamento discutido a seguir.

O parâmetro L_{Hunter} (luminosidade) apresentou-se constante nas duas primeiras épocas de avaliação (inicial e 3 meses), sendo que a partir do 6^o mês, apresenta diminuição sensível, indicando que deste momento em diante ocorre um escurecimento do produto.

Os valores de limite inferior e superior calculados a partir dos dados obtidos na etapa de caracterização deste estudo demonstram a alteração decorrente da estocagem, pois os valores obtidos são inferiores à faixa de variação mencionada.

O comportamento deste parâmetro em função da estocagem não é caracterizado por uma equação de regressão linear, mas sim por um polinômio de terceira ordem, ou seja:

$$y = 74,14 - 21,69x + 37,94x^2 - 19,76x^3$$

sendo y = parâmetro L_{Hunter} (luminosidade)

x = tempo de estocagem, em meses.

Esta equação demonstra que a alteração de luminosidade se processa de forma complexa, variando nos diferentes períodos de estocagem.

A afirmação de KOOZ & RAMSBOTTON (citado em 32) de que no descongelamento da ave a hemoglobina é oxidada à metamioglobina com a consequente alteração da cor dos ossos de vermelho para marrom, cinza e preta, e que este material migra dos ossos jovens (como no presente caso) para os tecidos adjacentes tornando-os escurecidos quando cozidos, pode ser uma explicação para o escurecimento observado a partir do 6º mes de estocagem, embora SPENCER et alii (citado em 32) afirmem que a duração da estocagem congelada não tem efeito algum no grau de escurecimento ósseo.

O parâmetro a_{Hunter} (positivo no presente caso e portanto indicando tonalidade avermelhada) indicou ligeira tendência do produto a apresentar tonalidade mais avermelhada com a estocagem (valores crescentes).

A equação de regressão linear que expressa este comportamento é:

$$y = 1,75 + 0,018 x$$

sendo y = parâmetro a_{Hunter} (vermelho)

x = tempo de estocagem, em meses.

O coeficiente de correlação calculado entre tempo de estocagem e a_{Hunter} foi de $r = 0,24$, não significativo ao nível de 5%, demonstrando que a tonalidade ligeiramente mais avermelhada não foi ocasionada pela duração da estocagem realizada a -18°C , nem por queimaduras decorrentes do frio, uma vez que todas as aves apresentavam-se adequadamente embaladas.

LYON et alii (32) afirmam que o congelamento faz com que haja migração da hemoglobina dos ossos em teor suficiente pa-

ra escurecer e avermelhar os tecidos, porém em seu estudo, este fenômeno não foi avaliado em função da duração da estocagem congelada.

O parâmetro b_{Hunter} , indicativo, no presente caso, de tonalidade amarelada (valores positivos), apresentou ligeiro aumento até o 6º mês de estocagem, sendo que a partir da época de análise correspondente aos 9 meses, observou-se uma diminuição atingindo valores abaixo do limite inferior da faixa normal de variação obtida na etapa de caracterização.

A equação de regressão linear que expressa este comportamento é:

$$y = 15,32 - 0,102x$$

sendo: y = parâmetro b_{Hunter} (amarelo)

x = tempo de estocagem, em meses.

A correlação calculada entre tempo de estocagem e o parâmetro b_{Hunter} foi de $r = -0,74$, não estatisticamente significativo ao nível de 5%. Porém, este valor de correlação é muito próximo ao valor crítico para o caso em questão ($r = +/- 0,75$), o que demonstra ser este o parâmetro de cor que mais se alterou com a estocagem.

Esta diminuição de tonalidade amarelada pode ser atribuída à decomposição de pigmentos amarelados, como a xantofila, que as aves apresentam.

Os valores de correlação calculados entre os parâmetros L_{Hunter} e a_{Hunter} , L_{Hunter} e b_{Hunter} e a_{Hunter} e b_{Hunter} , foram respectivamente $r = -0,28$, $r = 0,26$ e $r = -0,62$, todos eles

estatisticamente não significativos ao nível de 5%, indicando que não existe interrelação entre eles.

Integrando-se os três parâmetros de cor, pode-se dizer que a estocagem congelada altera a coloração da musculatura clara das aves, mas não a níveis estatisticamente significativos e que esta alteração se dá de forma complexa, sendo mais perceptível a partir do 6^o mês de estocagem.

IV.3.e. Textura

Os resultados de textura, referentes à musculatura clara, demonstraram através da força máxima de cisalhamento que esta característica não foi influenciada pela estocagem realizada a -18°C. Estes resultados, quando da comparação com os limites inferior e superior obtidos na fase de caracterização também demonstram este comportamento.

A equação de regressão linear que expressa este comportamento é:

$$y = 503,20 - 0,595x$$

sendo y = textura da musculatura clara, expressa em
1bf/50g

x = tempo de estocagem, em meses.

O valor de correlação calculado entre tempo de estocagem e textura avaliada objetivamente foi de $r = -0.17$, valor este não significativo ao nível de 5%. O valor negativo desta correlação indica uma diminuição da força máxima de cisalhamento em fun-

ção do período de estocagem, indicando um "amaciamento".

Os cálculos dos coeficientes de correlação entre os valores de pH obtidos durante a estocagem congelada e da força máxima de cisalhamento e do teor protéico e textura foram respectivamente $r = 0,65$ e $r = 0,29$, valores estes não significativos ao nível de 5%. Estes coeficientes indicam que as alterações de pH e teor protéico não influenciaram nas alterações das características objetivas de textura do músculo claro, observadas neste estudo.

Comparando-se agora com o valor de 8kgf/g, estipulado por SIMPSON & GOODWIN (50), como característico de uma carne rígida, dura, tem-se que os valores ora observados, transformados em mesma unidade, oscilaram entre 5,29 e 4,77kgf/g, indicando que o produto manteve-se macio durante o período estudado.

A musculatura de coloração escura apresentou resultados que demonstraram a influência da estocagem. Até o 3º mes, a textura não apresentou alteração, porém a partir deste momento, os valores obtidos indicaram uma perda de textura, ou melhor dizendo, uma perda de firmeza (valores decrescentes). Apesar desta diminuição, até os 15 meses, os valores de textura situaram-se na faixa compreendida entre o limite inferior e superior calculados a partir dos dados da etapa de caracterização, uma vez que a faixa de variação é bem ampla. Aos 18 meses de estocagem o valor de força máxima de cisalhamento já se apresentou abaixo do referido limite.

A equação de regressão linear que caracteriza este comportamento é:

$$y = 328,20 - 5,988x$$

sendo y = textura da musculatura escura, expressa em lbf/50g.

x = tempo de estocagem, em meses.

O coeficiente de correlação calculado entre tempo de estocagem e textura objetiva foi de $r = -0,90$, significativo ao nível de 5%. Este coeficiente demonstra ser a textura do músculo escuro dependente da duração da estocagem realizada a -18°C .

Como a textura dos músculos é influenciada pelo seu teor lipídico, como afirma SHERMAN (47), este decréscimo da força máxima de cisalhamento da musculatura escura (caracterizada como apresentando maior teor de gordura) pode ser um reflexo das alterações ocorridas na fração lipídica durante a estocagem congelada, alterações estas que poderiam proporcionar espaços vazios na malha de colágeno e portanto, menor resistência ao cisalhamento.

Os coeficientes de correlação calculados entre os parâmetros pH e textura e entre teor protéico e textura foram respectivamente de $r = 0,29$ e $r = 0,24$, ambos não significativos ao nível de 5%, indicando que não influíram nas alterações estatisticamente significativas de textura ora verificadas. Estas correlações reforçam a hipótese de que provavelmente o comportamento da musculatura escura seja devido a alterações em sua fração lipídica.

IV.3.f. Características organolépticas

Os resultados da avaliação organoléptica da musculatura de coloração clara, obtidos nas avaliações efetuadas no decorrer da estocagem realizada a -18°C são mostrados no Quadro 6 e os da musculatura escura no Quadro 7. Para facilidade de comparação destes resultados com os valores de média geral, limite inferior e superior, calculados a partir dos dados obtidos na etapa de caracterização, construiu-se os gráficos de barras mostrados nas Figuras nº 29, 31, 33, 35 e 37. Nas Figuras nº 30, 32, 34, 36 e 38 encontram-se traçadas as retas de regressão linear e suas respectivas equações.

Odor

Os valores obtidos para o odor da musculatura clara e escura demonstram que o produto sofreu alterações decorrentes da estocagem. Em ambos os casos, tanto na avaliação inicial como na referente aos 3 meses de estocagem, o odor foi considerado como "intenso". Apesar desta classificação na escala utilizada, na avaliação referente aos três meses de estocagem os valores obtidos foram mais baixos que o limite inferior calculado na etapa de caracterização.

No caso da musculatura clara, a partir dos 6 meses e até os 15 meses de estocagem, o odor foi considerado como "moderado", sendo que aos 18 meses foi considerado como "fraco", segundo a escala utilizada. A musculatura de coloração escura apre-

sentou comportamento semelhante, porém já aos 15 meses foi avaliada como apresentando odor "fraco".

Considerando-se na escala utilizada o ponto 5 como equivalente a 100% da característica de qualidade em questão e o ponto 1 como zero%, ou seja perda total de qualidade, tem-se nos demais pontos da escala as equivalências: 4 = 75%, 3 = 50%, 2 = 25%. Sob este novo aspecto, teríamos as seguintes retenções de odor, nas diferentes épocas de avaliação:

Retenções do odor das musculaturas (%)

época	clara	escura	média
inicial	82,4	78,4	80,4
3	74,4	68,8	71,6
6	64,8	60,8	62,8
9	49,6	53,6	51,6
12	54,4	53,6	54,0
15	50,4	46,4	48,4
18	44,8	44,8	44,8

Estes dados indicam que a carne clara iniciou a estocagem com 82,4% de sua qualidade total de odor e a escura com 78,4%. Estas diferentes retenções sugerem ser a carne de coloração escura, quanto ao odor, mais sensível ao congelamento que a carne clara.

Avaliando-se a perda nos três primeiros meses observa-se no decorrer deste período uma perda adicional de 8% para a

carne clara e 9,6% para a carne escura, resultando em perdas diárias de 0,09% e 0,11%, respectivamente. Fazendo-se estes mesmos cálculos para os demais períodos, tem-se:

Alterações diárias das musculaturas (%)

Período	clara	escura	média
inicial a 3 meses	-0,09	-0,11	-0,10
3 a 6 meses	-0,11	-0,09	-0,10
6 a 9 meses	-0,17	-0,08	-0,13
9 a 12 meses	+0,05	0,00	+0,03
12 a 15 meses	-0,04	-0,08	-0,06
15 a 18 meses	-0,06	-0,02	-0,04

Observa-se que a musculatura clara tem seu período de estocagem mais crítico compreendido entre o 6º e 9º mês (0,17% de perda diária), enquanto que a musculatura escura tem como período mais crítico, os três primeiros meses (0,11% de perda diária). Avaliando-se a ave congelada como um todo, observa-se que as perdas diárias indicam que até o 6º mês ocorrem perdas da ordem de 0,10% na característica de odor e que o período mais crítico é o compreendido entre 6 a 9 meses. No período compreendido entre 9 e 12 meses observa-se uma interrupção no processo de perda, ou seja, a ave mantém sua qualidade, mas a partir do 12º mês e até o final do experimento, reinicia sua alteração de odor, porém a uma taxa menor.

Os comentários anteriores avaliam as alterações pontuais do odor nas diferentes épocas de avaliação. Através da equação de regressão linear, temos a tendência do comportamento das musculaturas clara e escura. São elas:

* musculatura clara: $y = 3,92 - 0,104x$

* musculatura escura: $y = 3,72 - 0,091x$

sendo: y = odor da musculatura, expresso em função da classificação da escala de avaliação empregada

x = tempo de estocagem, em meses.

Estas equações demonstram o decréscimo da intensidade do odor, tanto da musculatura clara como da escura.

Ainda com base nestas equações tem-se que o produto atingiria a menor classificação, equivalente a "sem odor", respectivamente, aos 37,7 meses para a musculatura clara e aos 40,8 meses para a escura. Vale a pena ressaltar ainda que estes tempos consideram apenas a perda do odor característico, não considerando o desenvolvimento de odor estranho, desagradável, fato este que pode alterar totalmente estes prazos.

Os coeficientes de correlação calculados entre tempo de estocagem e odor foram de $r = -0,93$ para a musculatura clara e de $r = -0,96$ para a escura, ambos significativos ao nível de 5%. Estes coeficientes indicam que o parâmetro odor, para ambas as musculaturas são dependentes da estocagem congelada.

Com base nestas considerações, pode-se dizer que a ave congelada e estocada a -18°C não retém o odor característico do produto recém-processado, sendo esta perda gradual em função do tempo de estocagem e que não se observou ao longo dos 18 meses de duração deste estudo, o desenvolvimento de odor estranho.

Sabor

O parâmetro sabor dos músculos tanto de coloração clara como escura se altera em decorrência da estocagem congelada. Em ambos os casos, o sabor foi considerado como "intenso" apenas na época inicial de avaliação. A partir do terceiro mês de estocagem e até o 12^o mês, a musculatura clara, embora apresente notas decrescentes sempre alcançou a classificação equivalente a "moderado", alterando para "fraco" a partir do 15^o mês de estocagem. A musculatura escura apresentou também, a partir do 3^o mês, sabor classificado como "moderado", permanecendo desta forma até o 15^o mês e apenas na última avaliação, aos 18 meses é que se observou uma classificação diferenciada, isto é, sabor "fraco".

Baseando-se nas classificações alcançadas pelas musculaturas na escala de avaliação utilizada, pode-se dizer que ao contrário do odor, o sabor da carne clara é mais sensível à estocagem congelada que a escura.

Comparando-se os dados obtidos nesta fase com os limites inferior e superior calculados na etapa de caracterização, observa-se já aos 3 meses de estocagem, valores inferiores, demonstrando alterações decorrentes da estocagem.

Estas afirmações podem também ser verificadas ao se calcular e analisar as retenções de sabor nos diferentes períodos, da mesma forma que foi efetuada para o odor. Dessa forma, tem-se:

Retenção de sabor das musculaturas (%)

Período	clara	escura	média
inicial	73,6	73,6	73,6
3 meses	68,0	67,2	67,6
6 meses	65,0	62,4	63,7
9 meses	54,4	58,4	56,4
12 meses	53,6	62,4	58,0
15 meses	45,6	50,4	48,0
18 meses	44,0	46,4	45,2

Embora as musculaturas clara e escura iniciem a estocagem com a mesma retenção de sabor e apresentem perdas semelhantes até o 6º mês, a partir deste período começam a apresentar comportamento diferenciado, isto é, a carne escura diminui a intensidade da perda quando comparada com a da carne clara.

Da mesma forma que se efetuou para o atributo odor, pode-se calcular as alterações diárias a partir das retenções observadas. Assim tem-se:

Alterações diárias das musculaturas (%)-

Período	clara	escura	média
inicial a 3 meses	-0,06	-0,07	-0,07
3 a 6 meses	-0,03	-0,05	-0,04
6 a 9 meses	-0,12	-0,04	-0,08
9 a 12 meses	-0,01	+0,04	+0,03
12 a 15 meses	-0,09	-0,13	-0,11
15 a 18 meses	-0,02	-0,04	-0,03

Estes dados demonstraram que a carne clara tem uma perda diária de sabor mais intensa (0,12%) no período de 6 a 9 meses e que a escura (0,13%) entre 12 e 15 meses e avaliando-se a ave como um todo, observa-se que a maior perda ocorre no período de 12 a 15 meses, coincidindo com a apresentada pela musculatura de coloração escura.

As equações de regressão linear representam a tendência do comportamento das musculaturas em função da duração da estocagem congelada. São elas:

* músculo claro: $y = 3,66 - 0,086x$

* músculo escuro: $y = 3,62 - 0,068x$

sendo: y = sabor das musculaturas, expressos em função da classificação na escala de avaliação empregada,

x = tempo de estocagem, em meses.

Estas equações também demonstram a taxa de diminuição da intensidade do sabor, tanto para a musculatura clara como para a escura, sendo a velocidade de alteração da clara maior que a da escura.

Os coeficientes de correlação calculados entre tempo de estocagem congelada e sabor das musculaturas clara e escura foram respectivamente de $r = -0,98$ e $r = -0,95$, significativos ao nível de 5%, indicando a dependência entre eles.

Segundo GUTSCHIMDT (19), as alterações de odor e sabor das aves cozidas são resultantes de alterações de gorduras, proteínas e ribonucleotídeos ocorridos durante a estocagem congelada e que inicialmente há um enfraquecimento do odor e do sabor até parecerem deteriorados. Para PEARSON & GRAY (citado em 4), as alterações só se tornam evidentes após longos períodos de estocagem. Estes dados confirmam os resultados obtidos no presente estudo.

Com base em todas estas considerações, verifica-se que o produto ora estudado, embora tenha apresentado diminuição na intensidade do sabor, após o período de 18 meses à temperatura de -18°C , não atingiu valores críticos, não tendo também desenvolvido sabor estranho.

Textura

Do ponto de vista organoléptico, a textura das musculaturas clara e escura apresentou pequenas alterações, fazendo com que, durante todo o experimento as amostras fossem classificadas

como "nem macio nem rígido" segundo a escala utilizada, significando que o produto manteve sua textura normal.

A musculatura de coloração clara, a partir dos 9 meses de estocagem, apresentou valores abaixo do limite inferior calculado na etapa de caracterização, enquanto que a musculatura escura apresentou valores que oscilaram ao redor do limite inferior anteriormente mencionado.

As equações de regressão linear que expressam a tendência do comportamento de ambas as musculaturas são:

* músculo claro: $y = 3,46 - 0,042x$

* músculo escuro: $y = 3,25 + 0,015x$

sendo: y = textura da musculatura expressa em função da escala de avaliação utilizada.

x = tempo de estocagem, em meses.

Estas equações demonstram que a musculatura clara se caracteriza por uma tendência ao endurecimento, enquanto que a escura pelo amaciamento e que a taxa de alteração da primeira é quase o triplo da última. Esta diminuição de maciez também foi observada por DRBOKHLAV & DRBOKHLAVA (12).

O coeficiente de correlação calculado entre o tempo de estocagem e a textura da musculatura clara foi de $r = -0,83$, significativo ao nível de 5% e para a escura, o coeficiente encontrado foi de $r = 0,29$, estatisticamente não significativo. Estes coeficientes demonstram ser a musculatura clara sensível à esto-

cagem a -18°C , enquanto que a textura da escura não sofreu este tipo de influência.

Correlacionando-se os valores objetivos com os dados subjetivos da textura, observou-se respectivamente para o músculo claro e escuro, valores de $r = 0,18$ e $r = -0,50$, ambos estatisticamente não significativos.

Embora a "textura" percebida sensorialmente envolva não só a firmeza, que do ponto de vista físico é expressa pela força máxima de cisalhamento, mas toda e qualquer sensação tátil percebida pelos dedos e mucosas da boca, os resultados obtidos sugerem que as alterações físicas detectadas não ocorreram a níveis tais que influenciem as sensações de textura, proporcionando classificação não diferenciada.

Dessa forma, pode-se dizer que a textura da carne escura é parâmetro de qualidade pouco influenciável pela duração da estocagem congelada, o mesmo não acontecendo para a clara.

Suculência

O músculo de coloração clara foi o que apresentou maior alteração de suculência em função da estocagem. Este atributo diminuiu gradativamente até o 9^o mês, quando a sua classificação inicial de "nem suculento nem seco" foi alterada para "seco". Embora aos 12 meses tenha apresentado novamente a mesma classificação inicial, nas duas últimas avaliações foi classificado como "seco".

Além dessas alterações, pode-se verificar que a partir dos 6 meses de estocagem, os valores observados estão abaixo do limite inferior calculado na fase de caracterização deste estudo.

Para a musculatura de coloração escura observou-se uma única classificação no decorrer do experimento, isto é, "nem suculento nem seco", exceção feita à época correspondente aos 12 meses de estocagem, quando o produto foi considerado como "suculento". Observa-se também que praticamente todos os valores se encontram na faixa delimitada pelos limites superior e inferior.

As equações de regressão que expressam estes comportamentos são:

* músculo claro: $y = 3,33 - 0,059x$

* músculo escuro: $y = 3,22 - 0,002x$

sendo: y = suculência das musculaturas expressa em função da escala de avaliação empregada,
 x = tempo de estocagem, em meses.

Estas equações demonstram que a suculência percebida sensorialmente é diminuída em função da duração da estocagem congelada (-18°C), sendo que a taxa de alteração da musculatura clara é muito maior que a da escura.

O coeficiente de correlação calculado entre tempo de estocagem e suculência, para a musculatura clara foi de $r = -0,89$, significativo ao nível de 5%, enquanto que para a escura foi de $r = -0,05$, estatisticamente não significativo.

Os resultados obtidos demonstram ser a suculência da musculatura clara mais sensível à estocagem realizada nas condições estudadas que a escura. Uma explicação para este fenômeno poderia ser a maior superfície de exposição da primeira em relação à última, muito embora as aves estivessem protegidas pela embalagem de polietileno. Outra hipótese a ser levantada seria a do maior teor de gordura que a musculatura escura apresenta, fato que poderia proporcionar uma maior sensação de "umidade" no produto.

Correlacionando-se os parâmetros perda de líquido no descongelamento e suculência, obteve-se para o músculo claro, um valor de $r = -0,86$, significativo ao nível de 5%, enquanto que para o escuro o valor encontrado foi de $r = -0,58$, estatisticamente não significativo. Estes resultados reforçam a possibilidade de maior desidratação do músculo claro em função da maior superfície de exposição, também do aumento do teor de líquido exsudado no descongelamento e do maior teor de gordura do músculo escuro, que formaria uma emulsão e portanto uma ligação mais estável.

Correlacionando-se os atributos organolépticos de textura e suculência, não se observou valores estatisticamente significativos (respectivamente para o músculo claro e escuro, $r = 0,73$ e $r = 0,71$), fato que demonstra a independência dos atributos em questão.

Aceitação geral

A musculatura de coloração clara das aves submetidas à estocagem à -18°C foi inicialmente classificada como "muito boa" na escala de avaliação utilizada. Com o decorrer da estocagem e consequente alterações, observou-se queda na classificação, passando aos 6 meses para uma aceitação equivalente à um produto de boa qualidade. Aos 9 meses e até o final do experimento, o produto foi considerado como "regular", ainda aceitável. A classificação equivalente à "bom" alcançada aos 12 meses de estocagem pode ser considerada como um reflexo das melhores características de textura e suculência detectadas nesta época e já comentadas anteriormente.

Com relação à musculatura escura, observou-se a diminuição gradativa da qualidade. Do ponto de vista organoléptico, segundo a escala utilizada, o produto foi considerado "muito bom" apenas na avaliação inicial, passando para "bom" aos 3 meses e assim permanecendo até o 9^o mês de estocagem e aos 15 e 18 meses, foi considerado como "regular", ainda aceitável.

Considerando-se o ponto 5 da escala utilizada como representativo do produto que apresenta uma aceitação de 100%, nos demais pontos da escala tem-se respectivamente, aceitações equivalentes a: 4 = 75%, 3 = 50%, 2 = 25% e 1 = 0%. Calculando-se as porcentagens de aceitação nas diversas épocas, temos:

Aceitação geral das musculaturas (%)

época	clara	escura	média
inicial	76,8	75,2	76,0
3 meses	70,4	68,0	69,2
6 meses	65,6	63,2	64,4
9 meses	48,0	61,6	54,8
12 meses	51,2	53,6	52,4
15 meses	45,6	45,6	45,6
18 meses	46,6	44,8	45,6

A partir dos dados acima pode-se calcular a perda diária de qualidade, refletida na aceitação geral. Dessa forma, tem-se:

Alterações diárias das musculaturas (%)

período	clara	escura	média
inicial a 3 meses	-0,07	-0,08	-0,08
3 a 6 meses	-0,05	-0,05	-0,05
6 a 9 meses	-0,20	-0,02	-0,11
9 a 12 meses	+0,04	-0,09	-0,07
12 a 15 meses	-0,06	-0,09	-0,08
15 a 18 meses	+0,01	-0,01	0,00

Estes novos valores calculados demonstram ser a musculatura de coloração clara a mais sensível à estocagem congelada,

apresentando como período mais crítico, o compreendido entre 6 a 9 meses, o qual resultou em perdas diárias de 0,20%.

Para a musculatura escura não se define um período mais crítico, pois as perdas observadas no 1º, 4º e 5º trimestres são muito próximas.

Considerando-se novamente a ave como um todo, observa-se diminuição gradual de qualidade e o período compreendido entre o 6º e o 9º mês de estocagem como o mais crítico, isto resultante da intensa alteração apresentada pela musculatura clara.

As equações de regressão linear calculadas e que representam a tendência das alterações das musculaturas quanto ao parâmetro aceitação geral são:

* músculo claro: $y = 3,72 - 0,092x$

* músculo escuro: $y = 3,72 - 0,086x$

sendo: y = aceitação geral, expressa em função da escala de avaliação utilizada,
 x = tempo de estocagem, em meses.

Embora pontualmente ambas as musculaturas apresentem períodos mais ou menos críticos, as equações de regressão demonstram que a taxa de decréscimo da aceitação geral, para ambas é muito semelhante.

Ainda baseando-se nestas equações temos que a musculatura clara atingiria a classificação de "inaceitável" aos 40,4 meses de estocagem a -18°C e que a escura aos 43,3 meses. Este

quadro poderá ser modificado em função de desenvolvimento de odor e sabor estranho, fatos esses já comentados.

Os coeficientes de correlação calculados entre o tempo de estocagem e a aceitação geral foram, respectivamente de $r = -0,93$ e $r = -0,99$ para as musculaturas clara e escura, ambos significativos ao nível de 5%, demonstrando que a aceitação geral diminui em função da duração da estocagem congelada.

Uma vez que o parâmetro aceitação geral é uma integração dos demais, calculou-se os coeficientes de correlação entre os atributos individuais (odor, sabor, textura e suculência) e a aceitação geral. Estes coeficientes foram:

comparações	Coeficientes de correlação	
	músculo claro	músculo escuro
-----	-----	-----
aceitação x odor	+0,98	+0,96
aceitação x sabor	+0,97	+0,94
aceitação x textura	+0,80	-0,24
aceitação x suculência	+0,94	-0,01

Os coeficientes de correlação entre os parâmetros e a aceitação geral para a musculatura clara foram todos significativos ao nível de 5%, enquanto que para a escura, foram significativas apenas as correlações envolvendo o odor e o sabor. Estes resultados demonstram que a aceitação geral da carne clara é afetada pelas alterações sofridas por todos os atributos estudados e a da escura, apenas pelo sabor e odor.

Em função destas considerações, pode-se dizer que a musculatura de coloração clara é mais sensível à estocagem congelada que a escura, porém o produto ainda se apresenta aceitável após uma estocagem de 18 meses à temperatura de -18°C .

Apesar de ser aceitável para o consumo, é recomendável a sua comercialização o mais breve possível após processamento, tendo-se em vista que as condições de estocagem no varejo e a nível doméstico não são ideais e dessa forma ocasionam perda de qualidade à uma taxa mais elevada que a constatada no presente estudo.

QUADRO 5. Valores das características físicas e químicas das aves congeladas e estocadas a -18°C nas diversas épocas de análise.

Determinações	Inicial	ÉPOCAS (meses)					
		3	6	9	12	15	18
Perda de líquido exsudado no descongelamento (%)	4,2	4,3	4,2	5,0	4,0	5,0	5,2
pH							
líquido exsudado no descongelamento	6,25	6,40	6,30	6,40	6,40	6,40	6,20
músculo claro	6,20	6,00	5,95	5,80	6,00	5,90	5,90
músculo escuro	6,40	6,30	6,45	6,15	6,40	6,40	6,30
Proteína							
líquido exsudado no descongelamento (%)	0,98	1,26	1,76	1,80	1,70	1,41	1,43
músculo claro	26,25	22,35	21,48	23,75	23,00	23,12	23,19
músculo escuro	22,31	20,30	18,44	19,95	20,24	19,91	19,94
Cor do músculo claro							
L _{Hunter}	73,5	73,5	69,2	70,1	70,2	71,9	70,5
^a Hunter	2,2	1,3	1,5	2,3	2,2	1,3	2,5
^b Hunter	14,9	15,3	15,7	13,5	13,9	14,0	13,5
Textura (lbf/g)							
músculo claro	520,0	481,0	500,0	472,0	529,0	506,0	477,0
músculo escuro	320,0	322,0	303,0	257,0	240,0	270,0	208,0

QUADRO 6. Valores da avaliação organoléptica do músculo de coloração clara (peito) de aves congeladas e estocadas a -18°C nas diversas épocas de análise.

Parâmetros	ÉPOCAS (meses)						
	Inicial	3	6	9	12	15	18
Odor*	4,12	3,72	3,24	2,48	2,72	2,52	2,24
Sabor*	3,68	3,40	3,25	2,72	2,68	2,28	2,20
Textura*	3,40	3,32	3,40	2,96	2,76	3,12	2,56
Suculência*	3,40	3,20	2,96	2,40	2,88	2,44	2,28
Aceitação geral*	3,84	3,52	3,28	2,40	2,56	2,28	2,32

* médias de 5 degustadores com 5 repetições (numa escala de 5 pontos)

QUADRO 7. Valores da avaliação organoléptica do músculo de coloração escura (coxa e sobre-coxa) de aves congeladas e estocadas a -18°C nas diversas épocas de análise.

Parâmetros	Inicial	ÉPOCAS (meses)					
		3	6	9	12	15	18
Odor*	3,92	3,44	3,04	2,68	2,68	2,32	2,24
Sabor*	3,68	3,36	3,12	2,92	3,12	2,52	2,32
Textura*	3,32	3,16	3,04	3,48	4,12	3,28	3,32
Suculência*	3,40	3,12	3,00	2,92	3,68	3,28	3,00
Aceitação geral*	3,76	3,40	3,16	3,08	2,68	2,28	2,24

* média de 5 degustadores com 5 repetições (numa escala de 5 pontos)

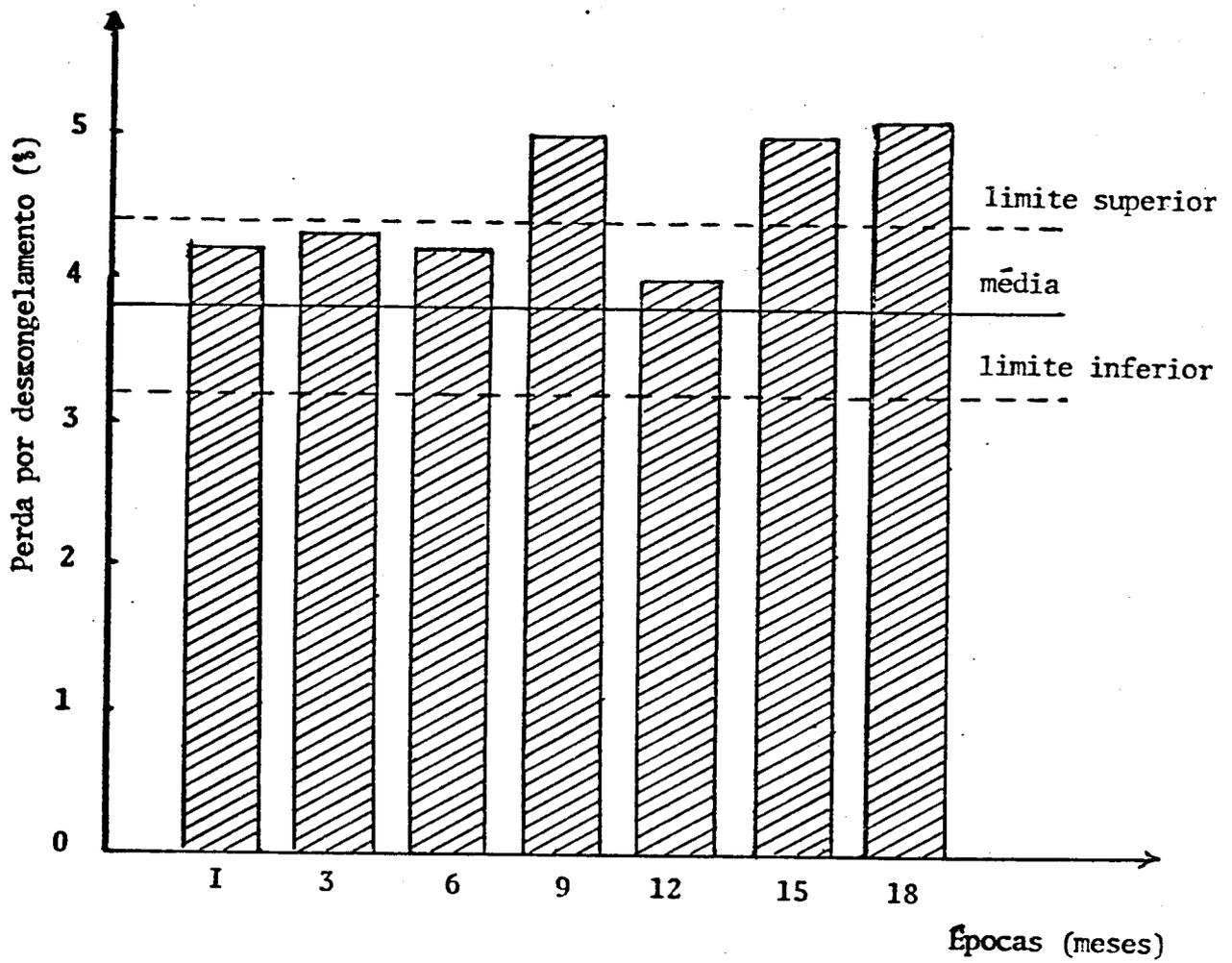


FIGURA 9. Teores de líquido exsudado no descongelamento das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C), por 18 meses.

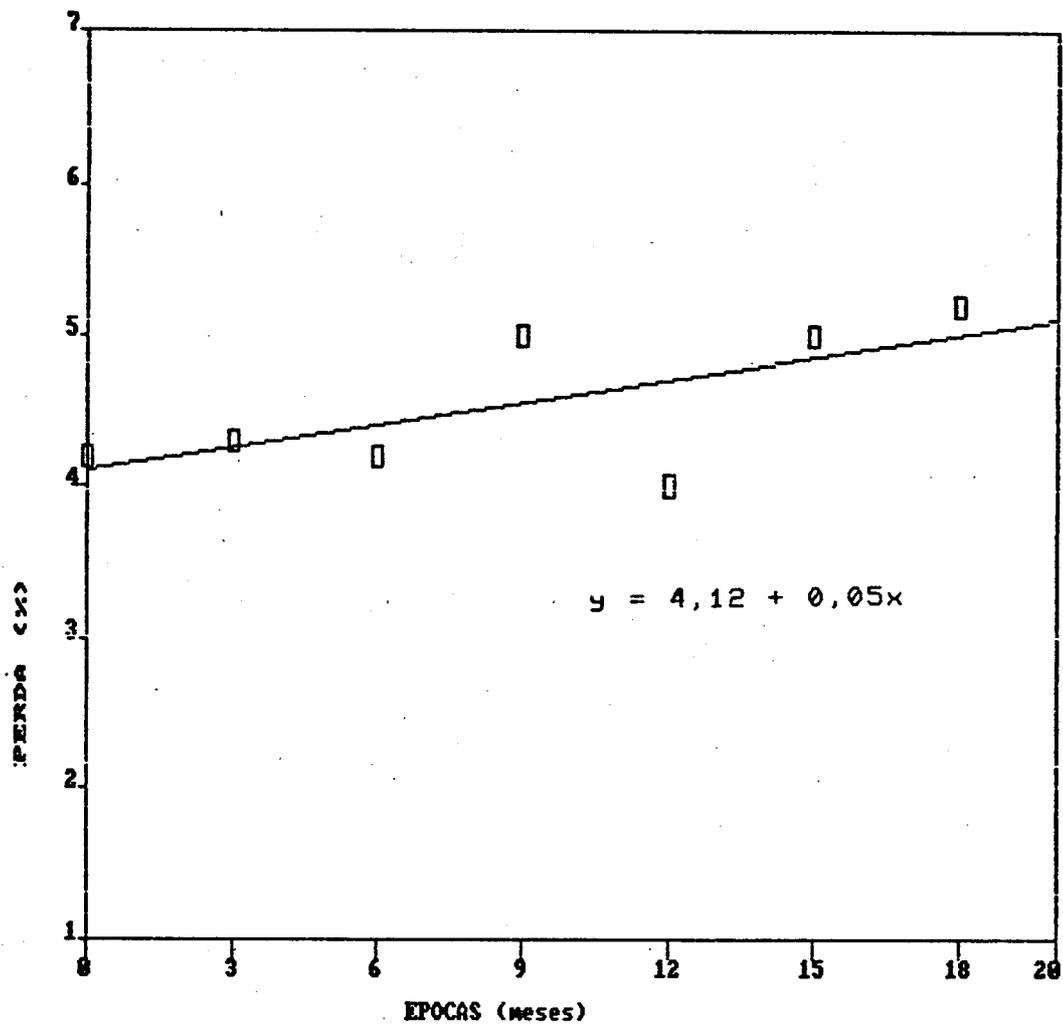


FIGURA 10. Retas e equação de regressão linear para os valores de líquido exsudado no descongelamento de aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.

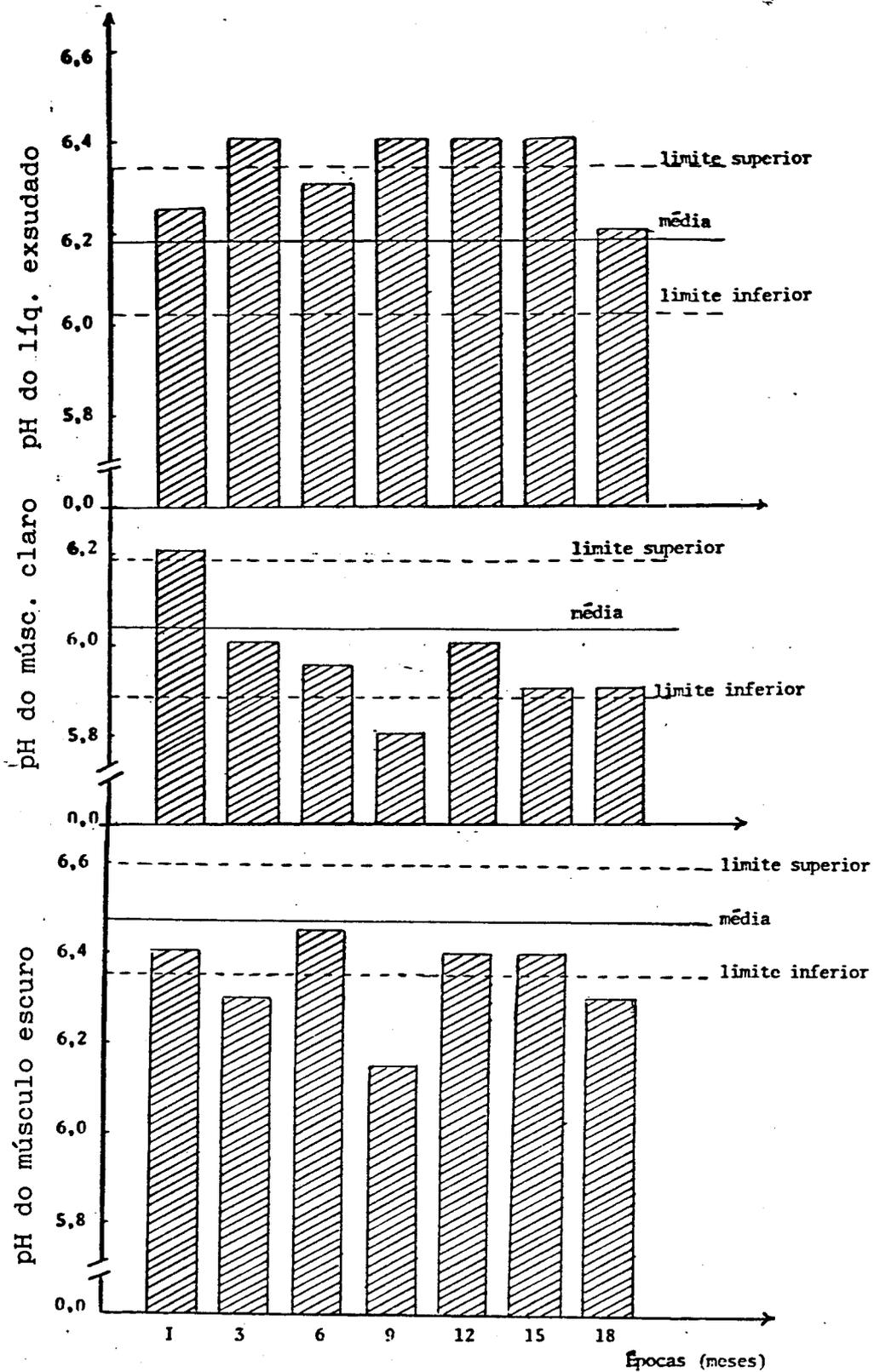


FIGURA 11. Valores de pH do líquido exsudado no descongelamento, músculo claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.

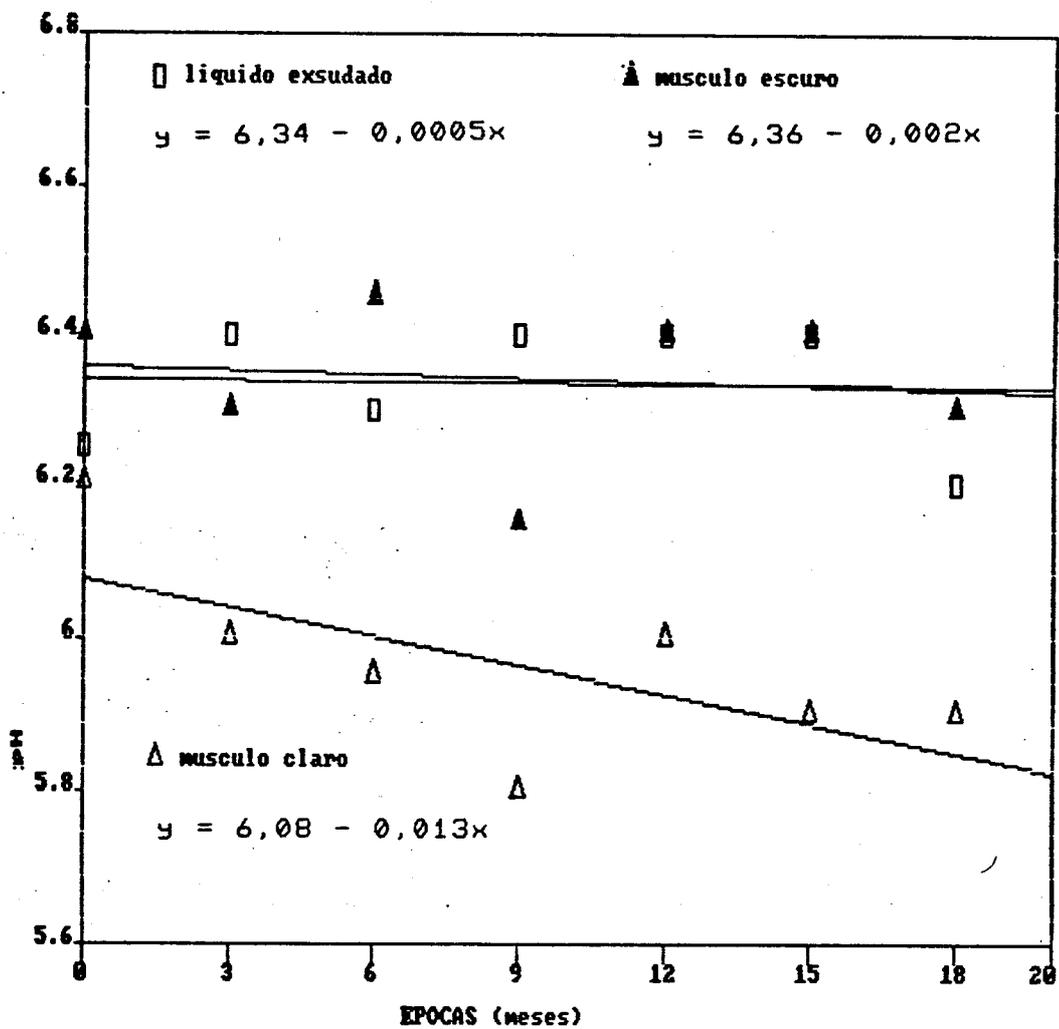


FIGURA 12. Retas e equações de regressão linear para os valores de pH do líquido exsudado no descongelamento, músculo claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.

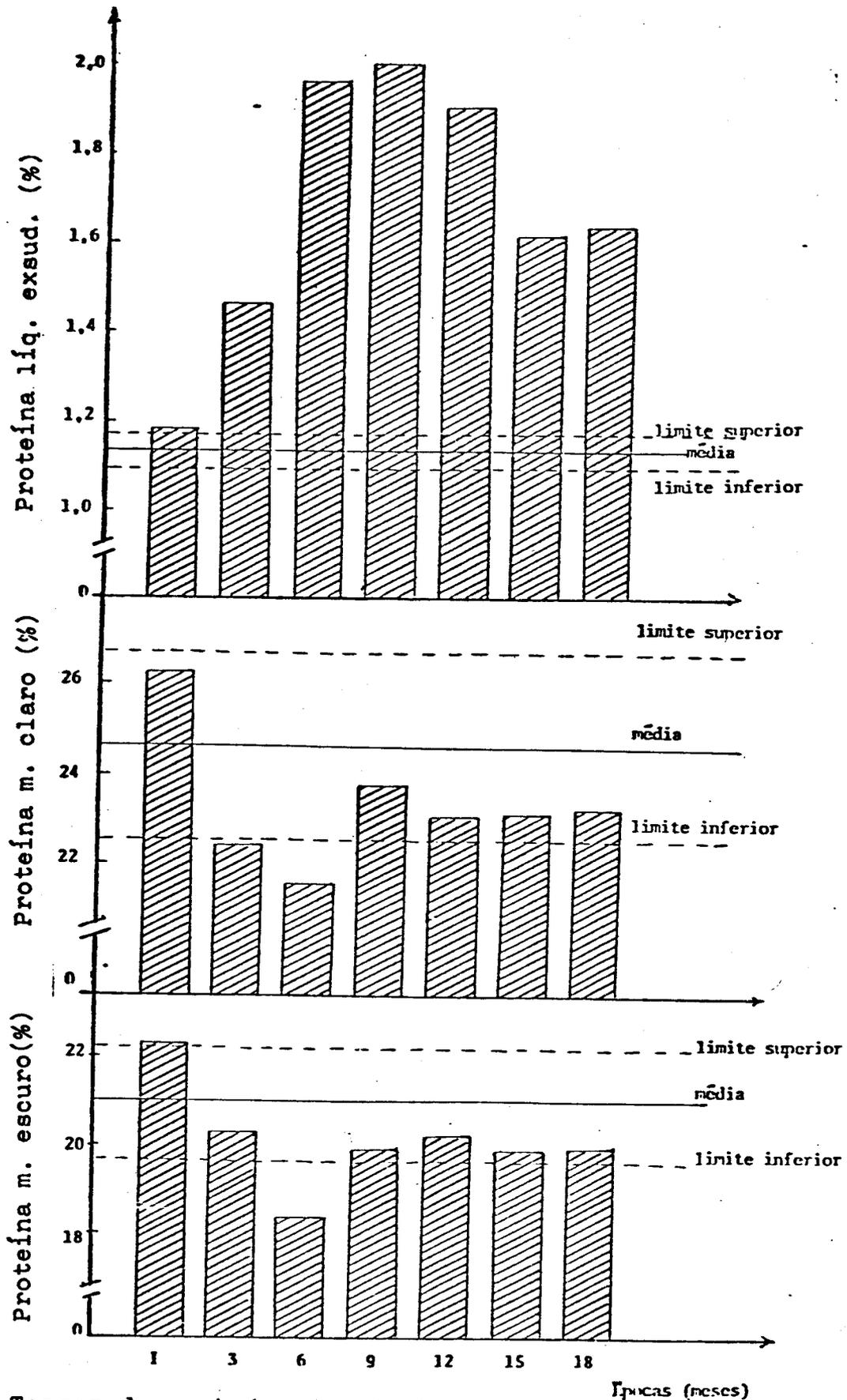


FIGURA 13. Teores de proteína do líquido exsudado no descongelamento, músculo claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.

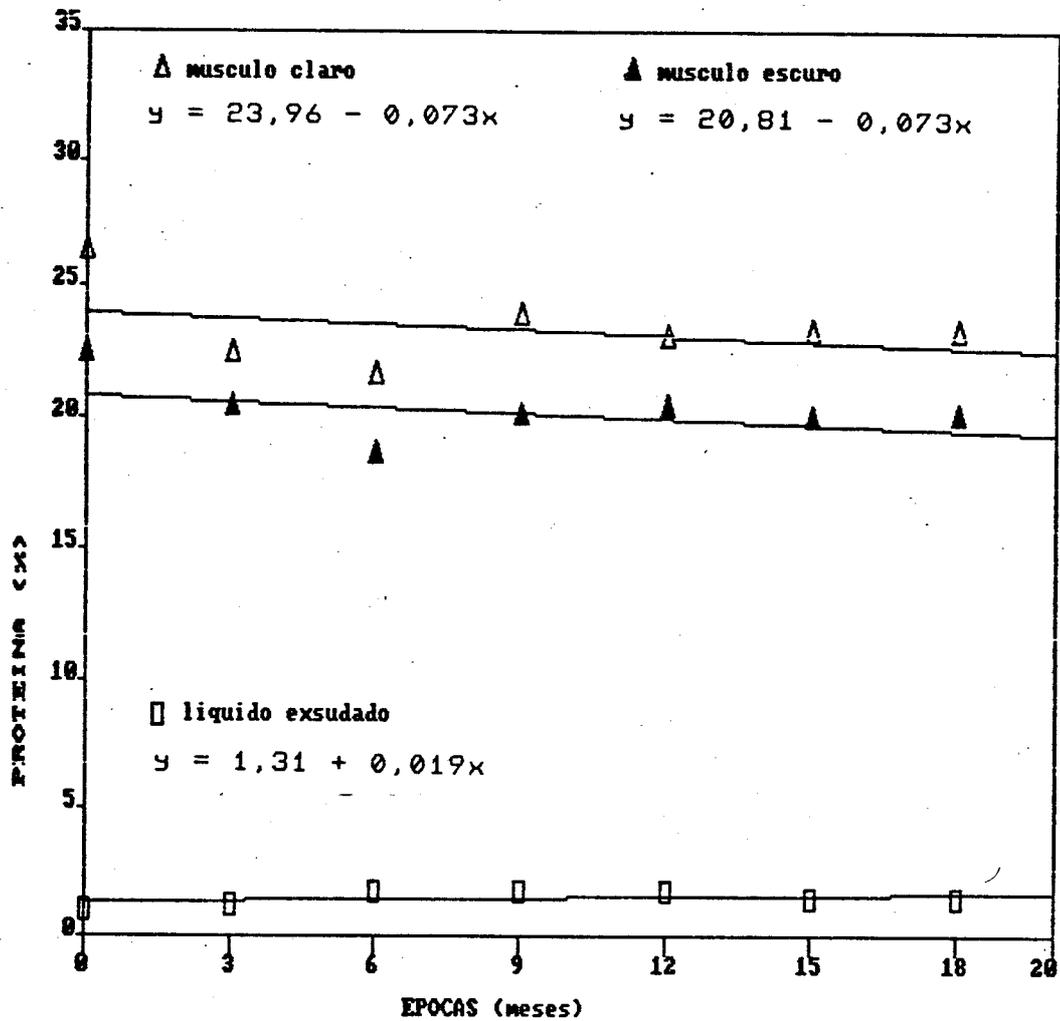


FIGURA 14. Retas e equações de regressão linear para os valores proteína do líquido exsudado no descongelamento, músculo claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.

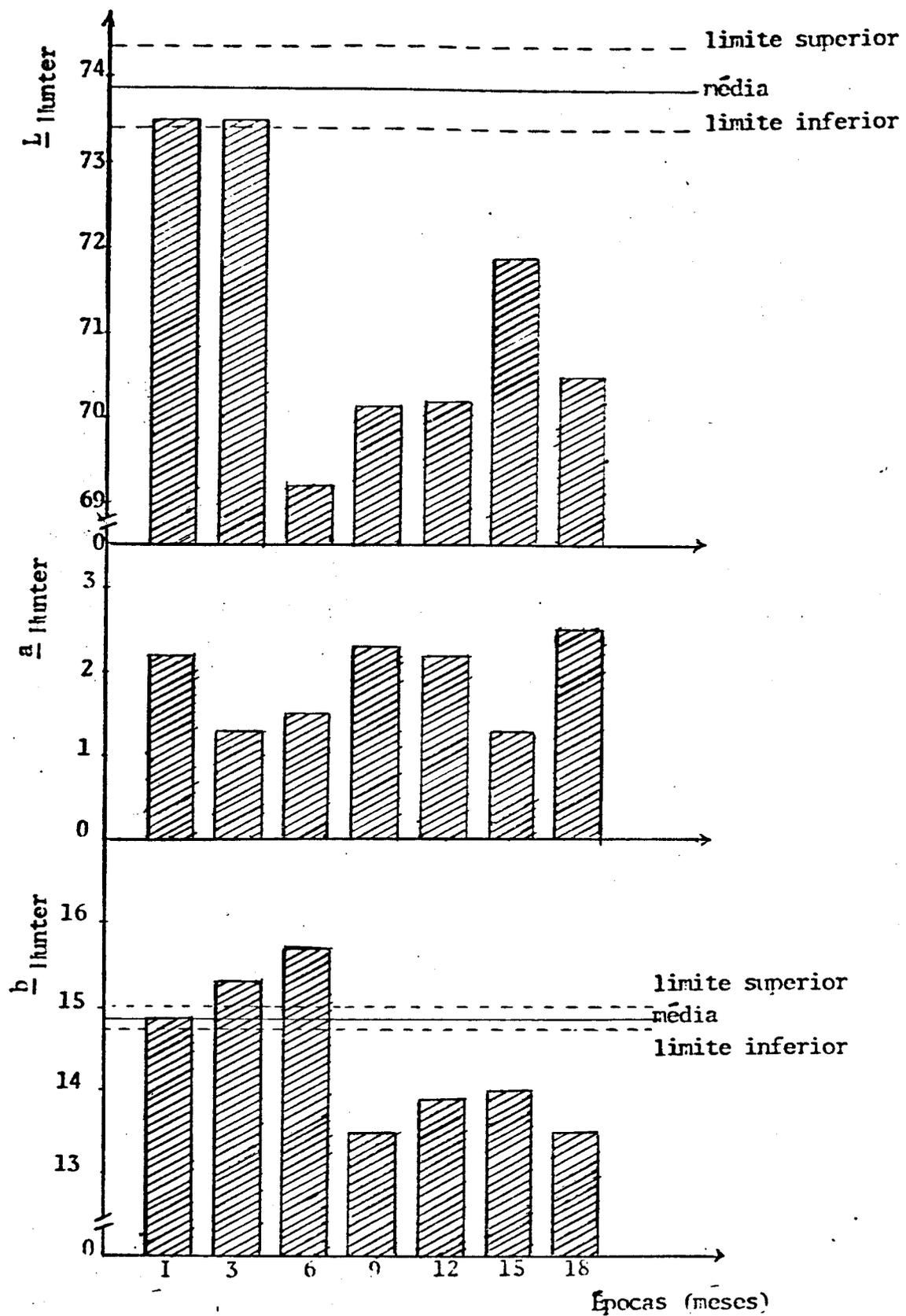


FIGURA 15. Coloração do músculo claro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.

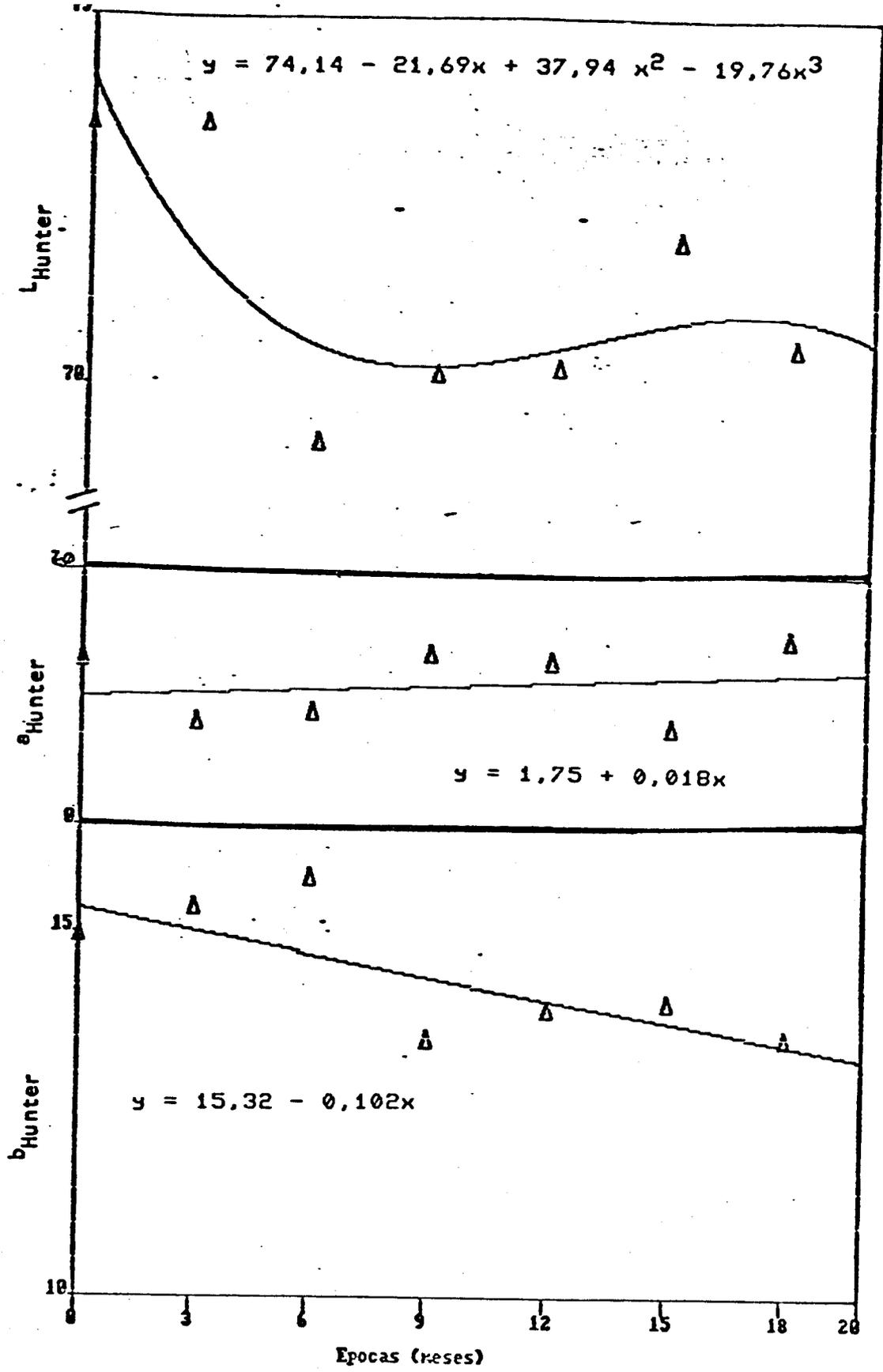


FIGURA 16. Retas e equações de regressão para os parâmetros de cor do músculo claro de aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.

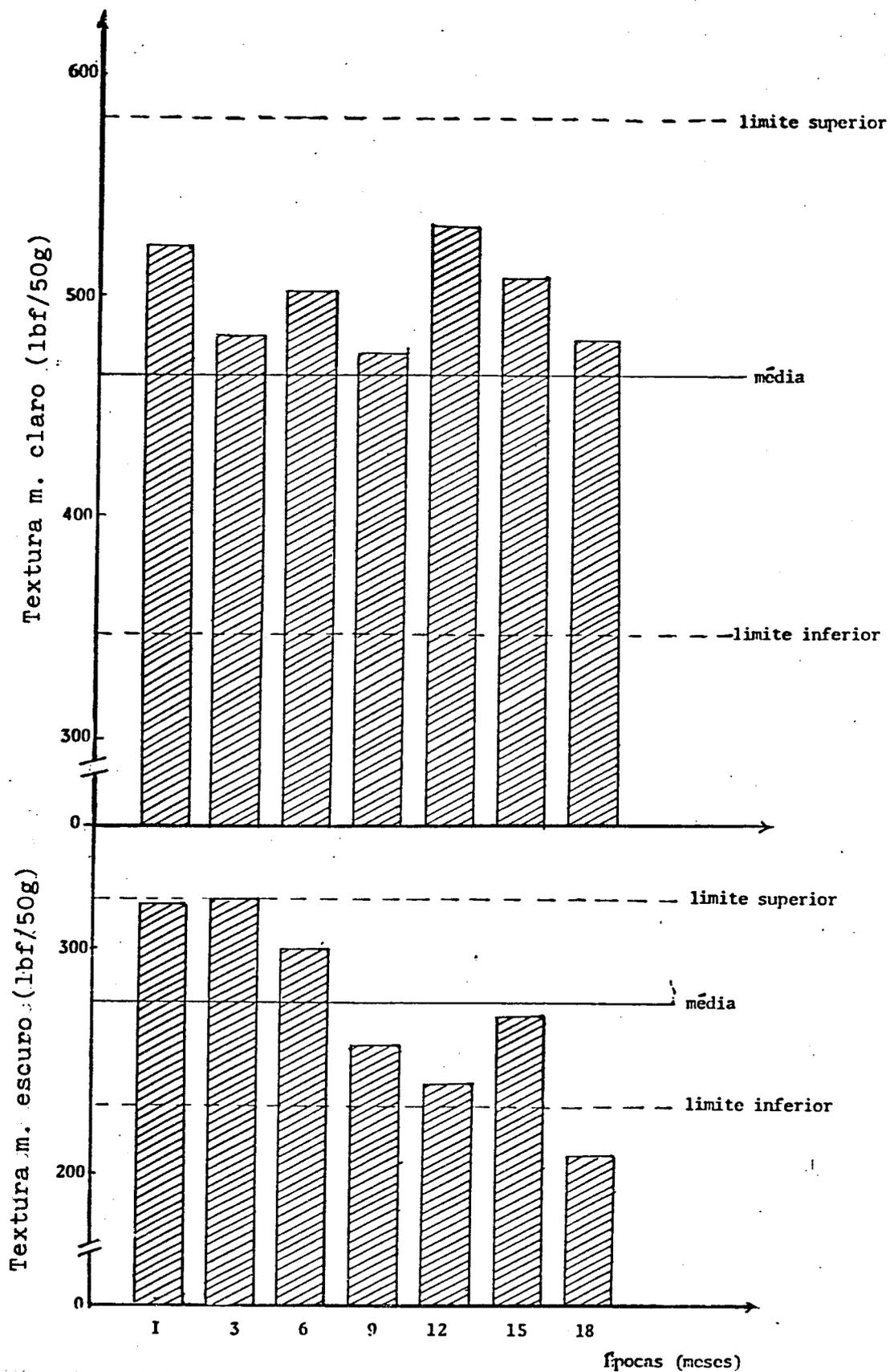


FIGURA 17. Valores de textura dos músculos claro e escuro de aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.

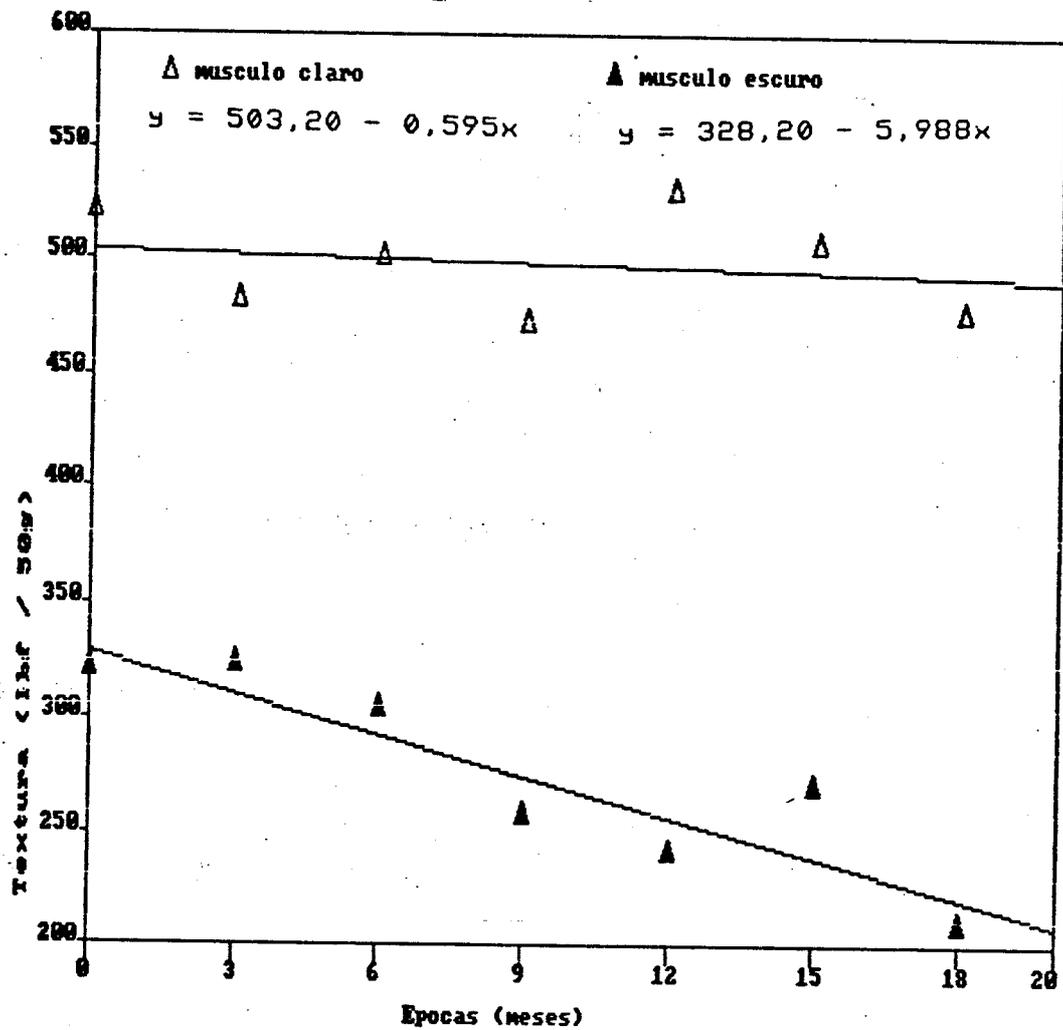


FIGURA 18. Retas e equações de regressão linear para os valores de textura dos músculos claro e escuro de aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.

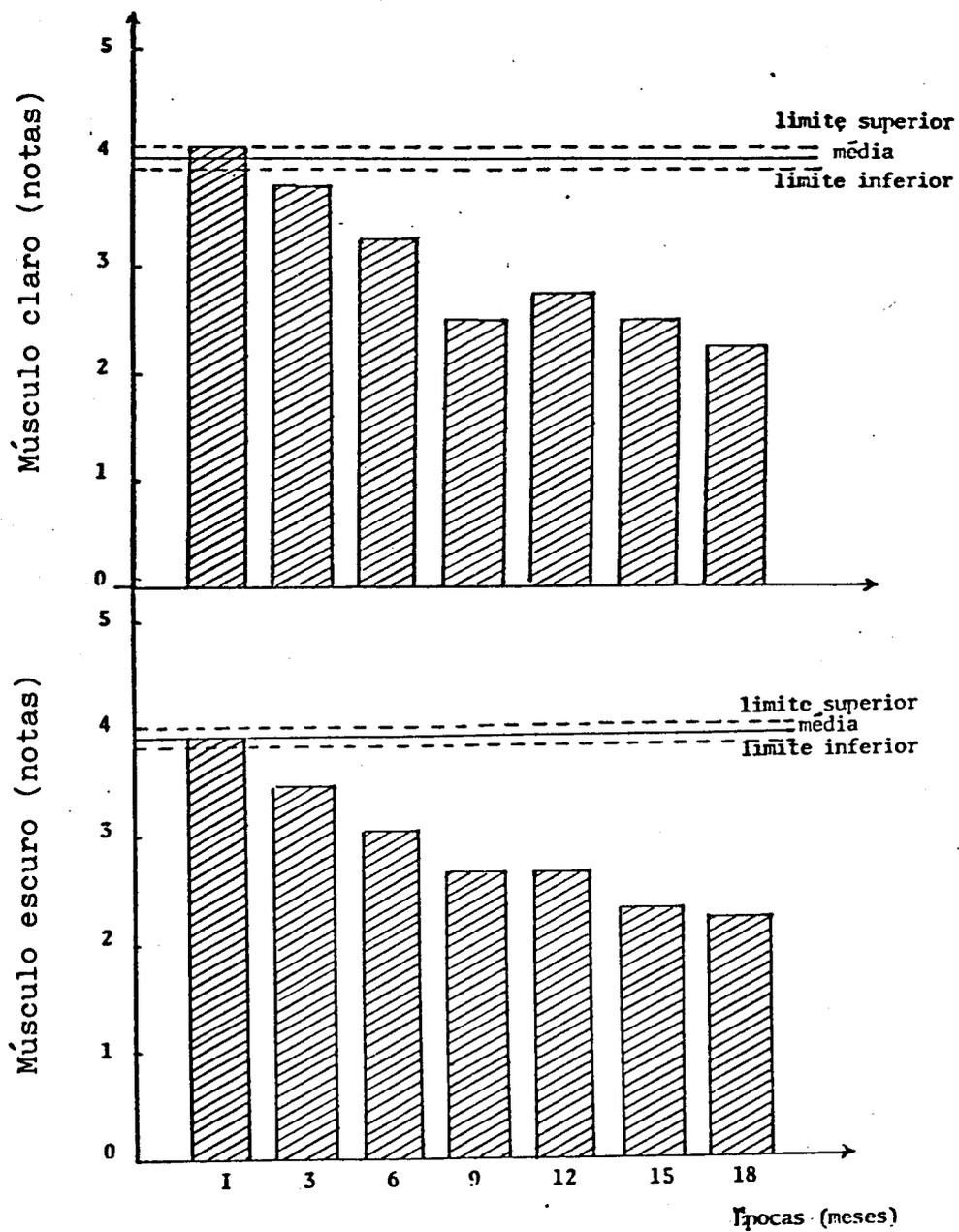


FIGURA 19. Avaliações organolépticas do parâmetro odor dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.

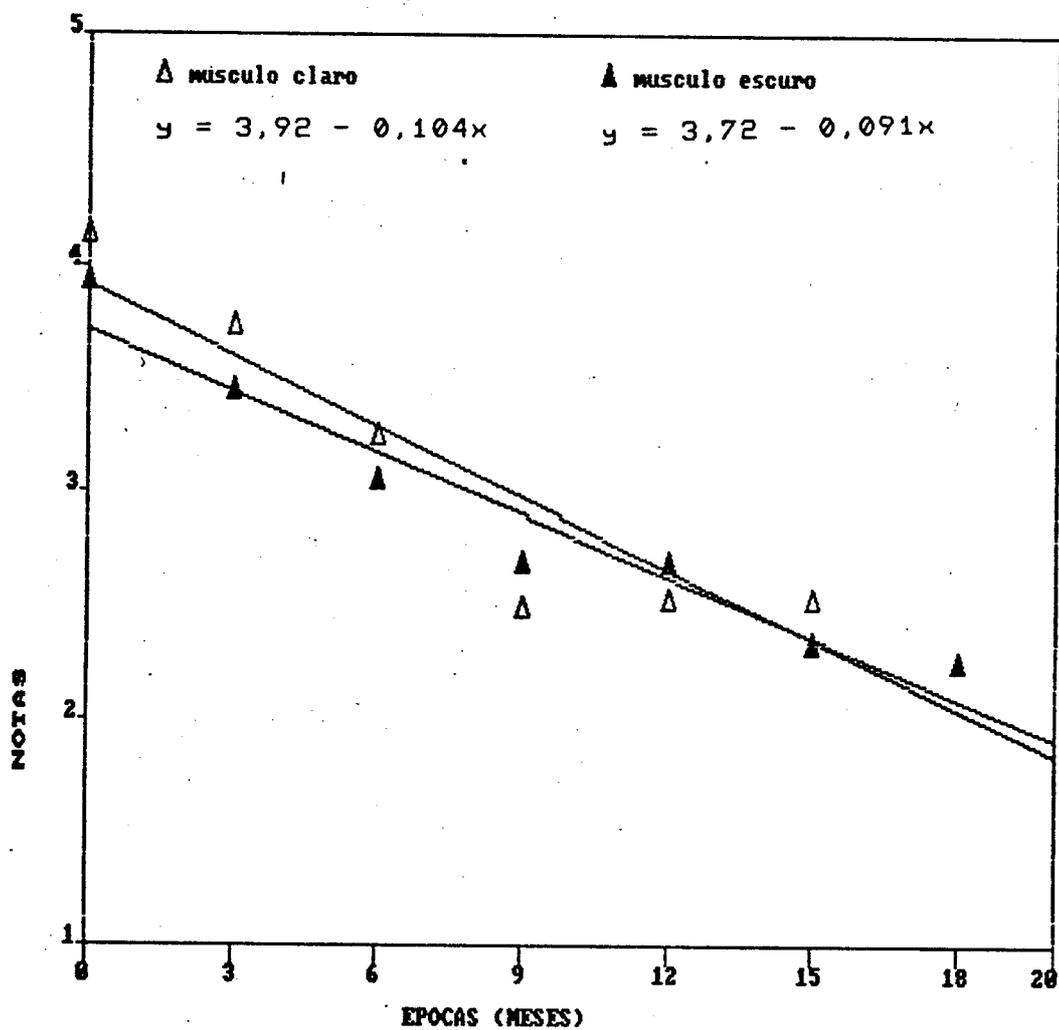


FIGURA 20. Retas, e equações de regressão linear das avaliações organolépticas do parâmetro odor dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.

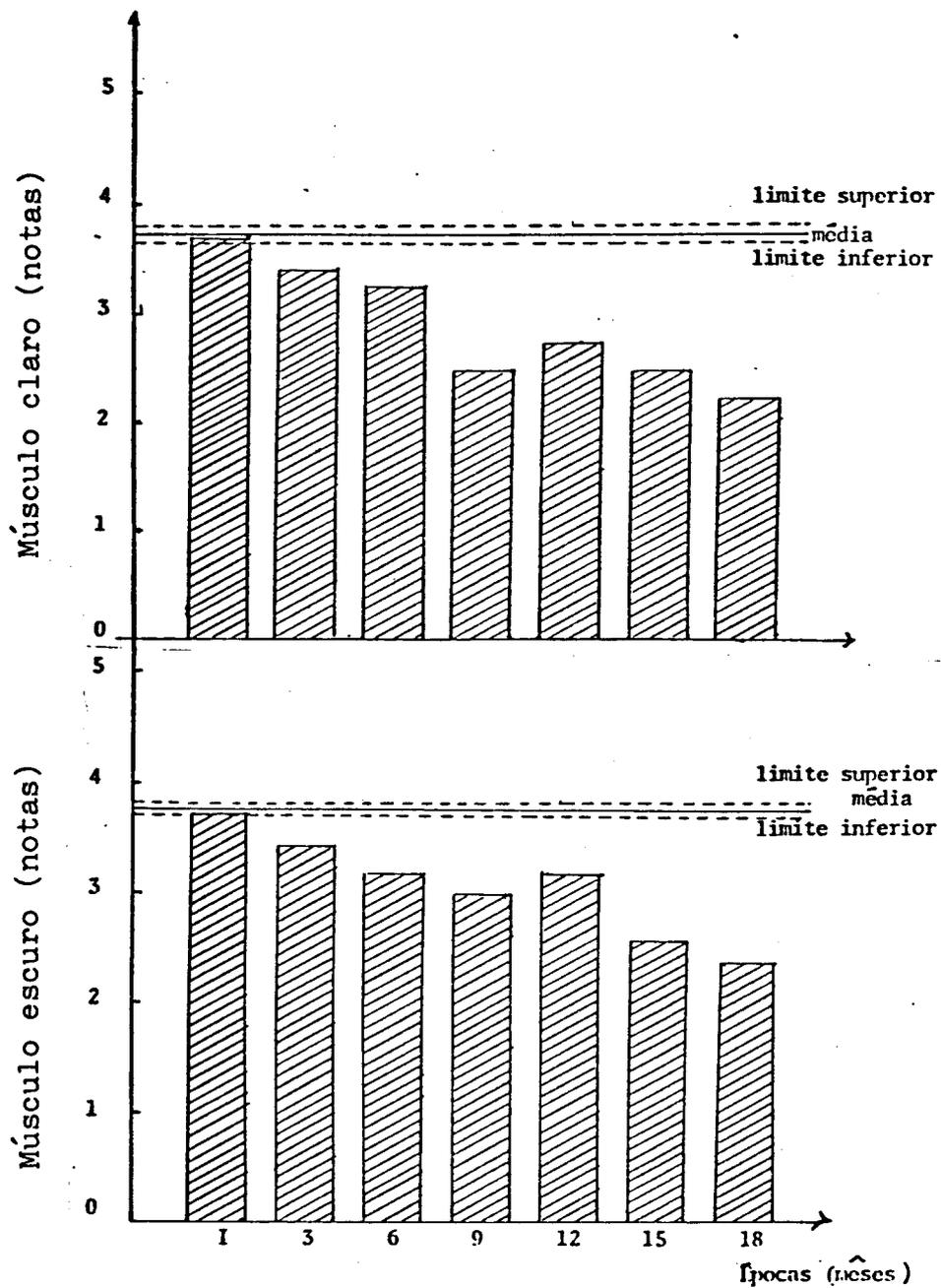


FIGURA 21. Avaliações organolépticas do parâmetro sabor dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.

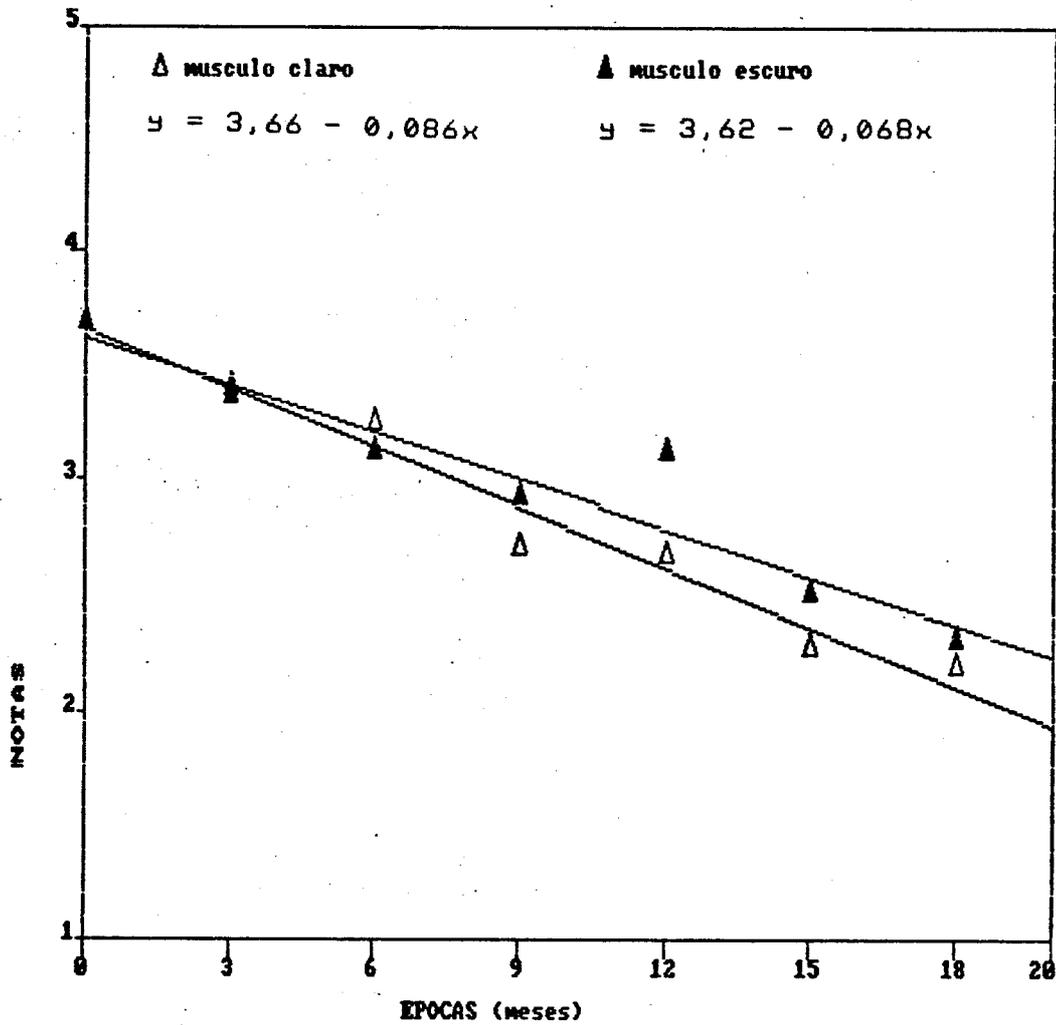


FIGURA 22. Retas e equações de regressão linear das avaliações organolépticas do parâmetro sabor dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.

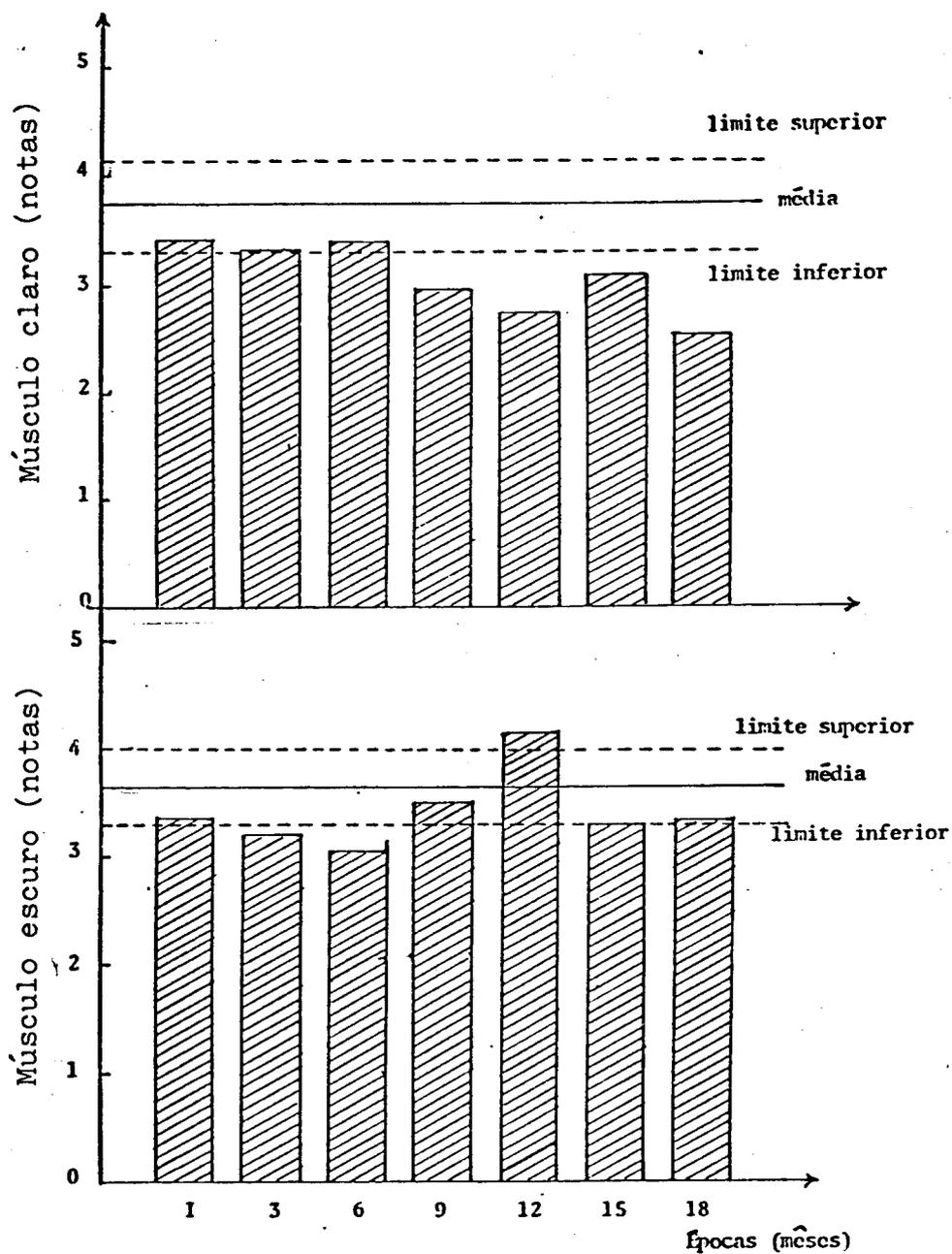


FIGURA 23. Avaliações organolépticas do parâmetro textura dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.

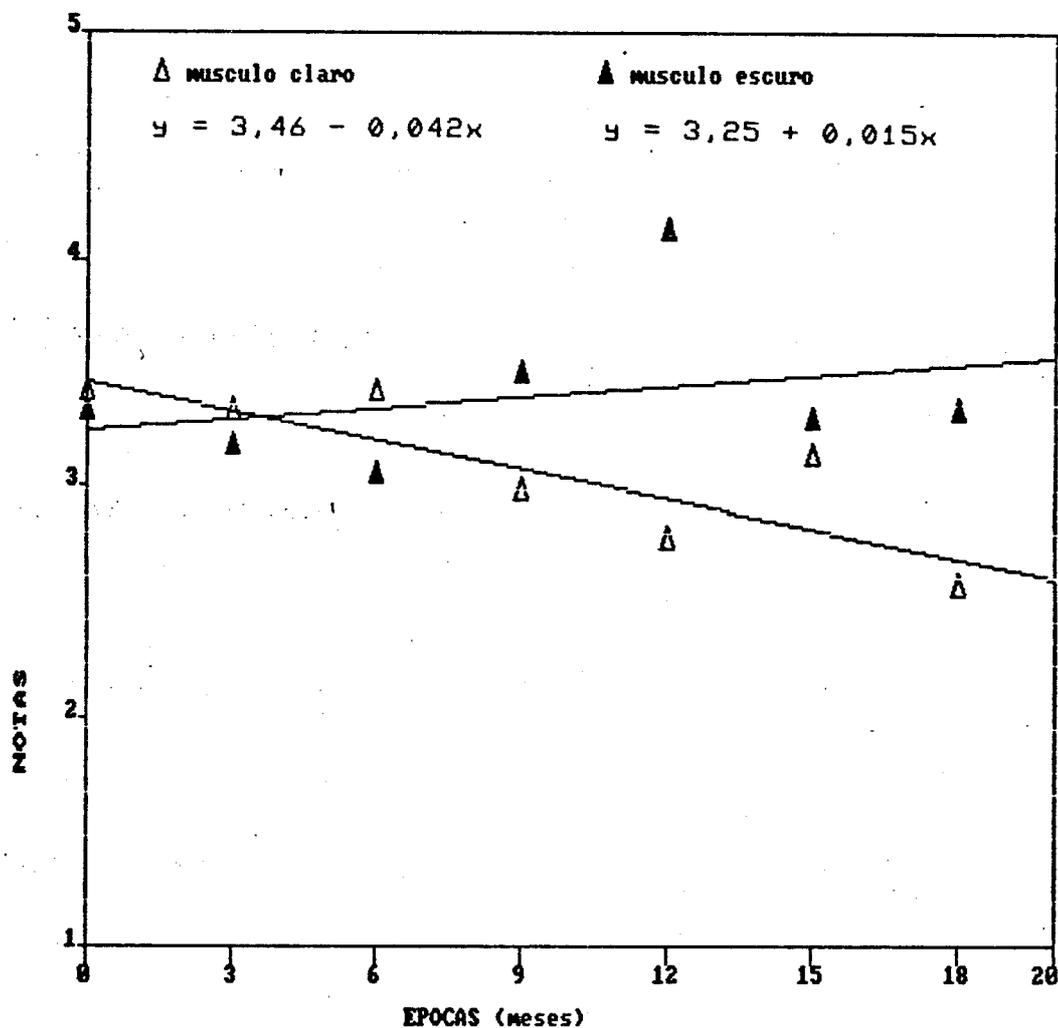


FIGURA 24. Retas e equações de regressão linear das avaliações organolépticas do parâmetro textura dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.

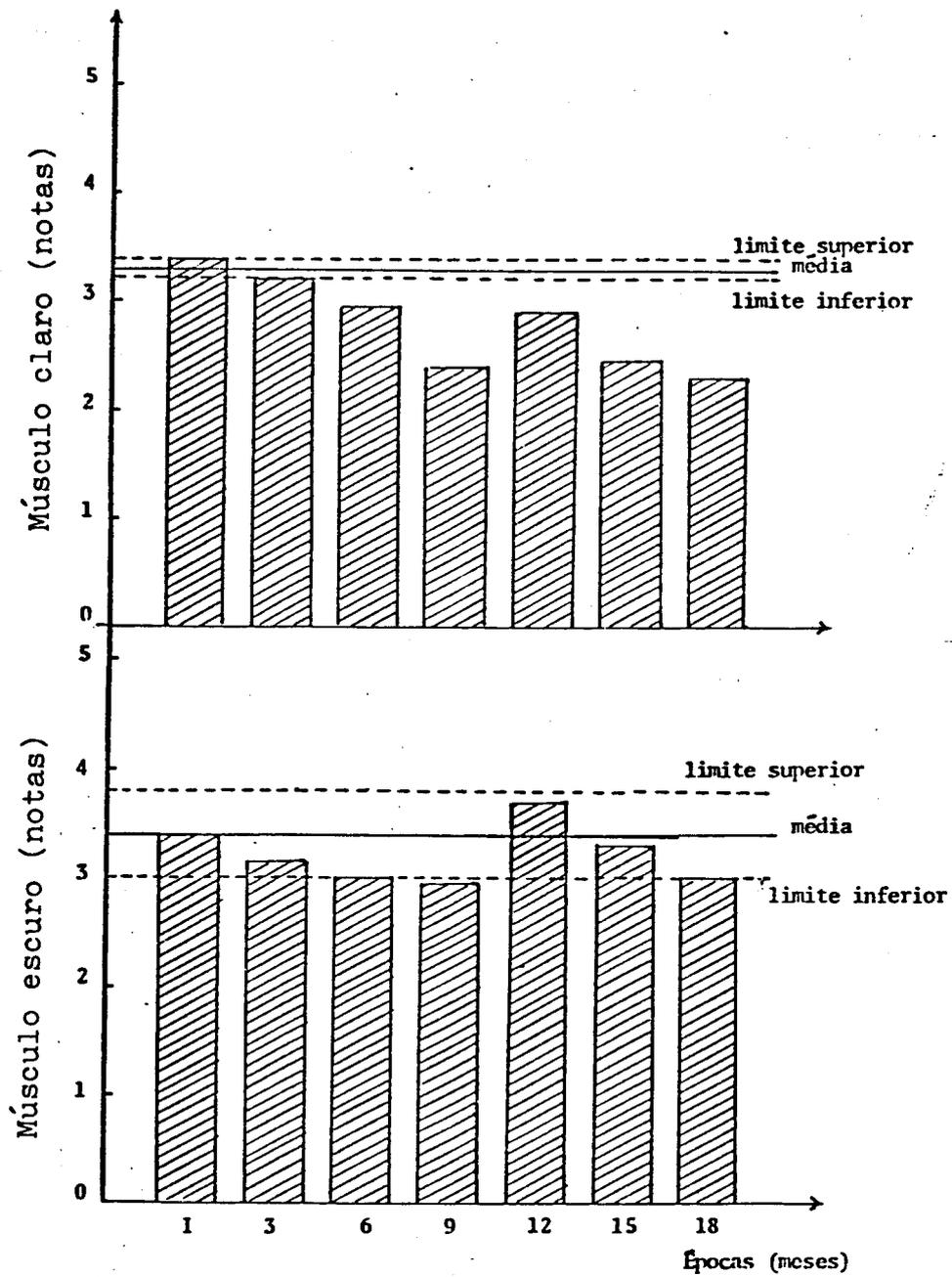


FIGURA 25. Avaliações organolépticas do parâmetro succulência dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.

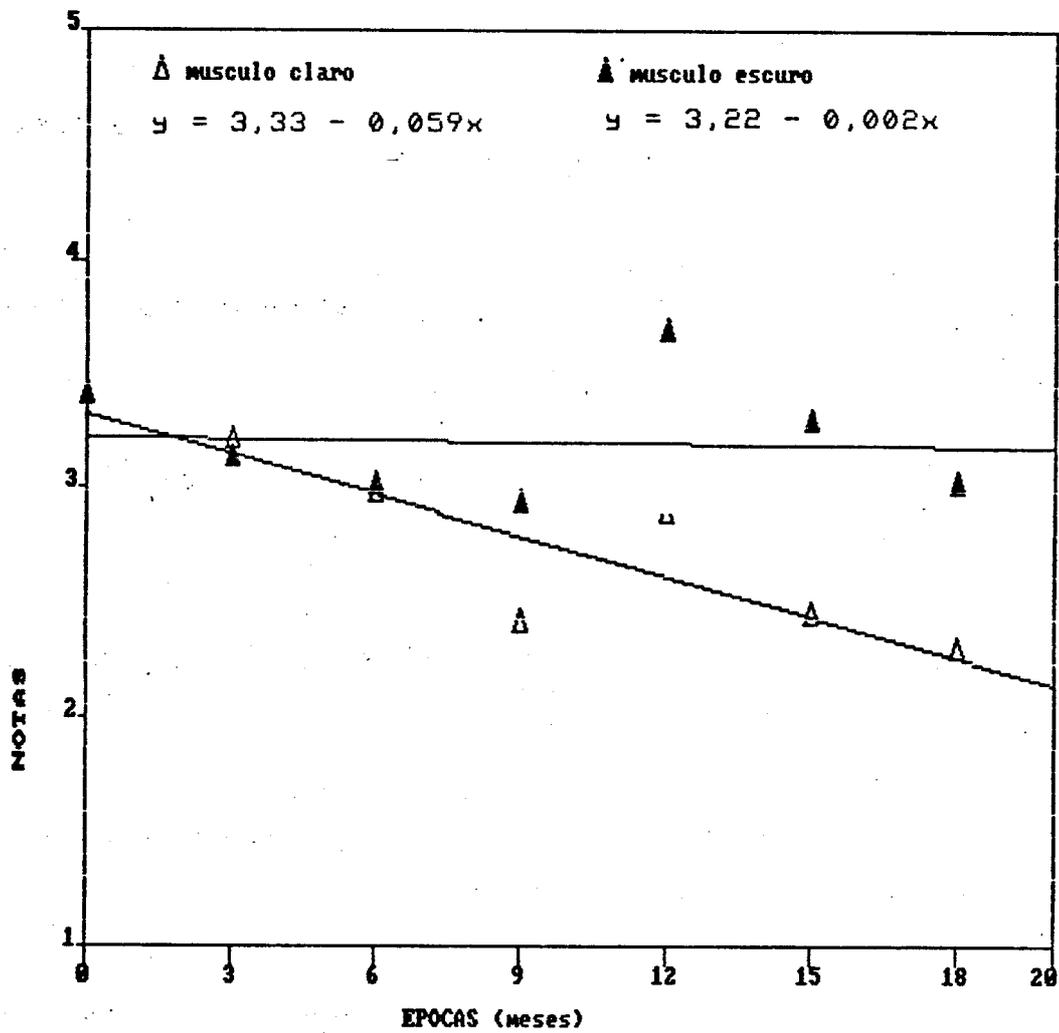


FIGURA 26. Retas e equações de regressão linear das avaliação organolépticas do parâmetro suculência dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.

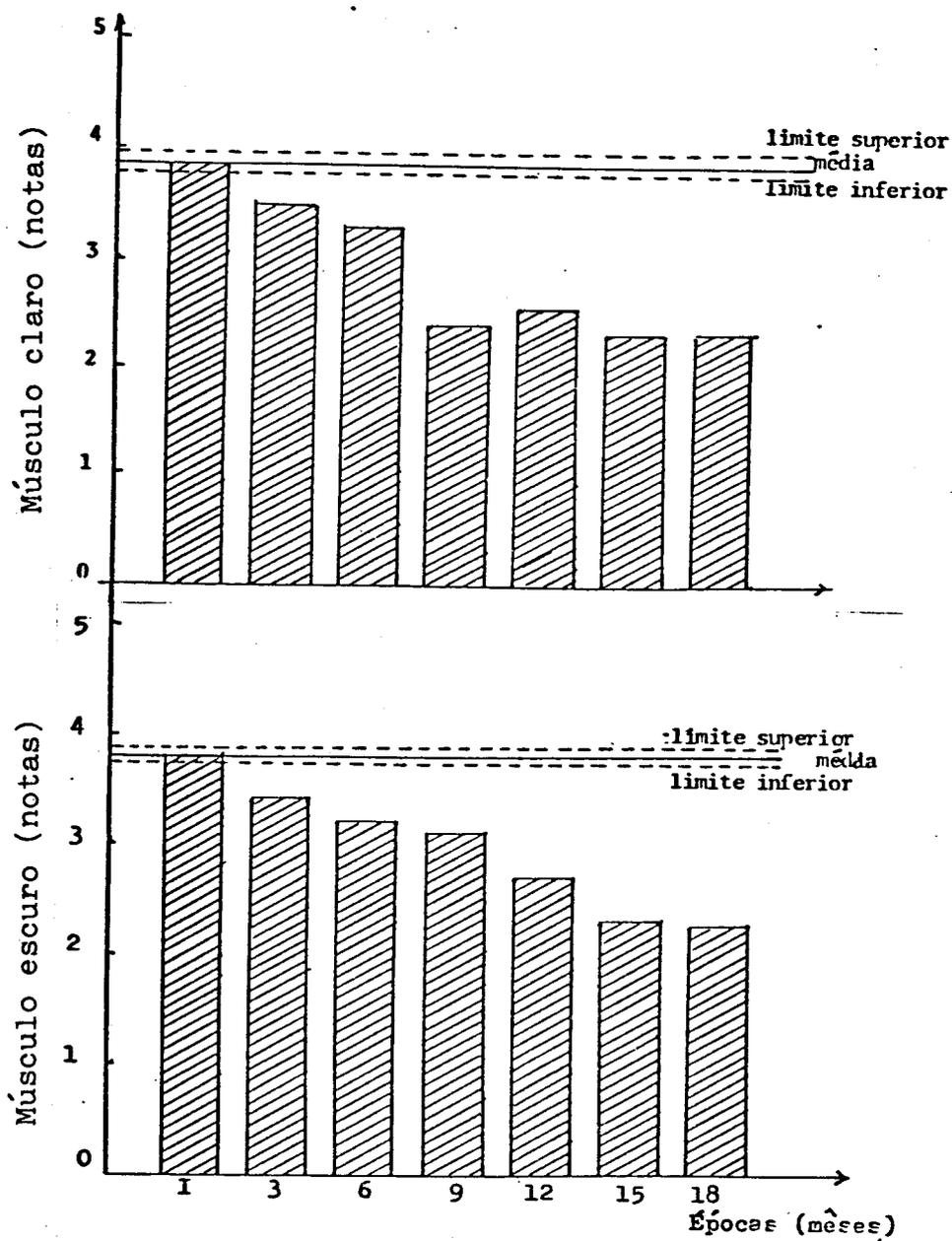


FIGURA 27. Avaliações organolépticas do parâmetro aceitação geral dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.

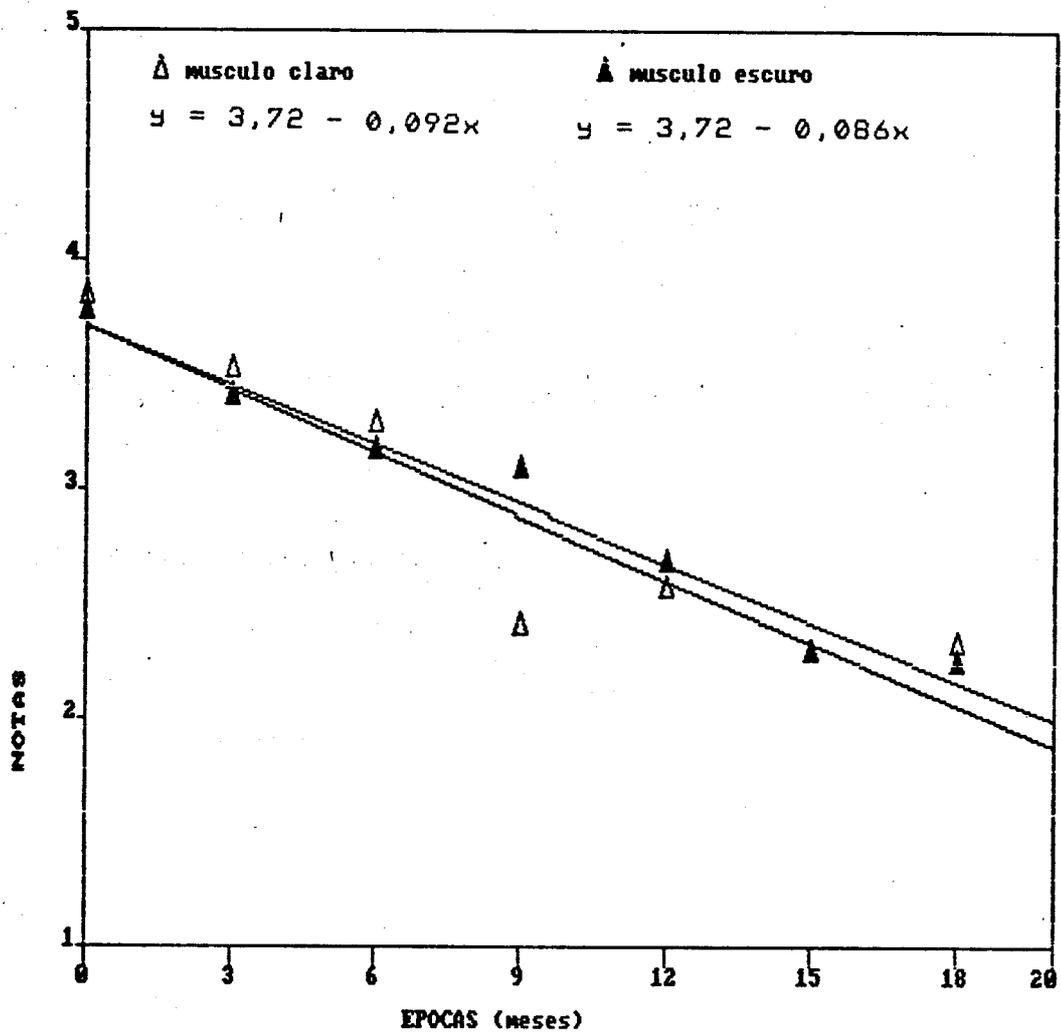


FIGURA 28. Retas e equações de regressão linear das avaliações organolépticas do parâmetro aceitação geral dos músculos claro e escuro das aves submetidas à estocagem congelada (-18°C) por 18 meses.

V. CONCLUSÕES

O presente trabalho permite as seguintes conclusões:

a. Caracterização do produto

- a.1. a perda de líquido por descongelamento, para todos os abatedouros estudados situa-se abaixo do limite máximo e estabelecido pela maioria dos importadores, tendo os valores referentes aos abatedouros A e C diferido estatisticamente do apresentado pelo B.
- a.2. a musculatura de coloração clara (peito) apresenta um pH mais baixo que a escura (coxa e sobre-coxa).
- a.3. os valores de pH do líquido exsudado no descongelamento, músculo claro e escuro dos diferentes abatedouros diferem estatisticamente entre si.
- a.4. o teor protéico da carne clara é mais elevado que o da carne escura.
- a.5. o teor protéico da carne clara e escura provenientes dos 3 abatedouros diferem estatisticamente entre si.
- a.6. a textura do músculo claro é mais firme que a do escuro.

- a.7. a textura (instrumental) do músculo claro do abatedouro C difere estatisticamente dos demais, enquanto que para o escuro verifica-se diferença estatisticamente significativa entre todos.
- a.8. organolepticamente não se observa diferença entre as aves provenientes dos 3 abatedouros quanto ao odor, sabor e aceitação geral, mas sim na textura e suculência, embora estas diferenças não sejam estatisticamente significativas.
- a.9. as diferenças significativas observadas para os vários parâmetros estudados indicam que os abatedouros provavelmente utilizam aves de linhagens, técnicas de manejo de criação e processamento diferenciados.
- b. Alterações decorrentes da estocagem
- b.1. a perda de líquido exsudado no descongelamento aumenta com a estocagem, alcançando o limite máximo permitido pela maioria dos importadores aos 17,6 meses de estocagem a -18°C .
- b.2. o pH do líquido exsudado no descongelamento, musculatura clara e escura não apresenta alterações em função da estocagem.

- b.3. o teor de proteína do líquido exsudado aumenta enquanto o dos músculos diminuem, porém estas alterações não são estatisticamente significativas.
- b.4. a coloração das aves se altera de forma complexa, tornando-as mais escuras, já aos 6 meses de estocagem.
- b.5. os parâmetros objetivos de textura da musculatura clara não se alteram em função da duração da estocagem congelada, porém a da escura sofre um "amaciamento" estatisticamente significativo.
- b.6. o dor e o sabor das aves congeladas diminuem gradativamente a níveis estatisticamente significativos, porém não se detectou odor ou sabor estranho durante todo o período estudado.
- b.7. tanto o odor como o sabor da carne clara são mais sensíveis que o da escura, apresentando taxas de alteração mais elevadas para ambos os atributos.
- b.8. a textura e a suculência da carne clara avaliada organolepticamente apresentam alterações estatisticamente significativas, enquanto que este fenômeno não foi detectado para a musculatura escura.

- b.9. a carne clara apresenta tendência ao endurecimento, enquanto a escura, ao amaciamento.
- b.10. a aceitação geral de ambas as musculaturas diminuiu gradativamente a níveis estatisticamente significativos.
- b.11. a aceitação geral da carne clara é influenciada por todos os atributos organolépticos, enquanto que a da escura, apenas pelo odor e sabor, o que torna a primeira mais sensível à estocagem congelada (-18°C) que a última.
- b.12. O produto foi considerado do ponto de vista organoléptico, ainda aceitável após 18 meses de estocagem à -18°C .

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACTON, J.C.; BOWIE, B.M. & DICK, R.L. Alteration of color properties of dark meat of poultry. Poultry Sci. Champaign, 66, Supl.1: 52,1987.
2. ANÔNIMO. Frango congelado - da avó à mesa do emir. Informação Semanal Cacex, Rio de Janeiro,19(911):4-11,1984.
3. ANÔNIMO. Alimentos. Informação Semanal Cacex, Rio de Janeiro,19(990):6,1986.
4. ASGHAR, A.; GRAY, J.I.; BUCKLEY, D.J.; PEARSON, A.M. & BOOREN, A.M. Properties on warmed-over flavor. Fd. Techn., Chicago, 42(6):102-108, 1988.
5. BERAQUET, N.J. Informações verbais.
6. BOROWSKI, J.; KOZIKOWSKI, W.; ROTKIEWICZ, W. & AMAROWICZ, R. Influence of cooking methods on the nutritive value of turkey meat. FSTA, Oxon, England, 19(9):191,1987.
7. BRAZHNIKOV, A.M.; MAURENKO, N.P. & VENGER, K.P. Numerical evaluation of changes in quality of poultry meat during cold storage. FSTA, Oxon, England, 19(12):187,1987.

8. CABRAL, A.C.D. & FERNANDES, M.H.C. Aspectos gerais sobre a vida-de-prateleira de produtos alimentícios. Boletim do ITAL, Campinas, 17(4):371-435, 1980.
9. CAMPOS, S.D.S. Qualidade dos alimentos. Boletim da SBCTA, Campinas, (50):1-11, 1979.
10. CAMPOS, S.D.S. Reologia e textura de alimentos. Campinas, ITAL, 1987, 56p. (apost.)
11. COSTÉLL, E. & DURÁN, L. El analisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment., Valencia, 21(1):1-10, 1981.
12. DRBOKHLAV, V. & DRBOKHLAVA, D. Effect of storage on some quality indices of broiler meat. FSTA, Oxon, England, 19(12):187, 1987.
13. FELÍCIO, P. E. Relato de viagem ao Canadá. Alimentos e Tecnologia, São Paulo, (8):95-97, 1986.
14. FERREIRA, V.L.P. Principios e aplicações da colorimetria em alimentos. Instruções Técnicas nº19, ITAL, Campinas, 1981.
15. FOEDGING, E.A. Thermally induced changes in muscle proteins. Fd. Techn. Chicago, 42(6):58-64, 1988.

16. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Manuals of food quality control. 3. Commodities. Food and Nutrition Paper. Roma Food and Agriculture Organization of the United Nations: 187-189, 1979.
17. GOMES, F.P. Curso de Estatística Experimental. Piracicaba, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", 10^a edição, 1982, 430p.
18. GOODWIN, T.L. The influence of strain on the tenderness of twenty six week old turkey. Poultry Sci, Champaign, 44(3): 594-596, 1965.
19. GUTSCHMIDT, J. The storage life of frozen chicken with regard to the temperatura in the cold chain. Lebensmitt-Wiss. Technol, Zurich, 7(3): 137-144, 1974.
20. HENRICKSON, R.L. Meat, Poultry and Seafood Technology. New Jersey, Prentice Hall, 1978, 276p.
21. HORWITZ, W. (ed.). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Washington, A.O.A.C. 12th ed., 1975, 1094p.
22. INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS. Shelf life of foods. Fd. Techn., Chicago, 28(8): 44-47, 1974.

23. JANKY, D.M. ; ARAFA, A.S. ; OBLINGER, J.L. ; KOBURGER, J.A. & FLETCHER, D.L. Sensory, physical and microbiological comparison of brine-chilled, water-chilled and hot-packaged (not chilled) broilers. *Poultry Sci.*, Champaign, 61(4):417-421, 1978.
24. JANKY, D.M. ; KOBURGER, J.A. & OBLINGER, J.L. A comparison of brined and unbrined broiler carcass halves for tenderness. *Poultry Sci.*, Champaign, 61(4):716-718, 1982.
25. JANKY, D.M. ; CARPENTER, M.D. ; FLETCHER, D.L. ; ARAFA, A.S. ; KOBURGER, J.A. & WEST, R.L. Physical characteristics of *Pectoralis superficialis* from brine-chilled broiler carcasses. *Poultry Sci.*, Champaign, 62(3):433-436, 1983.
26. JANKY, D.M. The use of the Minolta Reflectance Chroma Meter IITM for pigmentation evaluation of broiler shanks. *Poultry Sci.*, Champaign, 65(3):491-496, 1986.
27. KATZ, I. Meat flavor, s.n.t.
28. KRAMER, A. & TWIGG, B.A. Quality Control for the Food Industry. Vol. 1. Fundamentals. Westport, AVI, 1970, 556p.
29. LABUZA, T.P. Shelf-life dating of foods. Westport, Food & Nutrition Press, Inc., 1982, 500p.

30. LARMOND, E. & MORAN Jr., E.T. Effect of finish grade and internal basting of the breast with oil on sensory evaluation of small white toms. *Poultry Sci.*, Champaign, **62**(6): 1110-1112, 1983.
31. LOURENÇO FILHO, R.C.B. *Controle Estatístico de Qualidade*. Rio de Janeiro, L.T.C. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1984, 223p.
32. LYON, C.E.; TOWNSEND, W.E. & WILSON Jr, R.L. Objective color values of non-frozen broiler breasts and thighs. *Poultry Sci.*, Champaign, **55**(4):1307-1312, 1976.
33. MAKI, A.A. & FRONING, G.W. Effect on the Quality Characteristics of turkey breast muscle of tumbling whole carcass in the presence of salt and phosphate. *Poultry Sci.*, Champaign, **66**(7):1180-1183, 1987.
34. MARION, J.E. & PETERSON, R.A. Composition, Pigmentation and Yield by Parts of Different Brands of Broilers in Grocery Stores. *Poultry Sci.*, Champaign, **66**(7):1174-1179, 1987.
35. MORAES, M.A.C. *Avaliação Sensorial e Reológica de Carne de Aves. Influência da congelação e da suplementação alimentar com lecitina de soja sobre a textura*. Tese de Doutorado - Campinas, FEA / UNICAMP, 1976, 136p.

36. MORAN Jr., E.T. Effect of Freezing and Marginal Finish Differences of Preparation of Chicken Broiler Carcass by Pressurized Deep-fat Frying. *Poultry Sci. Champaign*, 58(2):355-360, 1979.
37. MORAN Jr., E.T. & LARMOND, E. Carcass Finish and Breast Internal Oil Basting Effects on Oven and Microven Prepared Small Toms: Cooking Characteristics, Yields and Compositional Changes. *Poultry Sci., Champaign*, 60(6):1229-1244, 1981.
38. MORI, E.E.M., FIGUEIREDO, I.B. & SHIROSE, I. Estudo de carcaças de frango de corte alimentados com um novo produto desenvolvido pela Cyanamid, por meio de testes organolépticos, de maciez e de composição química. Relatório Final, Campinas, ITAL, 1986, 25p. (dados não publicados).
39. OBLINGER, J.L.; JANKY, D.M. & KOBURGER, J.A. The effect of water soaking, brinning and working procedure on tenderness of broilers. *Poultry Sci, Champaign*, 55(4):1494-1497, 1976.
40. OBANU, Z. A.; OBLOHA, F.C.; NWOSU, C.C. & NWOFOR, W.E. Evaluation of the Organoleptic and Chemical Characteristics of meat from chickens. *World Review of Animal Production, Roma*, 20(4):53-58, 1984.

41. PENG, I.C.; LARSEN, J.E.; STALDELMAN, W.J.; JONES, D.J. & TONKINSON, L.V. Processing Yields and Meat Flavor of Broilers Fed a Mixture of Narasin and Nicarbazin as an Anticoccidial agent. *Poultry Sci.*, Champaign, 66(8):1341-1345, 1987.
42. RITCHEY, S.J. & HOESTELER, R.L. Characterization of the eating quality of beef muscles from animals of different ages by panel scores, shear force values, extensibility of muscles fibers and collagen content. *Food Technol.*, Chicago, 18(7):1067-1070, 1964.
43. SAMS, A.R.; DUKES, M.G. & JANKY, D.M. Tenderness and Sensory Evaluation of Pectoralis superficialis from Broilers Chilled in Potassium Chloride, Sodium Chloride or Neobakasal Salt Substitute. *Poultry Sci.*, Champaign, 65(4):738-741, 1986.
44. SCHNEIDER, I.S. *Processamento Industrial de Aves e seus Subprodutos*. São Paulo, Ed. Brasil de Agricultura, S.A., 1973, 100p.
45. SCHRODTER, R.; SCHLIEMANN, S. & WOLM, G. Lipid oxidation products and their importance in the formation of meat aroma. *Die Nahrung*, 30(8):799-808, 1986.
46. SGARBIERI, V.C. *Modificações químicas e físicas das proteí-*

nas dos alimentos durante o processamento. *Alimentação*, São Paulo, (56):6-21,1981.

47. SHERMAN, P. Structure and Textural Properties of Foods. in: KRAMER, A. & SZCZNESKIAK, A.S.(ed.). *Texture Measurement of Foods*. Dordrecht, Holland, D. Riedel Publishing Co., 1973,pg 52-70.
48. SHIMOKOMAKI, M. Textura da carne. *Boletim do Ital*, Campinas, 33:43-56,1973.
49. SILVEIRA, E.T.F. Informações verbais.
50. SIMPSON, M.D. & GOODWIN, T.L. Comparison between shear values and taste panel scores for predicting tenderness of broilers. *Poultry Sci.*,Champaign,53(6):2042-2046,1974.
51. SMITH, D.P.; LYON, C.E. & FLETCHER, D.L. Comparison of the Allo-Kramer Shear and Texture Profile Methods of broiler breast meat texture analysis. *Poultry Sci.*Champaign,67(11):1557-1567,1988.
52. SINGH, R.P. & HELDMAN, D.R. Quality Changes in Frozen Foods. in: *American Society of Agricultural Engineers*. Chicago, ASAE, december:13-16,1983.

53. TOSHIBA AMERICA, INC. Instant Gourmet Cookery Toshiba Electronic Oven. Flushing, New York, USA, s.d.
54. UNEF. União dos Exportadores de Frango. Informações verbais.
55. WEISS, G.H. Commercial Processing of Poultry. Park Ridge, New Jersey, USA, Noyes Data Corporation, , 1976, 254p.