

---

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**CARNE SUÍNA REESTRUTURADA PRÉ-COZIDA E  
CONGELADA: EFEITO DOS MÉTODOS DE  
CONGELAMENTO, REDUÇÃO DE GORDURA E  
SUBSTITUIÇÃO DE PERNIL POR PALETA SUÍNA**

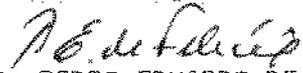
Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos pela  
Química Industrial *Maria Regina Sarkis Peixoto* para obtenção do  
título de Mestre em Tecnologia de Alimentos sob a orientação do  
*Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício*

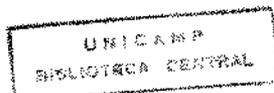
PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por MARIA REGINA SARKIS PEIXOTO e aprovada pela Comissão Julgadora em 08.08.96.

CAMPINAS, AGOSTO DE 1996

Campinas, 08 de agosto de 1996

  
PROF.DR. PEDRO EDUARDO DE FELICIO  
Presidente da Banca

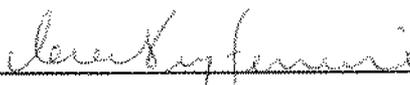


BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício  
(orientador)



---

Dra. Vera Lúcia Pupo Ferreira  
(Membro)



---

Prof. Dra. Maria do Carmo Guedes  
(Membro)

---

Prof. Dra. Maria Helena Damasio  
(Membro)

**A meus pais**

**Mario José e Maria Estrela**

**Ao meu marido e meus filhos**

**Renato, Renan e Roberto**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente ao Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício pela orientação, dedicação e empenho dispensado no desenvolvimento deste trabalho.

À Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade Estadual de Campinas pela realização do curso de mestrado.

Ao suporte técnico e operacional, principalmente dedicado aos técnicos do laboratório e planta piloto de carnes da Unicamp, particularmente à Engenheira Maria Auxiliadora de Moraes Lisbôa, a Bióloga Judite Lapa Guimarães e ao Técnico José Roberto dos Santos.

Ao Centro de Tecnologia de Carnes, do Instituto de Tecnologia de Alimentos pela imensa colaboração no desenvolvimento desta pesquisa, em particular ao Pesquisador Exedito Tadeu F. Silveira e a Engenheira de Alimentos Katia M. Avelar B. Cipolli.

À Hoechst do Brasil Química e Farmacêutica S.A. pela doação dos envoltórios e "BECAPLUS C4"<sup>®</sup> sem a qual seria impossível a realização desta pesquisa.

À FAPESP pela aprovação de projeto dispensando recursos financeiros para colaboração do desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Centro de Tecnologia de Embalagens de Alimentos, do Instituto de Tecnologia de Alimentos pelas análises realizadas.

Aos meus colegas e funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos pelas ajudas dispensadas durante o desenvolvimento deste trabalho.

A Comissão de Pós Graduação, principalmente em nome do Prof. Dr. Horácio Pessoa pela colaboração na impressão desta Tese.

Finalmente, gostaria de agradecer aos membros da Banca Examinadora pelas sugestões na redação final da Tese.

## SUMÁRIO

	Página
• ÍNDICE DE TABELAS E QUADROS.....	i
• ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
• RESUMO.....	vi
• SUMMARY.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1 - Reestruturados.....	5
3.1.1 - Matéria-prima e Processamento.....	6
3.1.2 - Funcionalidade das proteínas em carnes reestruturadas.....	11
3.1.3 - Rancidez e "Warmed-over Flavor".....	13
3.2 - Baixo teor de gordura e Carragena.....	15
3.3 - Envoltórios artificiais.....	18
3.4 - Embalagem com barreira ao oxigênio.....	20
3.5 - Congelamento rápido.....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4.1 - MATERIAL.....	23
4.1.1 - Matérias-primas.....	23
4.1.2 - Ingredientes.....	23
4.1.3 - Equipamentos utilizados.....	24
4.1.4 - Instrumentos para análises.....	24

4.1.5 - Reagentes.....	25
4.2 - METODOLOGIA.....	25
4.2.1 - Pré-experimento.....	25
4.2.2 - Experimentos.....	26
4.2.2.1 - Experimento 1.....	26
4.2.2.2 - Experimento 2.....	30
4.2.2.3 - Experimento 3.....	33
4.3 - Análises Químicas.....	36
4.3.1 - Umidade.....	36
4.3.2 - Lipídios totais.....	36
4.3.3 - Proteínas.....	36
4.3.4 - Cinzas.....	36
4.3.5 - TBA.....	37
4.4 - Análises Químicas Rápidas.....	38
4.4.1 - Umidade em forno de microondas.....	38
4.4.2 - Gordura pelo método Babcock.....	38
4.5 - Análises Físicas.....	39
4.5.1 - Cor Objetiva.....	39
4.5.2 - Textura Objetiva.....	39
4.6 - Avaliação Sensorial.....	39
4.7 - Análise de Custo.....	46
4.8 - Análise Estatística dos Resultados.....	46
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47

5.1 - Experimento 1.....	47
5.1.1 - Rendimento e Custo.das Formulações.....	47
5.1.1.1 - Rendimento.....	47
5.1.1.2 - Custo.....	48
5.1.2 - Composição Centesimal.....	49
5.1.3 - Análise de TBA.....	50
5.1.4 - Textura.....	52
5.1.4.1 - Textura Objetiva.....	52
5.1.4.2 - Maciez Subjetiva.....	54
5.1.5 - Suculência.....	57
5.1.6 - Sabor.....	59
5.1.7 - Aceitação Global.....	61
5.1.8 - Medida Objetiva da Cor.....	63
5.1.8.1 - Luminosidade.....	63
5.1.8.2 - Intensidade de Vermelho.....	64
5.1.8.3 - Intensidade de Amarelo.....	65
5.2 - Experimento 2.....	66
5.2.1 - Rendimento e Custo.das Formulações.....	66
5.2.1.1 - Rendimento.....	66
5.2.1.2 - Custo das Matérias-primas.....	67
5.2.2 - Composição Centesimal.....	68
5.2.3 - Medida Objetiva da Cor.....	69
5.2.3.1 - Luminosidade.....	69

5.2.3.2 - Intensidade de Vermelho.....	70
5.2.3.3 - Intensidade de Amarelo.....	72
5.2.4 - Textura Objetiva.....	73
5.2.5 - Avaliação Sensorial.....	75
5.3 - Experimento 3.....	76
5.3.1 - Composição Centesimal.....	76
5.3.2 - Medida Objetiva da Cor.....	77
5.3.2.1 - Luminosidade.....	77
5.3.2.2 - Intensidade de Vermelho.....	78
5.3.2.3 - Intensidade de Amarelo.....	79
5.3.3 - Textura Objetiva.....	80
5.3.4 - Valores TBA.....	81
5.3.5 - Avaliação de Sabor.....	83
5.3.5.1 - Sabor Característico , Sabor Estranho e WOF.....	83
6. CONCLUSÕES.....	85
7. BIBLIOGRAFIA.....	86

## ÍNDICE DE TABELAS E QUADROS

	Página
• TABELAS	
1. Formulação do tratamento A.....	28
2. Formulação do tratamento B.....	28
3. Formulação do tratamento 2.....	31
4. Formulação do tratamento 3.....	31
5. Formulação utilizada no experimento 3.....	34
• QUADROS	
1. Rendimento dos tratamentos A e B, nas etapas de processamento.....	47
2. Custo das matérias-primas dos tratamentos A e B.....	48
3. Composição centesimal média dos tratamentos A e B....	49
4. Concentração de malonaldeído e absorbâncias para à curva padrão.....	51
5. Valor TBA para os tratamentos A e B.....	52
6. Amplitude de variação, médias e desvios para o pico 1 dos tratamentos A e B.....	53
7. Amplitude de variação, médias e desvios para a força máxima dos tratamentos A e B.....	54
8. Médias de maciez subjetiva para os reestruturados dos tratamentos A e B.....	55
9. Médias da suculência para os reestruturados dos tratamentos A e B.....	57
10. Médias do sabor para os reestruturados dos tratamentos A e B.....	59
11. Média da aceitação global para os reestruturados dos tratamentos A e B.....	61

12. Médias e desvio-padrão da Luminosidade ( $L_H$ ) dos tratamentos A e B antes e após o aquecimento.....	63
13. Médias e desvio-padrão da intensidade de vermelho ( $a_H$ ) dos tratamentos A e B antes e após o aquecimento.....	65
14. Médias e desvio-padrão da intensidade de amarelo ( $b_H$ ) dos tratamentos A e B antes e após o aquecimento.....	65
15. Rendimentos nas diversas etapas de processamento dos tratamentos 1, 2 e 3.....	67
16. Custo das matérias-primas cárneas dos tratamentos 1, 2 e 3.....	68
17. Composição centesimal média dos tratamentos 1, 2 e 3.....	68
18. Médias e desvio-padrão da Luminosidade ( $L_H$ ) dos tratamentos 1, 2 e 3 antes e após o aquecimento.....	70
19. Médias e desvio-padrão da intensidade de vermelho ( $a_H$ ) dos tratamentos 1, 2 e 3 antes e após o aquecimento.....	71
20. Médias e desvio-padrão da intensidade de amarelo ( $b_H$ ) dos tratamentos 1, 2 e 3 antes e após o aquecimento.....	72
21. Amplitude de variação, médias e desvios para o pico 1 dos tratamentos 1, 2 e 3.....	74
22. Amplitude de variação, médias e desvios para a força máxima para os tratamentos 1, 2 e 3.....	74
23. Avaliação de preferência quanto aos tratamentos com substituição de matéria-prima.....	75
24. Composição centesimal dos tratamentos C e R.....	77
25. Médias e desvio-padrão da Luminosidade ( $L_H$ ) dos tratamentos C e R antes e após o aquecimento.....	78

26. Médias e desvio-padrão da intensidade de vermelho ( $a_H$ ) dos tratamentos C e R antes e após o aquecimento.....	78
27. Médias e desvio-padrão da intensidade de amarelo ( $b_H$ ) dos tratamentos C e R antes e após o aquecimento.....	79
28. Amplitude de variação, médias e desvios para o pico 1 dos tratamentos C e R.....	80
29. Amplitude de variação, médias e desvios da força máxima para os tratamentos C e R.....	80
30. Valores médios da absorbância dos tratamentos C e R.....	82
31. Média das avaliações de sabor característico, sabor estranho e WOF dos tratamentos C e R.....	84

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Fluxograma básico do processamento de carne suína reestruturada, pré-cozida e congelada.....	29
2. Fluxograma do processamento do tratamento 2, experimento 2.....	32
3. Fluxograma do processamento do tratamento 3, experimento 2.....	35
4. Modelo de questionário do teste triangular, ensaio 1.....	42
5. Modelo de questionário do teste com escala hedônica não estruturada, ensaio 1 .....	42
6. Modelo de questionário utilizado no teste de avaliação sensorial dos tratamentos A e B no ensaio 2.....	43
7. Modelo de questionário utilizado no teste de avaliação sensorial dos tratamentos 1, 2 e 3.....	44
8. Modelo de questionário utilizado para avaliar o sabor dos tratamentos C e R.....	45
9. Curvas padrão para determinação do valor TBA em carne suína reestruturada.....	51
10. Curvas médias da textura objetiva dos tratamentos A e B.....	53
11. Histograma de frequência das notas atribuídas pelos provadores quanto à maciez no ensaio 1, experimento 1.....	55
12. Histograma de frequência das notas atribuídas pelos provadores quanto à maciez no ensaio 2, experimento 1.....	56
13. Histograma de frequência das notas atribuídas pelos provadores quanto à suculência no ensaio 1, experimento 1.....	58
14. Histograma de frequência das notas atribuídas pelos provadores quanto à suculência no ensaio 2, experimento 1.....	58

15. Histograma de frequência das notas atribuídas pelos provadores quanto ao sabor no ensaio 1, experimento 1.....	60
16. Histograma de frequência das notas atribuídas pelos provadores quanto ao sabor no ensaio 2, experimento 1.....	60
17. Histograma de frequência das notas atribuídas pelos provadores quanto à aceitação global no ensaio 1, experimento 1.....	62
18. Histograma de frequência das notas atribuídas pelos provadores quanto à aceitação global no ensaio 2, experimento 1.....	62
19. Curvas médias da textura objetiva dos tratamentos 1, 2 e 3.....	73
20. Histograma de frequência das notas atribuídas pelos provadores quanto à preferência dos tratamentos 1, 2 e 3.....	76
21. Curvas médias da textura objetiva dos tratamentos C e R.....	81
22. Curva dos valores TBA para o experimento 3.....	82

## RESUMO

Realizou-se três experimentos objetivando: (1) estudar os efeitos da substituição parcial de gordura por água, com utilização de 0,6% de uma mistura comercial (BEKAPLUS C4<sup>®</sup>) de carragena com tripolifosfato de sódio, em partes iguais, para reter a água; (2) avaliar a possibilidade de substituir, parcial ou totalmente, a carne de pernil por carne de paleta, e (3) quantificar a influência do método de congelamento - criogênico versus convencional - das porções. Comparou-se a influência das modificações nas formulações e processos de fabricação de uma carne suína reestrurada, pré-cozida e congelada, através de análises físicas, químicas, sensoriais e de custos de matérias primas.

Em linhas gerais, o processamento desenvolvido nessa pesquisa envolve a mistura de carne cortada em cubos a 1°C, com adição de sal, tripolifosfato e gelo em escamas, até que ocorra uma intensa liberação de proteínas miofibrilares. Adiciona-se, então a carne moída, a 1°C, e os demais ingredientes, misturando até que a massa atinja 5°C, quando é adicionada a gordura e mais gelo. Mistura-se por mais 4min., sem vácuo, e mais 1,5min. sob vácuo. O embutimento da massa é feito em envoltório de poliamida e o cozimento com elevação gradual da temperatura da água até o produto atingir 72°C. O produto é, então, resfriado, fatiado, embalado à vácuo e armazenado a -18°C. As fatias são aquecidas em chapa elétrica a temperatura de 180°C até atingirem a temperatura interna de 75°C, antes das análises sensoriais, de cor e textura objetivas.

Avaliou-se sensorialmente os tratamentos do experimento 1 através de teste triângular, onde verificou-se diferença ( $p < 0,01$ ) entre as amostras, e posteriormente aplicando um teste de preferência quanto ao sabor, maciez, suculência e aceitação global. No experimento 2 aplicou-se um teste de aceitação com escala hedônica estruturada, onde observou-se a preferência pelas notas atribuídas. No experimento 3 utilizou-se uma escala para medir a intensidade de sabor característico, sabor estranho e gosto de gordura rançosa ao longo da estocagem. Para a medição objetiva da cor utilizou-se um colorímetro Minolta CR-300, avaliando-se os parâmetros  $L_H$ ,  $a_H$  e  $b_H$ . Determinou-se a textura objetiva em texturômetro TA.XT 2/25, acoplado com célula "burger punch", avaliando-se a força exercida no pico 1 e a força máxima.

No primeiro experimento, comparou-se duas formulações isoprotéicas, denominadas tratamentos A e B. No Trat.A, o teor de gordura era de 15-16% e a umidade de 65-66%, e no Trat.B, com a mistura de carragena e STP, o teor de gordura foi de 7-8% e a umidade de 72-73%.

Verificou-se uma diferença ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos A e B, quanto ao pico 1 do gráfico de textura, e observou-se uma pequena redução não significativa nas médias da força máxima do Trat. B, relativamente ao Trat.A Tendência contrária foi observada na aceitação quanto à maciez sensorial, tendo o Trat. B recebido valores de avaliação um pouco superiores que o Trat. A.

Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) nas medidas de  $L_H$  (luminosidade),  $a_H$  (teor de vermelho) e  $b_H$  (teor de amarelo) entre os tratamentos A e B. Os valores TBA

encontrados foram de 0,5 e 0,6mg malonaldeído/kg de amostra para os tratamentos B e A respectivamente, não observando-se diferença significativa.

A avaliação sensorial não revelou diferença significativa quanto a preferência em relação a suculência entre os tratamentos, que receberam pontuação média de 4,68 (Trat.A) e 5,74 (Trat.B), próximas do valor 5, considerado ideal. Também não houve diferença estatística para sabor e aceitação global, porém, o Trat.B obteve valores de avaliação um pouco superiores ao Trat.A.

No experimento 2, estudou-se a substituição parcial e total da carne de pernil por carne de paleta, para reduzir os custos da formulação. Comparou-se três formulações contendo carragena, STP e água, denominadas tratamentos 1, 2 e 3. O Trat.1 contendo 100% de carne de pernil suíno; o Trat.2 com 50% carne de pernil e 50% carne de paleta, e o Trat.3 com 100% carne de paleta.

Não houve diferenças ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos nas medidas de cor, exceto para a medida  $a_H$  ( $p<0,05$ ), todas feitas no produto frio. Entretanto, nas medidas feitas no produto após o aquecimento ocorreu o inverso, com diferenças ( $p<0,05$ ) nas medidas  $L_H$  e  $b_H$ . A análise objetiva da textura não revelou diferença ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos. Também não houve diferença ( $p>0,05$ ) na aceitação das amostras, porém, o Trat. 2 apresentou escores um pouco superiores aos demais.

No experimento 3, estudou-se a influência do congelamento rápido criogênico, com gás de nitrogênio líquido (Trat.R), em comparação com o congelamento convencional (Trat.C) em carne suína reestruturada, durante a estocagem em freezer a  $-18^\circ\text{C}$ . Calculou-se as formulações dos dois tratamentos para serem isotrópicas e com baixo teor de gordura, utilizando-se a mistura comercial de carragena e tripolifosfato.

Não se detectou diferença ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos nas medidas de cor feitas nas porções pré-cozidas frias. Porém, após o aquecimento, observou-se diferenças ( $p<0,05$ ) nos parâmetros  $L_H$  e  $b_H$ . De um modo geral, as médias de  $L_H$ ,  $a_H$  e  $b_H$  das amostras frias, foram de 52,57 e 53,37, 4,42 e 4,61, e 7,02 e 6,87, para o Trat. L e Trat. R, respectivamente, e, de 40,53 e 43,94; 5,34 e 5,40 e 10,66 e 11,94, nas amostras quentes.

Na análise de textura objetiva, não observou-se diferença ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos, porém o Trat. R apresentou valores menores tanto para o pico 1 como para a força máxima.

Os valores TBA apresentaram aumento linear relativamente intenso nas três primeiras semanas e um aumento relativamente mais lento nas semanas seguintes. Os valores de TBA para o Trat. R foram inferiores aos do Trat. C. Não se detectou qualquer tendência de aumento ou redução de valores sensoriais quanto ao sabor que pudessem ser relacionados aos valores TBA.

# PRE-COOKED FROZEN RESTRUCTURED PORK: EFFECTS OF FREEZING METHODS, FAT REDUCTION AND REPLACEMENT OF HAM BY BLADE PLUS SHOULDER

Candidate: Maria Regina Sarkis Peixoto  
Advisor: Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício

## SUMMARY

Three experiments were carried out with the following objectives: (1) to study the effects of partial replacement of fat by water using 0,6% of a commercial mixture (Bekaplus C4<sup>®</sup>) of carrageenan and sodium tripoliphosphate (stp) in equal parts; (2) to evaluate the possibility of partial and total replacement of boneless fresh pork ham by blade plus shoulder meat, and (3) to quantify the influence of two freezing methods - cryogenic versus conventional - on the restructured meat portions. The effects of these changes in formulation and processing of the restructured, pre-cooked and frozen pork were compared through physical, chemical, sensorial and raw material cost analysis.

In general terms, the processing methods, developed in this research, involve the mixture of chunked meat (at 1<sup>o</sup>C) with addition of salt, stp and flaked ice, until the release of a fair amount of myofibrillar proteins. Ground meat trimmings (at 1<sup>o</sup>C) and the other ingredients were then added while mixing until the temperature of the meat reaches 5<sup>o</sup>C, when more flaked ice and fat trimmings are added. The meat batch is then mixed for another 4min. with the blender (or tumbler) lid opened, and 1,5min. under vacuum. Stuffing is made in polyamide casings and the cooking process is done by gradual rise of the water temperature until the internal product reaches 72<sup>o</sup>C. The product is then chilled, sliced, vacuum packed and kept at -18<sup>o</sup>C.

The experiment 1 treatments were evaluated through a sensory analysis triangle test and later through a preference test for flavor, tenderness, juiciness and global acceptance. In the experiment 2, it was applied a difference test with a structured hedonic scale. In the experiment 3, a scale was used to measure the intensity of characteristic, strange, and rancid fat (WOF) taste throughout the frozen storage period. Objective color measurements of L<sub>H</sub>, a<sub>H</sub> and b<sub>H</sub> were made with a Minolta CR300 colorimeter, and objective texture measurements of peak 1 and maximum force were determined with a TA.XT 2/25 texture system coupled with a burger punch device.

In the experiment 1, two formulations with the same protein level, labeled treatments A and B, were compared. Treatment A was calculated to have 16% fat and 65% moisture, and Treat. B, with carrageenan and stp to have 8% fat and 73% moisture.

There was a difference ( $p < 0,05$ ) between treatments A and B for peak 1 force, and a non-significant reduction in the maximum force means from B to A. A similar trend was found in the means of subjective tenderness, with Treat. B receiving slightly higher scores than Treat. A.

There was no difference ( $p>0,05$ ) between treatments A and B, for  $L_H$  (luminance),  $a_H$  (redness), and  $b_H$  (yellowness) values. The TBA number for treatments A and B were 0,5 and 0,6mg malonaldehyde/kg of sample, and no significant difference was found.

No difference ( $p>0,05$ ) was found for juiciness between A and B treatments, with scores of 4,68 (A) and 5,74 (B), close to 5, which was previously established as the most desirable score for this trait. Also, no significant differences were found for flavor and general acceptance, but Treat. B had slightly higher scores than Treat A.

In the experiment 2, the partial and total replacement of ham by blade plus shoulder were intended to reduce formulation costs. Three formulations containing carrageenan, stp and water, were labeled treatments 1, 2 and 3. Treatment 1 had 100% of the meat from ham; Treat. 2 had 50% of the meat from ham and 50% from blade plus shoulder, and Treat 3 had 100% of the meat from blade plus shoulder.

There were no differences ( $p>0,05$ ) between treatments for color measurements of the non-heated samples, except for  $a_H$  value ( $p<0,05$ ). However, differences ( $p<0,05$ ) were found for the  $L_H$  and  $b_H$  values measured on the heated samples. The objective analyses of texture have not shown any difference among treatments. Also, there was no detectable sensorial differences, but Treat 2 had slightly higher scores than the other two.

In the experiment 3, the influence of fast cryogenic freezing with liquid nitrogen gas (Treat. R) compared to the conventional freezing (Treat. C) on the restructured pork during frozen storage at  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  was studied. The formulations for both treatments were calculated to have equal composition, with a low fat content and 0,6% of the commercial mixture of carrageenan and stp.

No differences ( $P.0,05$ ) were found between treatments for the color measurements made on the non-heated samples, but differences ( $p<0,05$ ) were found for the  $L_H$  and  $b_H$  values of the heated samples. Mean values of  $L_H$ ,  $a_H$  and  $b_H$  were 52,57 and 53,37; 4,42 and 4,61; 7,02 and 6,87, for the non-heated samples of treatments C and R, respectively, and 40,53 and 43,94; 5,34 and 5,40; 10,66 and 11,94, for the heated samples.

There were no differences ( $p>0,05$ ) between treatments in the objective texture analysis, but Treat. R showed smaller peak 1 and maximum force values.

The TBA number showed strong linear increases in the first two weeks and slower increases in the following weeks. TBA numbers for Treat. R were lower than for Treat. C, but were not statistically compared. No trend of increase or reduction in the sensorial nevaluation of flevor scores was detected that could be related to TBA numbers.

## 1 - INTRODUÇÃO

Os produtos de carne reestruturada têm recebido considerável atenção desde os anos 70 (DURLAND & SEIDEMAN, 1983). Carnes reestruturadas são produtos moldados a partir de matéria-prima parcialmente desintegrada. Essa categoria de produtos oferece muitos benefícios, tais como: o controle de porções e composição, uniformidade, extensão da vida de prateleira, conveniência de preparação e maior valor comercial (ADAMS, et alii, 1985).

O termo reestruturado começou a ser utilizado para definir uma série de produtos elaborados fundamentalmente a partir de porções de carne magra e gordura, cortadas em pedaços mais ou menos grossos ou trituradas e misturadas, e comercializadas como produtos crus (refrigerados ou congelados), ou como pré-cozidos (CAMBERO et alii, 1991).

Entretanto, na atualidade, o termo "carne reestruturada" têm sido empregado de modo limitado a certos produtos, os quais tentam imitar o aspecto de carne íntegra (MANDIGO, 1982). Portanto, são produtos intermediários entre a carne moída e o músculo íntegro, que se ajustam às características de uma "cozinha rápida".

Uma das principais barreiras para a comercialização das carnes reestruturadas, no momento, está diretamente relacionada com a tecnologia corrente, que dita que esses produtos sejam vendidos na forma congelada ou pré-cozida congelada a fim de manter a forma, uma vez que as proteínas responsáveis pela ligação das partículas da carne não formam uma matriz proteica sólida antes da cocção. Porém, durante a estocagem congelada, ocorre uma progressiva oxidação de gorduras que será percebida pelos

consumidores como rancidez do produto congelado sem cozimento prévio, ou como "warmed-over flavor" (sabor de requeitado) do produto pré-cozido, e reaquecido para servir.

TIM & WATTS (1958) definiram "warmed-over flavor" (WOF) como a rápida instalação da rancidez em carnes cozidas, durante a estocagem refrigerada. O sabor de requeitado é realmente detectado, após 48 horas, em carnes cozidas. Sendo a rancidez causada pela oxidação de ácidos graxos poliinsaturados, particularmente fosfolipídios, dando origem a traços de compostos voláteis, como carbonilas, alcóois e furanos (COLISON et alii, 1989).

AKMITTATH et alii (1990) afirmaram que a instabilidade de cor, principalmente em produtos reestruturados de carne bovina, é a primeira limitação para a aceitação desses produtos no mercado. E pesquisas anteriores sugerem que a oxidação lipídica e a da mioglobina estão intimamente relacionadas, porém ainda não é muito evidente se a oxidação da mioglobina cataliza a lipídica ou vice-versa.

No entanto, produtos cárneos pré-cozidos têm obtido um alto grau de aceitação pelo consumidor por causa da eficiência de tempo e facilidade no preparo. Produtos pré-cozidos congelados oferecem a vantagem adicional de longa vida de estocagem (KROPF et alii, 1989). Pesquisas têm sido realizadas na tentativa de diminuir a intensidade de WOF, minimizando a oxidação lipídica. A eficiência de misturas de gases, que excluem o oxigênio (vácuo, dióxido de carbono e nitrogênio), na redução de WOF, foi descrita para uma variedade de produtos cárneos - em frango (ELLIOT, 1985); em suíno (CRISTOPHER et alii, 1980); em bovino (HANA et alii, 1981).

O método TBA (ácido tiobarbitúrico) para determinação da quantidade de malonaldeído em carne, tem sido muito utilizado

como uma medida para acompanhar a extensão da oxidação lipídica em carne (TARLADGIS et alii., 1960). É um método relativamente simples, pois não requer a extração da gordura, com alto grau de reprodutividade e têm se tornado a técnica mais utilizada para medir a oxidação lipídica (WHANG & PENG, 1987). BREWER et alii (1992b) relataram boa correlação entre escores sensoriais e valores de TBA em carne moída cozida.

Ingredientes não cárneos têm sido adicionados em produtos reestruturados para aumentar o rendimento do cozimento e agregação de partículas. Sal e tripolifosfato de sódio (STP) melhoraram as propriedades ligantes de algumas proteínas não cárneas (ADAMS et alii, 1985). Estes também podem alterar ou melhorar a aparência, palatabilidade e textura do produto final (HUFMAN et alii, 1981 e 1984; MITTAL, 1986).

A demanda por alimentos com baixo conteúdo de gordura têm estimulado os pesquisadores e despertado as indústrias a desenvolver produtos cárneos com menor teor de gordura e atributos sensoriais aceitáveis. Gomas solúveis podem impor uma variedade de características funcionais quando incorporadas em produtos alimentícios (BREWER et alii, 1992a). O interesse pela utilização de hidrocolóides (gomas de polisacarídeos) em carnes processadas têm aumentado devido à sua excepcional propriedade de ligar água e modificar a textura (SCHMIDT et alii, 1993). Porém, ainda são poucas as publicações sobre os efeitos dos hidrocolóides nas características de produtos cárneos reestruturados.

## 2 - OBJETIVOS

Realizou-se três experimentos objetivando: (1) estudar os efeitos da substituição parcial de gordura por água, utilizando 0,6% de uma mistura comercial de carragena com tripolifosfato de sódio, em partes iguais, para reter a água; (2) avaliar a possibilidade de substituir, parcial ou totalmente, a carne de pernil por carne de paleta, e (3) quantificar a influência do método de congelamento - criogênico versus convencional - das porções de carne suína reestruturada. Comparou-se a influência das modificações nas formulações e processos através de análises físicas, químicas, sensoriais e de custos de matérias primas.

### 3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 - REESTRUTURADOS

Nas últimas três décadas têm havido um grande interesse na produção de "steaks" (bifes), fatias e assados prontos para aquecer e servir, retiradas de várias partes da carcaça animal. Porém, a quantidade e distribuição de tecido conjuntivo e gordura torna isto impossível sem a fragmentação e a moldagem da carne em itens reestruturados (PEARSON & TAUBER, 1984).

A fragmentação é necessária para transformar partes secundárias da carcaça animal em produtos de maior valor comercial, que tenham características de mastigação similar aos bifes e fatias de carne mais macios, e que sejam mais acessíveis do que os melhores cortes cárneos (SECRIST, 1987).

Pode-se, então, definir os reestruturados como produtos de carne fragmentada, não curados com nitrato ou nitrito, geralmente moldados em porções individuais, cuja textura se assemelha à dos bifes e assados mais macios (FELÍCIO, 1989).

O desenvolvimento da tecnologia de carne reestruturada têm como objetivo minimizar os custos, pela utilização de retalhos de desossa da carcaça, e maximizar a produção (MANDIGO & SCHWARTZ, 1976). Esse desenvolvimento tornou possível o controle de porções e a qualidade uniforme da carne (CHASTAIN et alii, 1982) e possibilitou o emprego de especiarias para criar novos produtos (MANDIGO, 1986b).

### 3.1.1 - MATÉRIA-PRIMA E PROCESSAMENTO

A seleção da matéria-prima para a fabricação de reestruturado dependerá do tipo de produto que se deseja obter, dos equipamentos disponíveis e das decisões do mercado, todos muito importantes para o produto final (MANDIGO, 1986b). Várias matérias-primas têm sido incorporadas em formulações de carnes reestruturadas (GRAHAM et alii, 1987). Na literatura há informações sobre a utilização de carnes de aves, bovinos, suínos, ovinos, veados, coelhos e peixes (MANDIGO, 1982a).

A matéria-prima pode ser facilmente categorizada em carne magra e gordura (MANDIGO, 1986b). Uma certa quantia de gordura é necessária para a suculência e sabor do produto final (MANDIGO, 1982a).

GRAHAM et alii (1987), estudaram a carne escura do peru, e concluíram que esta têm propriedades funcionais adequadas para o processamento e podem ser eficientemente incorporadas na produção de reestruturados.

O estilo de vida moderna leva à maior demanda de alimentos tipo "fast-food" (refeição rápida), em porções individuais. O que leva a uma grande preocupação com a ingestão de gordura, aumentando, assim, a demanda por alimentos do tipo "lean" (magro).

A redução no tamanho das partículas da carne é o primeiro passo no procesamento de reestruturados. Existem dois processamentos básicos de redução que têm sido muito utilizados e aumentam em importância na produção de carnes reestruturadas: cortando em pedaços e formando, e laminando e formando (PEARSON & TAUBER, 1984).

O corte em cubos pode ser feito manualmente, com discos moedores ou cortadores mecânicos, enquanto a laminação requer o uso de uma máquina chamada "URSCHEL COMITROL" ou similar, que permite o ajuste do tamanho e forma dos flocos pela substituição do dispositivo de corte e a regulação da velocidade do dispositivo e da temperatura da matéria-prima (CHASTAIN et alii, 1982).

No processamento do tipo "cortando em cubos", grandes músculos são cortados em pedaços uniformes ou variando o tamanho, sendo que a vantagem desse processo é que o bife reestruturado tem atributos de palatabilidade e visual mais parecidos com bifes de músculo intacto do que bifes reestruturados com partículas laminadas (MANDIGO, 1986 b).

Existem outros procedimentos para redução do tamanho das partículas, como a moagem que é uma técnica convêncional, e pode ser aplicada para carnes reestruturadas.

Tecnicamente, produtos seccionados e formados, curados, também são considerados carnes reestruturadas, porque são parcialmente desintegrados e formados para imitar um músculo intacto (PEARSON&TAUBER,1984). Entretanto eles fazem parte de uma categoria de produtos curados que são os presuntos e apresuntados.

COSTELO & DURAN (1981a) não encontraram diferença significativa na maciez de bifes assados feitos de matéria-prima fatiada, floculada ou moída.

CHASTAIN et alii (1982), estudaram as propriedades do músculo de suíno influenciado pelo método de cominuição (moagem vs floculação), e tamanho da partícula. Eles observaram que foi significativo o decréscimo na perda de peso no cozimento do

produto com a redução no tamanho das partículas, e a análise sensorial indicou que os produtos contendo partículas maiores são menos coesos.

Na composição de um produto reestruturado, ocorre a adição de ingredientes não cárneos, para melhorar as condições de fabricação ou as características organolépticas do produto. O cloreto de sódio e os polifosfatos são elementos utilizados nos produtos cárneos para aumentar a força iônica do meio e a solubilidade das proteínas miofibrilares (CAMBERO et alii, 1991).

O sal é muito importante para solubilizar as proteínas, que farão a ligação dos pedaços de carne, através do exsudato protéico formado. Níveis de sal entre 0,5% e 1,0% são recomendados por e HUFFMAN & CORDRAY (1982). Uma das maiores vantagens do sal na formulação é a redução na perda durante o cozimento e a consequente melhoria da suculência. O sabor e a textura também melhoram com a adição de sal (MANDIGO & SCHWARTZ, 1976)

Porém o sal também pode ter efeito prejudicial ao produto como citado na pesquisa de MANDIGO & SCHWARTZ (1976), que relatou um aumento no valor de TBA (ácido tiobarbitúrico) após seis meses de estocagem congelada, indicando um aumento na rancidez decorrente da adição de sal. BOOREN et alii (1981), encontraram valores de TBA mais alto em bifes reestruturados com 0,5% de sal, do que em bifes que não continham sal, após noventa dias de estocagem .

HUFFMAN et alii (1981) concluíram que níveis de sal entre 0,5% e 1,0% são satisfatórios, após analisarem sensorialmente o sabor e a cor dos produtos reestruturados, fazendo também um balanceamento da rancidez desenvolvida com o aumento do nível de sal adicionado.

Os efeitos combinados de sal e polifosfatos favorecem o aumento na capacidade de água da carne moída (MANDIGO & SCHWARTZ, 1976) e da ligação dos pedaços de carne em bifes reestruturados (GRAHAM et alii, 1987)

Certos fosfatos são utilizados em produtos reestruturados para aumentar a capacidade de retenção de água e reduzir as perdas durante os processamentos subsequentes (ARGANOSA et alii, 1991). A adição de fosfatos na forma de piro-, tripoli- e hexameta-fosfato protegem carnes cozidas da rancidez oxidativa (TIM & WATTS, 1958; SATO & HEGARTY, 1971) por sua capacidade em sequestrar íons de metais pesados particularmente íons ferro, os quais são considerados os maiores pró-oxidantes em sistemas de carne (LOVE & PEARSON, 1974; IGENE et alii, 1979)

HUFMAN et alii (1984) verificaram que a adição de 0,25% e 0,50% de fosfato ao compararem com bifes reestruturados sem adição de fosfato, reduziu em 75% o grau de rancidez oxidativa e aumentou linearmente as pontuações de textura sensorial.

Fatores extrínsecos que causam rancidez oxidativa (oxidação lipídica) podem ser controlados, mas fatores que ocorrem naturalmente na carne são de difícil controle: tais como íons metálicos, pigmentos heme e pH último da carne.

Segundo ANDE et alii (1987) o cozimento aumenta a velocidade de oxidação lipídica, porém os fosfatos podem proteger os lipídios durante o processo de cozimento, de uma oxidação acelerada decorrente da adição de sal e da temperatura.

MANDIGO e SCHWARTZ (1976) avaliaram os níveis de sal em reestruturados de carne de porco e mostraram que a adição de sal pouco influenciou sobre a composição centesimal do produto final, embora a cor do produto tenha ficado significativamente mais clara

com aumento no nível de sal. CHASTAIN et alii (1982) também mostraram que o sal aumenta a rancidez oxidativa em reestruturado de carne de porco e diminui a aceitabilidade da cor do produto cru.

SMITH et alii (1984) mostraram que os polifosfatos protegem reestruturados de carne de porco do "warmed-over flavor" como detectado pelo painel sensorial. E BOOREN & MANDIGO (1981) indicaram que tripolifosfato de sódio reduziu a perda no cozimento, aumentou a suculência e a cor na avaliação sensorial.

Na elaboração de um produto reestruturado, normalmente se adicionam pequenas quantidades de água a fim de compensar as perdas durante o processamento (TROUT e SCHMIDT, 1987; cit.p. CAMBERO et alii, 1991).

Após a fragmentação, a carne é misturada ou combinada sendo esta etapa muito importante, pois além da distribuição e homogeneização de ingredientes não cárneos promove a ruptura das células com subsequente liberação de proteínas (SEIDMAN, 1983; MANDIGO, 1986 b)

O tempo de mistura exerce influência na textura, rendimento e suculência de bifos reestruturados. BOOREN et alii (1981) estudaram o impacto do tempo de mistura sobre valores de TBA, não encontrando diferença significativa entre 0 e 90 dias após o processamento. No entanto o rendimento no cozimento e a suculência aumentaram linearmente com o tempo de mistura.

A temperatura da mistura é crítica durante a reestruturação e deve ser controlada a fim de maximizar a extração de proteínas. BARA (1965) cit. p. BOOREN et alii (1981), indicou que a temperatura na faixa de -5 a 2°C permitem uma elevada taxa de extração de proteínas. Esse efeito foi mais tarde confirmado por BOOREN &

MANDIGO (1981) usando um sistema sal/fosfato para produzir bifes reestruturados. Portanto, o grau de ligação desejado no produto final determinará o tempo exato de mistura (MANDIGO, 1986b).

A moldagem da massa é a próxima etapa do processamento. Faz-se a moldagem em equipamentos especiais que reduzem ao máximo o contato manual e do oxigênio com a massa, sempre com temperatura controlada (MANDIGO, 1986b), .

Uma diminuição da temperatura final de cozimento de carnes reestruturadas reduziu a oxidação durante estocagem refrigerada (ARGANOSA et alii, 1989), que foi confirmado por estudos feito por GROS et alii (1986); HUANG e GREENE(1978). ARGANOSA et alii (1989) encontraram valores de TBA inicialmente mais baixo para reestruturados cozidos a 100°C, porém após três dias de estocagem refrigerada os produtos cozidos a 70°C apresentaram valores menores.

NOBEL et alii (1982), cit. p. CORDRAY & HUFFMAN (1982) estabeleceram que o tempo de cozimento requerido para o produto atingir uma temperatura interna de 70°C foi afetado pelo método de redução das partículas.

### 3.1.2-FUNCIONALIDADE DAS PROTEÍNAS EM CARNES REESTRUTURADAS

A composição de carne magra pode ser estimada em 75% de água, 20% de proteína, 3% de gordura, 2% de substâncias solúveis não

nitrogenadas, tais como carboidratos, minerais e vitaminas solúveis em água (FORREST et alii, 1975).

As proteínas podem ser divididas em três grupos: as sarcoplasmáticas, solúveis em solução salina de baixa força iônica; as miofibrilares ou estruturais, solúveis em solução salina concentrada e neste grupo estão a miosina e a actina; e as proteínas do tecido conjuntivo ou do estroma, que são insolúveis em ambos os casos.

A capacidade de união e ligação da carne se deve às proteínas miofibrilares, sendo muito secundário o papel das proteínas sarcoplasmáticas. MACFARLENE et alii (1977), cit. p. CAMBERO et alii (1991) empregando um sistema capaz de medir a força de coesão entre os pedaços de carne, compararam o poder de ligação da miosina solubilizada, da actomiosina e das proteínas sarcoplasmáticas, e concluíram que, na presença de sal, a miosina teria maior capacidade de ligação, porém, na ausência de sal seu poder aumentava com a adição de proteínas sarcoplasmáticas.

Em tecnologia de carnes reestruturadas, extração de proteínas refere-se ao processo de solubilização de proteínas miofibrilares que estendem-se sobre a superfície da carne. As proteínas extraídas, vão formar um exsudato grudento (KING & MACFARLENE, 1987). Vários fatores podem influenciar a extração de proteínas miofibrilares, tais como: o estado de rigor e a temperatura durante a instauração do rigor, a força iônica e o pH do meio, a temperatura da extração, a estocagem da carne, e a aplicação de alta pressão durante a extração, são alguns deles.

A força iônica e o pH do meio são importantes no desenvolvimento da capacidade de união ou ligação entre as porções cárneas. A força iônica depende, fundamentalmente da presença de sal, o qual

aumenta a capacidade funcional das proteínas miofibrilares e têm sido observado que a geleificação é ótima a valores de pH compreendidos entre 5,5 e 6,2 (CAMBERO et alii, 1991). A presença de sal aumentará a concentração iônica suficientemente para extrair as proteínas miofibrilares.

O massageamento, ou o tombamento ("tumbling"), ajuda na extração das proteínas que formam a matriz protéica, a qual será desnaturada durante o processamento térmico (HUFFMAN, 1980).

O mecanismo de ligação em sistemas cárneos é muito complexo e não é completamente explicado (SCHMIDT & TROUT, 1982). Segundo SMITH(1982) o efeito que se mede é uma combinação de propriedades de retenção de água, solubilidade de proteínas, e do grau de ruptura celular. SMITH (1982) sugeriu que a adição de água e fosfato extraem as proteínas estruturais do sarcolema, tornando-as disponíveis para ligação, o que aumenta a capacidade de retenção de água e reduz perdas no cozimento.

### 3.1.3-RANCIDEZ E "WARMED-OVER FLAVOR"

O desenvolvimento de rancidez oxidativa é um sério problema durante a conservação ou estocagem de produtos cárneos para subsequente consumo (AMERICAN MEAT INSTITUTE 1944).

A oxidação lipídica em produtos cárneos leva à formação de aldeídos de cadeia curta, cetonas e ácidos graxos, que contribuem para o sabor ranço em carnes (BOOREN et alii, 1992).

A proliferação de alimentos congelados, pré-cozidos, refeições rápidas e etc, aumentou significativamente o problema de "warmed-over flavor" (sabor de requentado), encontrado em produtos reestruturados (ARGANOSA et alii, 1989). O termo "warmed-over flavor" (WOF) foi empregado pela primeira vez na literatura técnica por TIM & WATTS (1958), e mais tarde por SATO & HEGARTY em 1971, para descrever o sabor de requentado em carnes cozidas (LOVE & PEARSON, 1988).

Como a oxidação lipídica é um importante problema em produtos cárneos, muitos estudos tem sido dirigidos para a identificação do catalizador que promove a oxidação dos lipídios musculares. Tradicionalmente, a oxidação lipídica tem sido atribuída ao catalisador heme, tais como hemoglobina, mioglobina e citocromos (ASGHAR et alii, 1981). O "CENTRO DE PESQUISAS da REGIÃO SUL do DEPARTAMENTO de AGRICULTURA"(SRRC), dos Estados Unidos, tem conduzido pesquisas para correlacionar mudanças químicas e físicas que ocorrem na carne com a avaliação sensorial (ANGELO et alii, 1988). IGNE et alii (1979) estudaram a relação entre número de TBA e a avaliação sensorial para WOF em carne de frango cozida, branca e escura, sem antioxidantes e/ou quelantes.

O desenvolvimento de rancidez e WOF em carnes reestruturadas é influenciado por vários fatores, dentre eles: composição e frescor da matéria-prima, redução de partículas, cozimento e/ou aquecimento do produto e os vários aditivos usados na formulação.

A importância da matéria-prima cárnea manipulada com boa sanitização e controle de temperatura foi comentada por GRAY et alii (1987; 1988). A fragmentação das membranas, na redução das partículas expõe os componentes lipídicos ao oxigênio e acelera a oxidação lipídica (PEARSON et alii, 1984)

TIM & WATTS (1958) relataram, pela primeira vez, que o cozimento acelerou a oxidação lipídica, resultando em grave deterioração oxidativa em espaço de horas, em contraste com o lento desenvolvimento de rancidez durante estocagem refrigerada ou congelada do produto cru. Este fenômeno continuou sendo muito estudado por vários pesquisadores, incluindo IGNE et alii (1979) e GRAY & WEIS (1983), que demonstraram que o nível de íon ferro aumentou muito durante o cozimento e acelerou a oxidação lipídica em carne moída.

Muitos estudos têm examinado o efeito do método de cozimento sobre o desenvolvimento da rancidez em carnes. SIU & DRAPER (1978) mostraram que carnes cozidas por mais tempo (T)30min.) apresentaram um aumento acentuado no número de TBA.

### 3.2 - BAIXO TEOR DE GORDURA E CARRAGENA

Evidências médicas indicando que depósitos de gordura e colesterol podem levar a cardiopatias têm incentivado a indústria de alimentos a dedicar-se ao desenvolvimento de produtos com baixo teor de gordura (BARBUT et alii,1992a). Com isso tem aumentado o número pesquisas para o desenvolvimento de produtos cárneos com menor teor de gordura e com atributos sensoriais aceitáveis (BREWER et alii,1992a), pois a redução do teor de gordura nestes produtos poderia ser uma maneira de reduzir as taxas de colesterol da população (FOEGEDING et alii,1987).

Na legislação de alimentos dos Estados Unidos, a rotulagem de um produto como "lean" (magro) ou "low fat" (baixo teor de gordura) requer menos de 10%, e, como "extra lean" (extra magro), menos de 5% de gordura (BARBUT et alii, 1993b).

Para aumentar a aceitação dos produtos cárneos com baixo teor de gordura é necessário uma mudança nos atributos de textura desses produtos (SOLHEIM, 1992). Substitutos de gordura são usados em muitos produtos "light", porém não são comumente usados para produtos cárneos. Segundo ELLEKJAER et alii (1993) a fécula de batata modificada e a carragena têm mostrado bons resultados.

FOEGEDING & RAMSEY (1986a) avaliaram o efeito de sete tratamentos com gomas sobre as propriedades de estabilidade e textura de salsichas com reduzido teor de gordura e não detectaram diferença ( $P > 0,05$ ) nos testes sensoriais com escala hedônica, entre a formulação controle (26,9% de gordura) e as formulações com 11,4% e 12,3% de gordura contendo iota e kappa-carragena. Segundo BREWER et alii (1992a), gomas solúveis podem impor uma variedade de características funcionais quando incorporadas em produtos alimentícios. As características funcionais da carragena em produtos cárneos são relatadas por sua reversibilidade térmica e propriedade de gelatinização (BATER et alii, 1992). A carragena se dissolve no meio aquoso da carne durante o processamento térmico e forma gel no resfriamento.

Conforme se vê na literatura (BATER, 1992; SCHMIDT, 1993; TERRA, 1994) dentre os benefícios da utilização da carragena na elaboração dos produtos cárneos estão os seguintes:

- »Ao aumentar a capacidade de retenção de água da carne, eliminam perdas e reduzem custos de produção.
- »Ao gelificarem, melhoram a consistência e a fatiabilidade.

»Por serem destituídos de sabor, odor e cor estranhos, não exercem qualquer influência nas características sensoriais.

As propriedades funcionais dos sistemas cárneos são primariamente dependentes das interações de proteínas com outros componentes. Tais interações (proteína-água, proteína-lipídios e proteína-proteína) tem um impacto direto a retenção de água do sistema, estabilização de gordura e propriedades desejáveis de textura sensorial e coesão. Em produtos cárneos com adição de gomas de polissacarídeos, as interações proteínas da carne com gomas são possíveis, porém ainda não muito bem explicadas (SCHMIDT et alii,1993).

As gomas utilizadas em alimentos tem várias origens de obtenção, tais como: algas, sementes, resinas, produtos de biosíntese microbiológica e pela modificação química de polisacarídeos naturais (DZIESAK,1991).

As carragenas são polímeros sulfatados com diferentes unidades de galactose e anidrogalactose (DZIESAK,1991). De acordo com o grau de sulfatação (20% a 40%) e a presença ou não de anidrogalactose, vários tipos de carragenas tem sido identificadas, sendo as mais utilizadas na indústria a kappa- e iota-carragenas (gelificantes) e a lambda carragena (espessante), como citado por DESLANDES et alii (1993).

SCHIMIDT et alii (1993) estudaram a capacidade de retenção de água, o rendimento no cozimento, o pH e a textura em produtos de carne reestruturados, com 10 tipos de gomas, inclusive kapa e iota carragena, variando a adição de água e o nível de goma, em sistemas contendo alginato de calcio ou sal e fosfato. Concluíram que adição de kapa-carragena melhorou o rendimento e manteve a textura do produto No sistema sal/fosfato o rendimento passou de 7% para 14%, comparando com o sistema sem adição da goma.

Posteriormente SCHMIDT et alii(1994) avaliaram as propriedades funcionais de produtos de carne reestruturados com adição de kapa-carragena, variando o nível de sal adicionado e a temperatura final de cozimento. E concluíram que a adição de 0,5% e 1,0% de kapa-carragena em sistemas com 1%, 2% e 3% de sal contribuiu para aumentar o rendimento, melhorar as propriedades de textura e diminuir a perda durante a estocagem.

### 3.3 - ENVOLTÓRIOS ARTIFICIAIS

A tradição no uso de envoltórios é secular e vêm do processamento artesanal das linguiças da velha Europa. Os envoltórios artificiais surgiram no Brasil, no final do século XX, devido ao aumento de embutidos cárneos e maior desenvolvimento de equipamentos para o processamento, uma vez que as tripas não eram mais suficientes (SARANTÓPOULOS, 1993).

Os envoltórios artificiais podem ser classificados de acordo com a matéria-prima de fabricação, as quais podem ser obtidas a partir a partir de materiais regenerados, como por exemplo celulose de couro bovino e a partir de materiais sintéticos (tripas plásticas) (EFFENBERGER s.d.; SCHULTZ,1994)

Os envoltórios artificiais de plástico ou sintéticos são elaborados de monômeros de estéres do ácido poliptereftálico, poliamidas, polimerizados mistos de cloreto de polivinilideno e polietileno que por polimerização, poliadição ou policondensação, obtêm-se substâncias básicas de alto peso molecular (EFFENBERGER s.d.).

Polímeros são materiais termoplásticos, que quando convertidos em filmes, possuem boas propriedades de barreiras ao oxigênio e aroma, diferindo sensivelmente quanto a permeabilidade aos vapores de água e gases, principalmente ao oxigênio. As poliamidas podem ser produzidas por uma reação de condensação entre uma diamida e um diácido (HARTE,1987).

A indústria têm se empenhado na coextrusão de poliamidas de diferente composição química, pois, o produto obtido têm as características dos componentes empregados (EFFENBERGER s.d.).

As características dos envoltórios de poliamida são inúmeras, e dentre elas destacam-se:

- »Possibilidade de escolher a permeabilidade ao vapor e a fumaça mais convenientes.
- »Armazenamento a temperatura ambiente, sem deterioração
- »Condições higiênicas favoráveis
- »Geralmente firmes ao embutimento
- »Calibre homogêneo

A permeabilidade ao vapor de água e gases, principalmente ao oxigênio, têm uma grande importância na fabricação de embutidos. Se o envoltório é muito permeável ao oxigênio, rapidamente ocorrem processos oxidativos. Pois a oxidação de gordura da massa está relacionada com a permeabilidade do envoltório ao oxigênio, à luz, ao tempo e à temperatura (EFFENBERGER s.d.).

### 3.4 - EMBALAGEM COM BARREIRA AO OXIGÊNIO

Embalagens são usados desde que os homens primitivos usavam peles e folhas para transportar alimentos e água. Com a urbanização das civilizações as embalagens se tornaram parte integral na distribuição de alimentos saudáveis (LIND, 1986).

As embalagens podem ser usadas para servirem como barreira de vapor, prevenir a entrada de oxigênio e evitar a perda de água dos alimentos; podendo também bloquear a luz, a qual facilita a fotooxidação da mioglobina para metamioglobina, em se tratando de carnes frescas (BREWER et alii, 1992b).

Estudos têm mostrado que a aparência é o fator mais importante na seleção de produtos pelo consumidor, sendo a cor o fator mais determinante na aparência de produtos cárneos (CARR, 1987).

Segundo CARR (1987) a embalagem à vácuo mostrou-se efetiva, limitando o crescimento de psicotróficos e exibindo pouca deterioração na cor de "roast-beef" pré-cozidos.

MATLOCK et alii (1984) sugeriram que houve redução no número de TBA durante a estocagem de embutidos de porco pré-cozidos embalados à vácuo e com dióxido de carbono por um período de 14 dias à temperatura de 1° a 5°C e 8 semanas à temperatura de -9°C. Porém poucos estudos têm sido realizados utilizando estocagem em atmosfera modificada para produtos pré-cozidos, considerando-se que a sua suscetibilidade ao desenvolvimento de "warmed-over flavor" pode ser reduzida minimizando a oxidação de lipídios, através da exclusão do oxigênio.

BOWERS et alii (1989) estudando carne de porco e peru pré-cozidas verificaram escores sensoriais significativamente mais elevados quanto ao aroma e sabor para carnes embaladas à vácuo, e menos "warmed-over flavor" foi detectado.

### 3.5 - CONGELAMENTO RÁPIDO

HARRISON et alii (1953) ao estudar os efeitos da temperatura de estocagem em carnes bovina e suína embutida, pré-cozida e congelada com adição de antioxidantes, concluíram que o efeito dos antioxidantes foi pouco considerável, sendo a temperatura o fator mais importante na prevenção do "warmed-over flavor".

Tendo em vista a importância da temperatura na preservação de pastas de carne cozidas com baixo teor de gordura, BERRY (1993) estudou o efeito da temperatura de congelamento (-43°C e -20°C) sobre as propriedades sensoriais, textura instrumental e composição de pastas com 6% e 20% de gordura. O autor obteve melhores pontuações ( $P < 0,01$ ) para a textura instrumental e sensorial ao avaliar a interação de 6% de gordura e temperatura de congelamento de -43°C, demonstrando a importância do congelamento rápido, principalmente quando trabalha-se com produtos de baixo teor de gordura.

Um agente refrigerante criogênico é um líquido ou sólido que têm uma temperatura muito baixa de ebulição ou de vaporização (abaixo de -73°C), que é usado em contato direto com o alimento a

ser congelado e que se vaporiza, fazendo uso portanto, do seu calor latente de vaporização (RASMUSSEN, 1969 e 1972).

Dentre as vantagens do congelamento criogênico pode-se dizer que a cabine de congelamento é extremamente compacta em relação a sua capacidade de produção, devido a baixa temperatura do meio refrigerante e a capacidade de ser usado como um meio de transferência de calor por contato direto (LINCOLN, 1974). Outras vantagens comentadas foram sobre o produto de melhor qualidade, baixo capital inicial e facilidade e reduzida manipulação com o equipamento e o produto (DINGLINGER, 1973; ANON, 1971). A redução da descoloração dos produtos e da quebra por gotejamento, já que os cristais de gelo formados durante o processo de congelamento são bem menores quando comparados aos do congelamento convencional, são outras vantagens comentadas por DROSCHA (1969) e ANON (1970).

## 4 - MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1- MATERIAL

#### 4.1.1- MATÉRIAS-PRIMAS

A principal matéria-prima utilizada na elaboração dos reestruturados foi o pernil suíno de corte longo, com osso e pele, resfriado, adquirido no mercado varejista, e desossado no Laboratório de Carnes do Departamento de Tecnologia de Alimentos da FEA-Unicamp.

Utilizou-se, também, como matéria-prima, paletas suínas com osso, resfriadas, adquiridas no mercado varejista, e dessossadas no Laboratório.

Para dar forma e proteção ao produto durante o cozimento, utilizou-se envoltórios (tripa artificial) de poliamida, de marca comercial (HOECHST DO BRASIL S.A.), com permeabilidade média ao oxigênio de 18,8cc/m<sup>2</sup>/dia, segundo análise realizada no Centro de Tecnologia de Embalagem de Alimentos (CETEA), do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL).

#### 4.1.2- INGREDIENTES

- Sal (NaCl)
- Tripolifosfato de sódio (STP) de marca comercial, fornecido pela HOECHST
- Mistura a 50% de carragena e STP, denominada comercialmente de BEKAPLUS C4<sup>®</sup>, fornecido pela HOECHST DO BRASIL S.A.
- Açúcar
- Glutamato monosódico
- Pimenta preta moída

#### 4.1.3- EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

- Facas para dessorça e corte
- Moedor, marca FILIZOLA
- Moedor, marca INCOMAF
- Misturadeira à vácuo, marca KEBLER ENGINEERING Co.
- Marinador ("tumbler") à vácuo, marca DORIT
- Embutideira manual, marca HERMANN S.A.
- Fogão industrial
- Tacho de cozimento
- Geladeira, marca Metalfrio
- Termômetro
- Chapa elétrica, marca SIRE
- Túnel de congelamento criogênico, marca WHITE MARTINS
- Freezer horizontal, marca Prosdócimo

#### 4.1.4- INSTRUMENTOS PARA ANÁLISES

- Balança analítica DERLING, modelo LA 164
- Manta de aquecimento
- Dessecador
- Cápsulas de porcelana
- Destilador de nitrogênio TECNAL, modelo TE 036
- Bloco digestor de proteínas tipo Kjeldahl, marca SARGE
- Extrator de gordura tipo soxlet, marca FANEM, modelo 170-1
- Mufla a 550°C, marca FANEM 413
- Estufa a 150°C, marca FANEM 315 SE
- Centrífuga com velocidade e tempo controlados, marca FANEM 216
- Espectrofotômetro, marca BECKMAN DU - 70
- Texturômetro, marca STABLE MICRO SYSTEMS TA. XT 2/25
- Colorímetro MINOLTA, modelo CR 300
- Forno de microondas
- Banho-maria a temperatura de 75°C
- Vidrarias gerais de laboratório

#### 4.1.5 REAGENTES

- Ácido acético glacial
- Ácido bórico
- Ácido clorídrico
- Ácido nítrico
- Ácido sulfúrico
- Anti-espumante
- Clorofórmio
- Hidróxido de sódio
- Metanol
- Padrão TEP
- Solução de BHT
- Solução TBA
- Sulfato de sódio
- Verde de bromocresol
- Vermelho dimetila

#### 4.2- METODOLOGIA

##### 4.2.1- PRÉ - EXPERIMENTO

Realizou-se testes preliminares com o objetivo de desenvolver o produto, isto é, uma carne suína reestruturada, não curada, pré-cozida e congelada. Após alguns testes de planta piloto, optou-se pelo procedimento descrito no item 4.2.2.1.

Após uma semana do processamento, realizou-se uma avaliação sensorial do produto, empregando-se teste de aceitação com 60 provadores, alunos de graduação da FEA. Os provadores foram questionados se comprariam o produto ou não, caso o encontrassem disponível no mercado de consumo. A resposta foi

plenamente satisfatória, pois, 97% dos provadores disseram que gostariam de comprar o produto.

#### 4.2.2 - EXPERIMENTOS

##### 4.2.2.1.- EXPERIMENTO 1

O primeiro experimento consistiu da comparação do tratamento controle (trat. A) com uma nova formulação com menor teor de gordura, com adição de uma mistura comercial (BEKAPLUS C4<sup>®</sup>), tratamento B, contendo carragena (50%) e tripolifosfato de sódio (50%). O uso dessa mistura foi baseado na metodologia proposta por BARBUT & MITTAL (1992).

Efetuuou-se o processamento do tratamento A conforme o procedimento descrito a seguir.

- ⇒ O pernil suíno é dessossado, removendo-se a gordura aparente, tendões e aponevroses.
- ⇒ Uma parte da carne, constituída de retalhos magros e gordos, é moída em disco com furos de 5mm de diâmetro.
- ⇒ A outra parte, isto é, a carne dos músculos principais, é cortada com faca, em cubos de aproximadamente 2,5cm.
- ⇒ A seguir a carne cortada em cubos à temperatura de 1°C é misturada com o sal, o tripolifosfato de sódio e 50% da água em forma de gelo em escamas.
- ⇒ Mistura-se até que seja perceptível a liberação de proteínas miofibrilares. Adiciona-se a carne moída à temperatura de 1°C, juntamente com os demais ingredientes.
- ⇒ Mistura-se até a massa atingir 5°C, então adiciona-se a gordura e outra metade do gelo e misturou-se por mais 4min., então fêz-se o vácuo.

- ⇒ Transfere-se a massa para a embutideira e faz-se o embutimento em envoltórios cilíndricos de poliamida impermeável, calibre 90, previamente cortados com tamanho aproximado de 40cm.
- ⇒ O cozimento é feito em tacho de água quente à temperatura inicial de 42°C, que vai sendo gradativamente aumentada até o produto atingir a temperatura interna de 72°C. A elevação da temperatura obedece à razão aproximada de 1°C por minuto.
- ⇒ Terminado o cozimento, o produto é resfriado em água gelada, e depois em câmara a 0°C por 15 horas.
- ⇒ Em seguida, remove-se os envoltórios e faz-se o fatiamento e embalagem à vácuo, e o armazenamento a -18°C.

Retira-se cerca de 30g de amostra de carne moída, e outro tanto da carne em cubos, para a realização de análises rápidas da composição centesimal, cujos resultados foram utilizados nos cálculos das formulações em planilha computadorizada desenvolvida no Laboratório de Carnes.

As formulações dos tratamentos A e B estão apresentadas nas **Tabelas 1e 2**, sendo calculada para cada processamento e o fluxograma deste processamento na **Figura 1**

O processamento do tratamento B é idêntico ao descrito para o tratamento A substituindo-se apenas o tripolifosfato de sódio da formulação básica por um produto comercial (BEKAPLUS C4®), composto por 50% de carragena e 50% de tripolifosfato de sódio. Obtendo-se nesta etapa dois tratamentos, um com carragena e menor teor de gordura e o outro com a formulação padrão já descrita (TRAT. A).

Foram realizados dois ensaios com esses tratamentos, isto é, processou-se e comparou-se os dois tratamentos duas vezes.

Tabela 1 :Exemplo de formulação do Tratamento A (experimento 1)

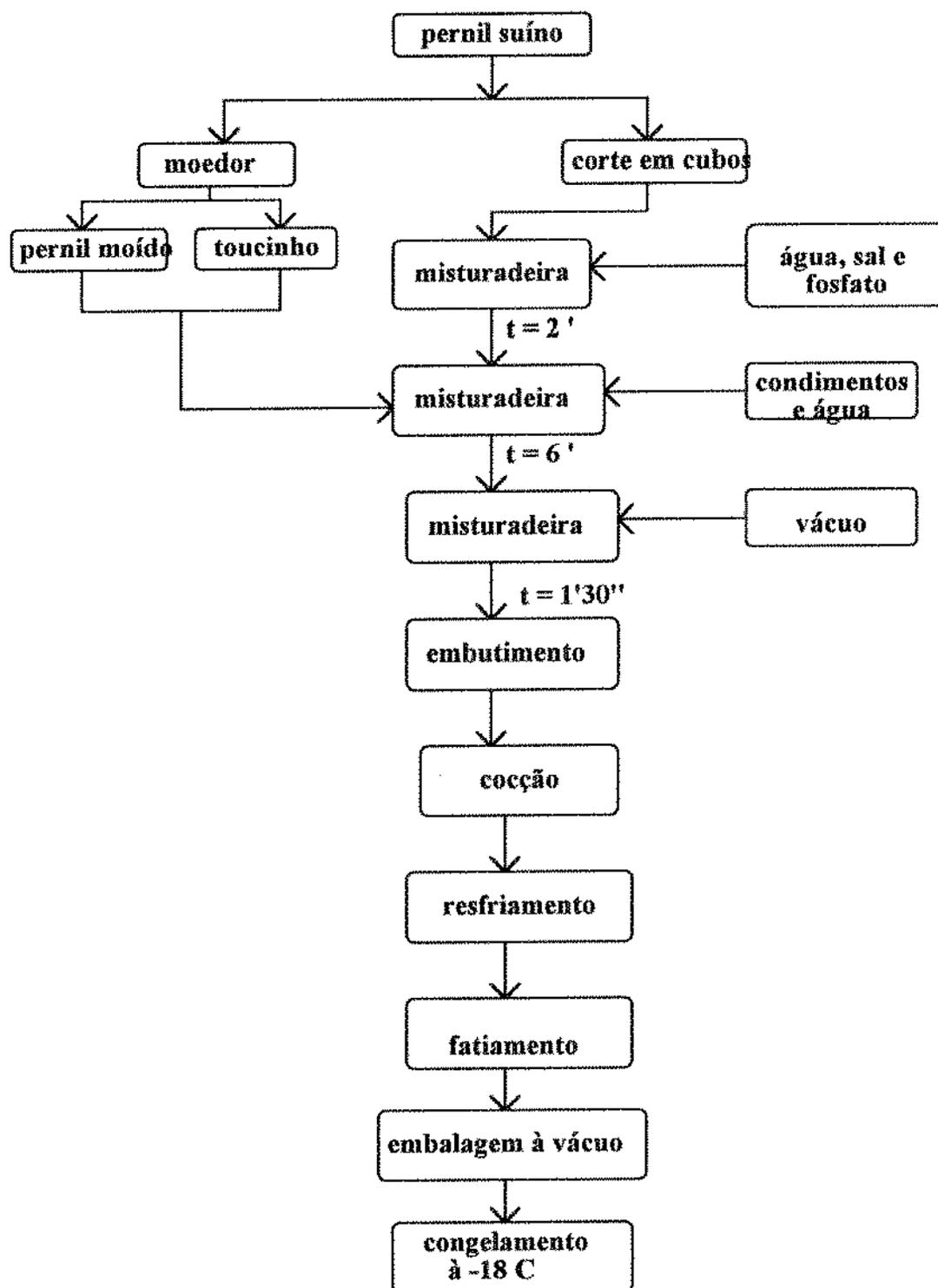
Matéria-prima	Umidade		Gordura		Proteína		
	(kg)	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)
pernil suíno cubos	3,80	2,86	75,20	0,08	2,00	0,83	21,80
pernil suíno moído	2,86	2,08	72,80	0,20	7,00	0,55	19,20
toucinho	1,60	0,39	24,40	1,15	72,00	0,04	2,60
Sub Total	8,26	5,33	64,53	1,43	17,29	1,42	7,18
sal	1,00%	0,09					
fosfato	0,36%	0,03					
açúcar	0,24%	0,02					
gms	0,12%	0,01					
pimenta	0,05%	0,00					
Sub T(%)1.77%	0,16						
água adicionada	0,35	0,35	100,00				
Total Final	8,76	5,68	64,79	1,43	16,30	1,42	16,20

Relação umidade/proteína utilizada : 4.00

Tabela 2 :Exemplo de formulação do Tratamento B (experimento 1)

Matéria-prima	Umidade		Gordura		Proteína		
	(Kg)	(Kg)	(%)	(Kg)	(%)	(Kg)	(%)
pernil suíno (cubos)	4,56	3,43	75,20	0,09	2,00	0,99	21,80
pernil suíno (moído)	3,05	2,22	72,80	0,21	7,00	0,59	19,20
toucinho	0,65	0,16	24,40	0,47	72,00	0,02	2,60
Sub Total	8,26	5,81	70,32	0,77	9,35	1,60	19,33
sal	1,00%	0,10					
fos/carr	0,60%	0,06					
açúcar	0,24%	0,02					
gms	0,12%	0,01					
pimenta	0,05%	0,00					
Sub.T(%) 2,01%	0,20						
água adicionada	1,39	1,39	100,00				
Total Final	9,85	7,20	73,10	0,77	7,84	1,60	16,21

Relação umidade/proteína utilizada : 4.51



**Figura 1 : Fluxograma básico do processamento de carne suína reestruturada, pré-cozida e congelada. Experimento 1**

#### 4.2.2.2- EXPERIMENTO 2

O segundo experimento consistiu da substituição do pernil por paleta suína, com o propósito de reduzir os custos de matérias-primas, uma vez que a carne de pernil tem ampla utilização no processamento de presuntos.

Os níveis de substituição foram de 50% e 100% em relação à matéria-prima do tratamento 1. As formulações são apresentadas nas **Tabelas 3 e 4**, as quais são calculadas para cada processamento. As três formulações deveriam conter:

- Tratamento 1: 100% carne de pernil suíno
- Tratamento 2: 50% carne de pernil suíno e 50% carne de paleta suína
- Tratamento 3: 100% carne de paleta suína

Os tratamentos foram balanceados de modo a manter constantes os teores de gordura, proteína e umidade nos três produtos, que foram testados sensorialmente para saber se havia diferença na aceitação das amostras.

Procedeu-se o processamento e o tratamento térmico como descrito em 4.2.2.1, alterando-se apenas a de adição da matéria-prima na misturadeira no TRAT.2.

O fluxograma de processamento do tratamento 2 é apresentado na **Figura 2** e o fluxograma dos demais tratamentos é idêntico ao da **Figura 1**

Tabela 3 :Exemplo de formulação de carne suína reestruturada, Tratamento 2 (experimento 2)

Matéria-prima	Umidade			Gordura		Proteína	
	(kg)	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)
pernil suíno cubos	2.34	1.79	76.50	0.06	2.50	0.47	20.00
pernil suíno moído	1.71	1.22	71.10	0.17	10.00	0.31	17.90
paleta suína cubos	2.34	1.78	76.05	0.09	4.00	0.44	18.95
paleta suína moída	1.71	1.11	65.00	0.31	18.00	0.27	16.00
toucinho	0.16	0.07	42.90	0.08	53.00	0.00	3.10
Subtotal	8.26	5.97	72.22	0.72	8.66	1.50	8.11
sal	1.00%	0.09					
fos/carr	0.60%	0.06					
açúcar	0.24%	0.02					
gms	0.12%	0.01					
pimenta	0.05%	0.00					
Sub.T(%)	2.01%	0.19					
água adicionada	0.78	0.78	100.00				
Total Final	9.23	6.75	73.12	0.72	7.76	1.50	16.21

Relação umidade/proteína utilizada : 4.51

Tabela 4 :Exemplo de formulação de carne suína reestruturada, Tratamento 3 (experimento 2)

Matéria-prima	Umidade			Gordura		Proteína	
	(kg)	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)
paleta suína cubos	5,26	4,00	76,05	0,21	4,00	1,00	18,95
paleta suína moída	3,00	1,95	65,00	0,54	18,00	0,48	16,00
Subtotal	8,26	5,95	72,04	0,75	9,08	1,48	17,88
sal	1,00%	0,09					
fos/carr	0,60%	0,06					
açúcar	0,24%	0,02					
gms	0,12%	0,01					
pimenta	0,05%	0,00					
Sub.T(%)	2,01%	0,19					
água adicionada	0,71	0,71	100,00				
Total Final	9,15	6,66	72,76	0,75	8,20	1,48	16,13

Relação umidade/proteína utilizada : 4.51

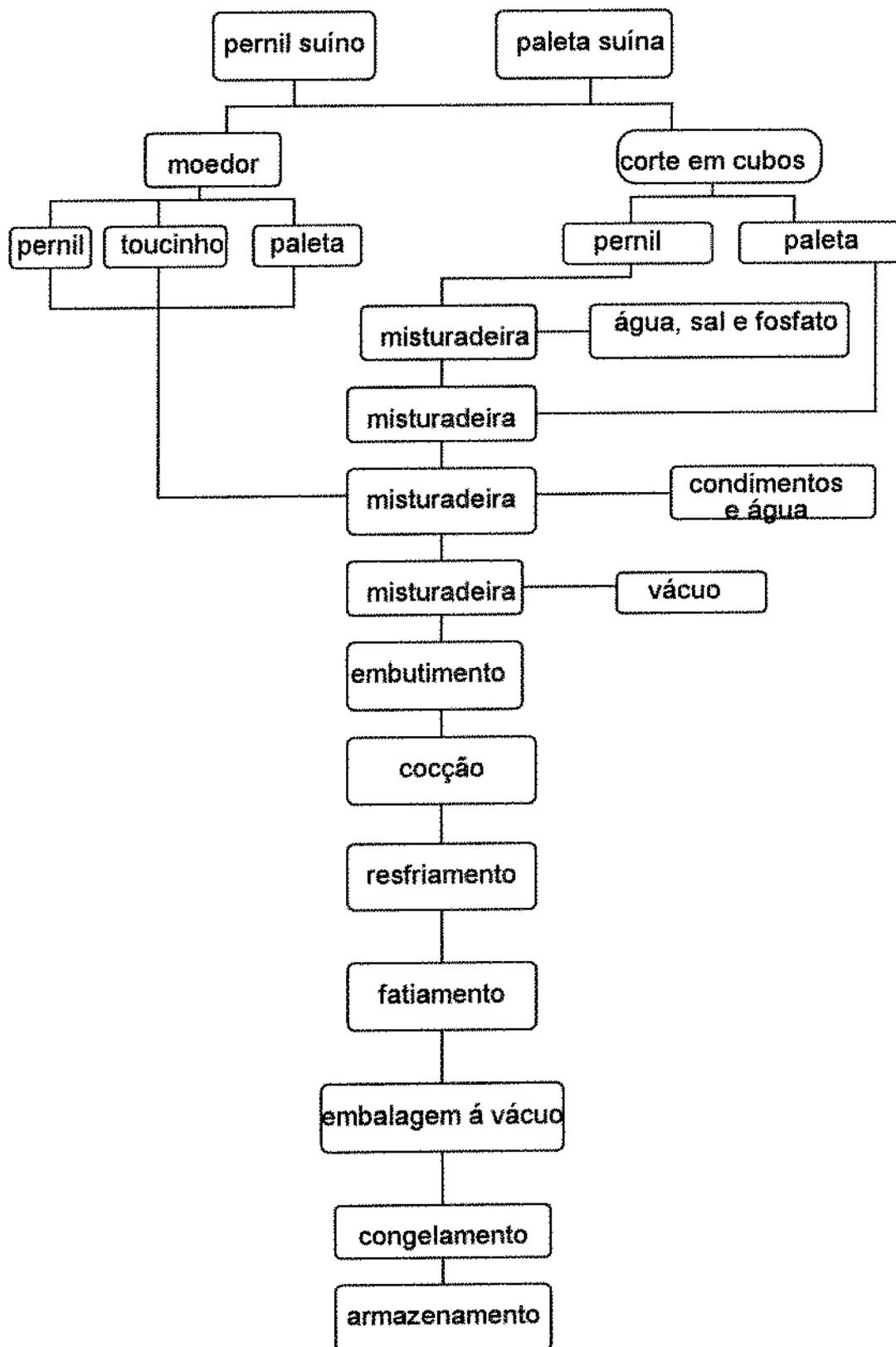


Figura 2 : Fluxograma básico do processamento do tratamento 2, experimento 2.

#### 4.2.2.3 - EXPERIMENTO 3

O terceiro experimento consistiu do estudo da oxidação lipídica e desenvolvimento de "warmed-over flavor" nos tratamentos, com congelamento convencional e criogênico, em câmara de nitrogênio à temperatura de  $-40^{\circ}\text{C}$  com as fatias atingindo a temperatura interna de  $-18^{\circ}\text{C}$  em 10 minutos.

A formulação para o congelamento convencional (Trat. C) e congelamento criogênico (Trat. R) é apresentada na **Tabela 5**, mantendo-se constante os teores de umidade, gordura e proteína. Os tratamentos foram testados sensorialmente, quanto ao sabor nas amostras com o decorrer do tempo de armazenamento, e através de análise do número de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA). Avaliando-se assim a influência do congelamento no desenvolvimento da oxidação lipídica.

Procedeu-se o processamento e o tratamento térmico como descrito em 4.2.2.1, substituindo-se o uso da misturadeira por um "tumbler" (tambor rotativo) à vácuo, no qual a carne em cubos juntamente com o sal, a carragena + STP e 50% do gelo em escamas é tombada/massageada inicialmente por 15min., e por mais 10min. após a adição da carne moída com os demais ingredientes. Efetuou-se três repetições.

O fluxograma de processamento é apresentado na **Figura 3**.

Tabela 5 : Formulação de carne suína reestruturada utilizada no experimento 3

Matéria-prima	Umidade			Gordura		Proteína	
	(Kg)	(Kg)	(%)	(Kg)	(%)	(Kg)	(%)
pernil suíno cubos	3,06	2,33	76,17	0,08	2,50	0,62	20,33
pernil suíno moído	2,46	1,85	75,39	0,14	5,70	0,45	18,11
toucinho 1	0,25	0,10	41,63	0,13	51,00	0,02	6,37
toucinho 2	0,27	0,07	24,40	0,19	72,00	0,01	2,60
Sub Total	6,04	4,36	72,11	0,53	8,84	1,09	18,06
sal	1,00%	0,07					
fos/carr	0,60%	0,04					
açúcar	0,24%	0,02					
gms	0,12%	0,01					
pimenta	0,05%	0,00					
Sub.T(%)	2,01%	0,14					
água adicionada	0,55	0,55	100,00				
Total Final	6,73	4,91	72,95	0,53	7,93	1,09	16,21

Relação umidade/proteína utilizada : 4.50

Obs: Toucinho 1: 51% de gordura

Toucinho 2: 72% de gordura, para ajudar no cálculo da formulação.

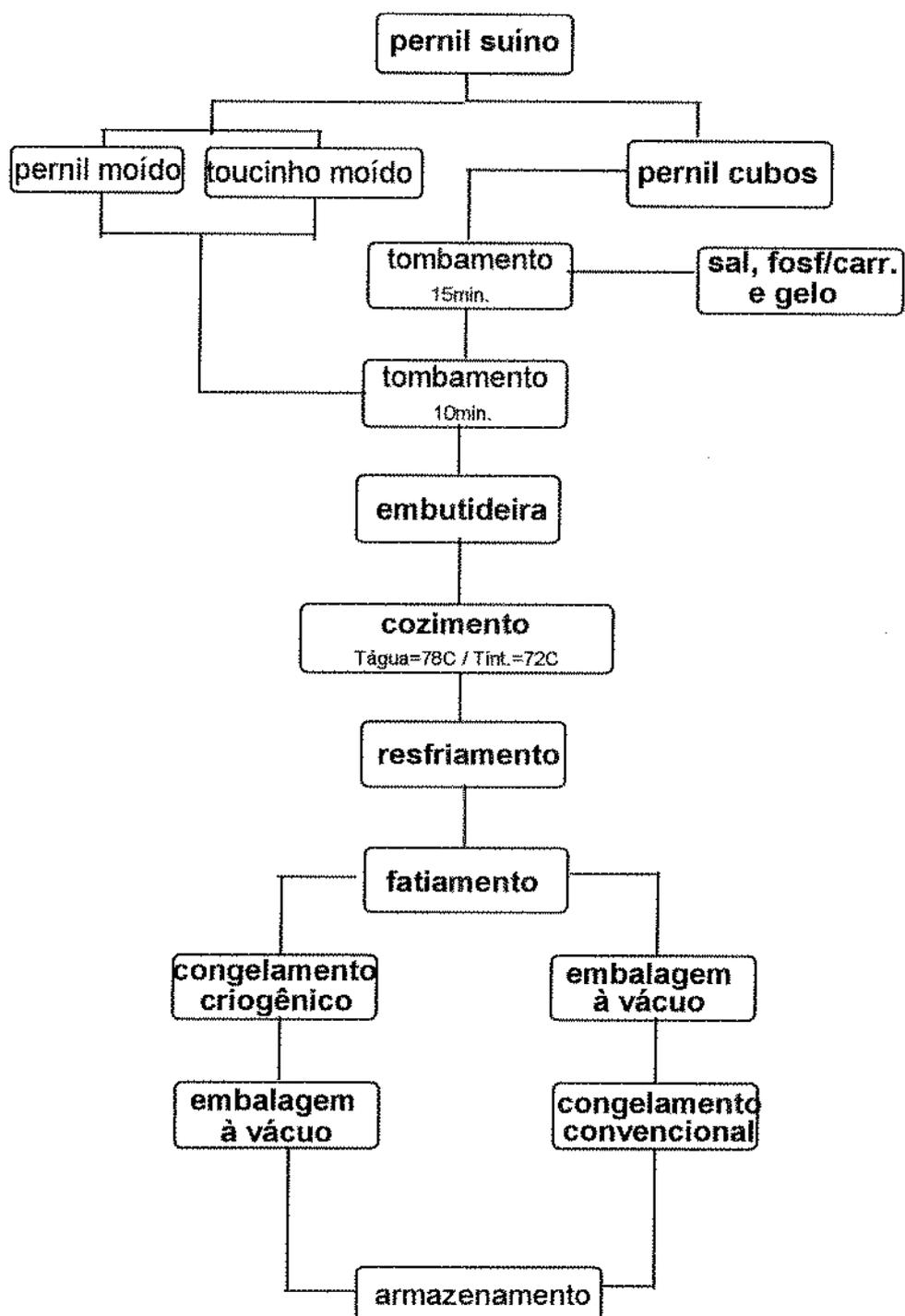


FIGURA 3: Fluxograma de processamento de reestruturado suíno com processo de congelamento convencional e criogênico experimento 3

## 4.3 - ANÁLISES QUÍMICAS

### 4.3.1 - UMIDADE

Determinou-se o teor de umidade secando-se amostras de 10g dos produtos resultantes dos ensaios realizados. As análises foram realizadas em triplicata para cada tratamento, de acordo com o método descrito por HORWITZ (1980)

### 4.3.2 - LIPÍDIOS TOTAIS

Determinou-se a quantidade de lipídios totais de acordo com método descrito por BLIGH & DRYER (1959), nas amostras resultantes dos tratamentos realizados, sendo as análises realizadas em duplicata para cada tratamento.

### 4.3.3 - PROTEÍNAS

Determinou-se o teor de proteínas nas amostras resultantes dos processamentos dos tratamentos realizados, utilizando-se o método micro-Kjedahl para determinação de nitrogênio total e fator de correção 6,25, segundo HORWITZ (1980), sendo as análises realizadas em duplicata para cada tratamento.

### 4.3.4 - CINZAS

Determinou-se o teor de cinzas colocando-se os cadinhos com as amostras resultantes dos tratamentos, previamente carbonizadas em bico de bunsen, na mufla a 525<sup>o</sup>C, como descrito por HORWITZ (1980), sendo as análises realizadas em duplicata para cada formulação.

#### 4.3.5 - TBA

A determinação do número de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico realizou-se de acordo com TARLADGIS et al. (1960), nas amostras resultantes dos tratamentos realizados. Sendo as análises feitas em duplicata para cada tratamento.

A curva para determinação do valor TBA é obtida através dos pesos moleculares do padrão TEP e do malonaldeído, pois a concentração de malonaldeído é obtida partindo-se da concentração do TEP que foi adicionada à amostra para fazer a destilação.

exemplo: 2º ponto da curva:

PM TEP = 220,3 e PM malonaldeído = 72,06

2ml TEP em 10gr amostra

$$\frac{220,3}{72,06} = 3,057$$

$$\frac{2 \times 22,03}{50} = 0,88 \text{ ug TEP} : 3,057 = 0,29 \text{ ug malonaldeído/ml}$$

Como neste exemplo determina-se os demais pontos da curva

Determina-se os valores TBA através da curva padrão, na qual insere-se os valores da absorbância obtidos e chega-se aos valores TBA:

$$\text{Curva padrão : } Y Y = 0,4575x + 0,0003$$

onde : Y é a absorbância da amostra

x é o valor TBA da amostra

Com o valor da absorbância da amostra, obtêm-se o valor TBA (x) em ug/ml, o qual deve-se transformar em mg/Kg, que é a unidade mais usada para expressar valores TBA.

Obtido os valores TBA para um determinado período de tempo, constroi-se uma curva representando a variação dos valores TBA com o tempo de estocagem congelada à -18°C para os tratamentos.

#### 4.4 - ANÁLISES QUÍMICAS RÁPIDAS

Embora não sejam oficiais, os métodos descritos a seguir constituem importante recurso para o cálculo aproximado da composição dos produtos finais.

##### 4.4.1 - UMIDADE EM FORNO DE MICROONDAS

Pesa-se 10g de amostra em placa de petri, previamente tarada, contendo dois papéis de filtro e um bastonete, então coloca-se no microondas por dez minutos em potência alta. As amostras ainda quentes são pesadas novamente e o teor de umidade obtido pela diferença de pesos. Esse método tem sido comparado com o método oficial no Laboratório de Carnes e tem apresentado precisão compatível com a finalidade a que se destina, isto é, a padronização de formulações.

##### 4.4.2 - GORDURA PELO MÉTODO BABCOCK

A determinação de gordura pelo método Babcock, seguiu a metodologia proposta pelo The Griffith Laboratories Inc., Chicago, Illinois - OCKERMAN, H.W (1985) que consiste em :

- Pesar amostra de 9g em frasco Palley, e fechar o frasco com rolha de borracha.
- Com pipeta volumétrica, adicionar 5ml de água a 75°C e agitar.
- Adicionar 10ml de ácido acético glacial com pipeta volumétrica e agitar.
- Adicionar 20ml de ácido sulfúrico (em 3 vezes), agitando frequentemente.
- Transferir os frasco para banho-maria a 75°C, agitando ocasionalmente.
- Após a completa digestão da amostra, adicionar 5ml de água quente.
- Centrifugar os frascos por 2min. e, então, fazer a leitura diretamente na escala da coluna do frasco.

## 4.5 - ANÁLISES FÍSICAS

### 4.5.1 - COR OBJETIVA

Realizou-se a determinação de cor em cinco fatias de cada tratamento, e fez-se duas leituras, com três repetições, em cada fatia. Utilizou-se um colorímetro Minolta modelo CR 300, com abertura do orifício de leitura de 8mm e ângulo de visão de 10° e com iluminante C, obtendo-se os parâmetros  $L_H$  (luminosidade),  $a_H$  (intensidade de vermelho) e  $b_H$  (intensidade de amarelo). Adotou-se este procedimento tanto para fatias do produto pré-cozido frio e congelado, como do produto que foi descongelado e aquecido a 75°C em chapa elétrica a 180°C.

### 4.5.2-TEXTURA OBJETIVA

Realizou-se as determinações do perfil de textura com texturômetro STABLE MICRO SYSTEMS TA-XT 2/25, com célula do tipo "burger punch", adotando-se a velocidade de compressão de 1,7 mm/seg e força "threshold" de 0,20N. Obtendo-se um gráfico da força (N) x distância (mm). Utilizou-se cinco fatias de cada tratamento, nas quais foram realizadas duas medidas, obtendo-se dez medidas para cada tratamento. As fatias foram descongeladas e aquecidas em chapa elétrica a 180°C, até o produto atingir a temperatura interna de 75°C.

## 4.6- AVALIAÇÃO SENSORIAL

A avaliação sensorial dos tratamentos do experimento 1 (descrito em 4.2.2.1) foi feita de duas maneiras distintas. Avaliou-se os tratamentos do ensaio 1 no Laboratório de Análise Sensorial da FEA-Unicamp, e os tratamentos do ensaio 2 no Laboratório de Análise Sensorial do ITAL.

Os tratamentos do ensaio 1 foram avaliados sensorialmente, primeiro aplicando-se um teste triangular de diferença, com 30 provadores não treinados (**Figura 4**), obtendo-se de acordo com a Tabela de E. B. ROESSLER (MORAIS, 1990) uma diferença significativa ao nível de 1% (17 respostas corretas). Aplicou-se, então, um teste de escala hedônica não estruturada de 9cm para a avaliação dos atributos de maciez, suculência, sabor e qualidade global, com trinta provadores não treinados, variando de "desgostei muito" até "gostei muito" (**Figura 5**). As amostras, codificadas com três dígitos, foram distribuídas aos provadores, em cabines individuais, com iluminação vermelha, para que possíveis diferenças de cor não interferissem na avaliação. Os resultados foram analisados estatisticamente por análise de variância e teste de Tukey.

Avaliou-se os tratamentos do ensaio 2, primeiramente aplicando-se um teste triangular para detectar se havia diferença significativa entre as amostras, obtendo-se de acordo com a Tabela de E. B. ROESSLER (MORAIS, 1990) uma diferença significativa ao nível de 0,1% (21 respostas corretas). Posteriormente utilizou-se um teste de preferência com escala de dez cm, semi estruturada, para os parâmetros maciez e suculência, e não estruturada para o sabor e a qualidade global. Para os parâmetros de maciez e suculência considerou-se que o valor "ideal" estaria situado no meio da escala, para o sabor os extremos "não característico" a "característico" e para a qualidade global de "muito ruim" a "excelente". As amostras codificadas com três dígitos foram distribuídas aos oito provadores treinados em cabines computadorizadas individuais, com iluminação vermelha. A ordem de distribuição e a codificação das amostras foram delineadas em blocos casualizados pelo Programa de Avaliação Sensorial Computadorizada (Compusense Inc. versão 4.1). A **Figura 6** ilustra o questionário utilizado.

Realizou-se avaliação sensorial nos tratamentos do experimento 2 (descrito em 4.2.2.2) aplicando-se um teste de preferência com trinta provadores não treinados, analisando-se a preferência em

relação aos três tratamentos, com escala hedônica estruturada variando de um a sete, onde o ponto um correspondia a "desgostei muitíssimo" e o sete ao "gostei muitíssimo". As amostras codificadas com três dígitos foram distribuídas aos provadores em cabines computadorizadas, individuais, com iluminação vermelha. A ordem de distribuição e a codificação das amostras foram delineadas em blocos casualizados pelo Programa de Avaliação Sensorial Computadorizada (Compusense Inc. versão 4.1). A **Figura 7** ilustra o questionário de avaliação utilizado.

Realizou-se avaliação sensorial de sabor para os tratamentos do experimento 3, sendo avaliado "sabor característico", "sabor estranho" e desenvolvimento de "sabor de gordura rançosa" ou "warmed-over flavor" (WOF) em escala de intensidade, não estruturada variando de zero a dez (cm), com treze provadores treinados. A codificação e a distribuição das amostras foram idênticas a do experimento 2. A **Figura 8** ilustra o questionário de avaliação utilizado.



Instruções :

Instrução geral : Hoje você irá avaliar amostras de reestruturado suíno.

Instrução específica : Por favor, avalie as amostras na ordem indicada. Utilize água e/ou biscoito ao passar de uma amostra para outra.

Questionário :

MACIEZ



SUCULÊNCIA



SABOR



QUALIDADE GLOBAL



Figura 6 : Modelo de questionário utilizado no teste de avaliação sensorial nos tratamentos do experimento 1, ensaio 2

Instruções :

Instrução geral : Hoje você irá avaliar amostras de reestruturado suíno, quanto a sua preferência global. Se você acha que não existe diferença entre as amostras, coloque a mesma avaliação para elas.

Instrução específica : Por favor, avalie as amostras na ordem indicada. Utilize água e/ou biscoito ao passar de uma amostra para outra.

Questionário:

amostra: 456

1. desgostei muito	2. desgostei moderadamente	3. desgostei ligeiramente	4. indiferente	5. gostei ligeiramente	6. gostei moderadamente	7. gostei muitíssimo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

amostra: 395

1. desgostei muito	2. desgostei moderadamente	3. desgostei ligeiramente	4. indiferente	5. gostei ligeiramente	6. gostei moderadamente	7. gostei muitíssimo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

amostra: 387

1. desgostei muito	2. desgostei moderadamente	3. desgostei ligeiramente	4. indiferente	5. gostei ligeiramente	6. gostei moderadamente	7. gostei muitíssimo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 7: Modelo de questionário utilizado no teste de avaliação sensorial dos tratamentos do experimento 2.

Instruções:

Instrução geral : Hoje você irá avaliar reestruturado suíno

Instrução específica : Prove as amostras da esquerda para a direita e avalie-as quanto a intensidade de SABOR.

Questionário:

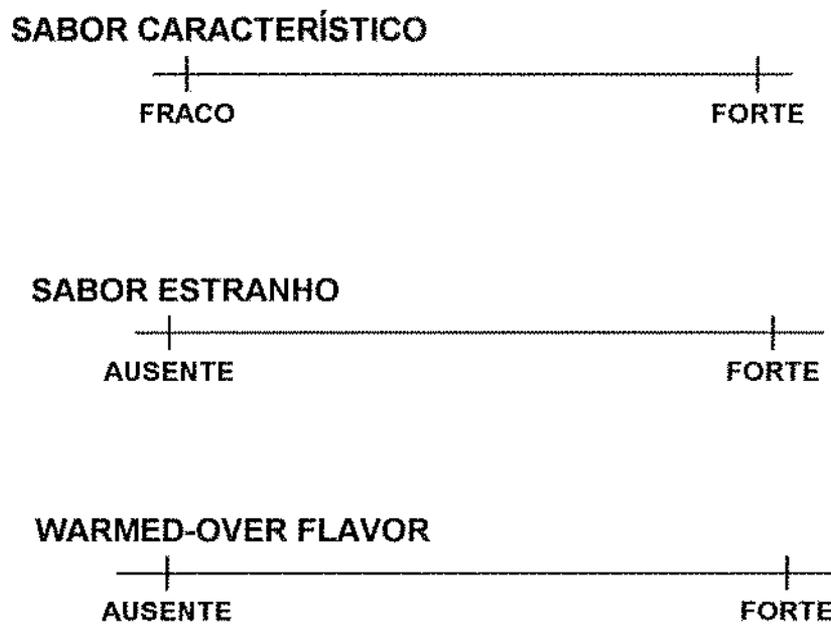


Figura 8: Modelo de questionário utilizado para avaliação do sabor dos tratamentos do experimento 3.

#### 4.7- ANÁLISE DE CUSTOS

Realizou-se a análise dos custos dos tratamentos 1 e 2 pela somatória dos ingredientes cárneos e não cárneos, levando-se em consideração o rendimento das formulações nas etapas de processamento, assim como a perda de peso durante o cozimento e as quebras durante o fatiamento e a embalagem.

O custo das matérias-primas cárneas foi concedido por fornecedores da indústria cárnea no dia 14 de maio de 1996. E o custo dos ingredientes não cárneos foi fornecido pelo representante do produto no dia 26 de abril de 1996

#### 4.8- ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Os resultados das análises sensorial, químicas e físicas foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste Tukey a nível de significância de 5%.

## 5- RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1- EXPERIMENTO 1

#### 5.1.1- RENDIMENTO E CUSTO DAS FORMULAÇÕES

##### 5.1.1.1- RENDIMENTO DAS FORMULAÇÕES

No **Quadro 1** são apresentados os pesos e rendimentos dos tratamentos A e B durante o processamento - etapas de embutimento, cozimento e fatiamento - e no processo de aquecer para servir.

Quadro 1 : Rendimentos dos tratamentos A e B nas etapas de processamento.

Etapas de processamento	Tratamento A		Tratamento B	
	kg	%	kg	%
Matéria-prima <sup>(1)</sup>	8,260	100,00	8,260	100,00
Produto cru	8,585	103,93	9,190	111,25
Produto cozido	8,565	103,69	9,170	111,01
Produto fatiado	8,275	100,18	8,865	107,32
Fatia congelada <sup>(2)</sup>	0,90	100,00	0,90	100,00
Fatia aquecida	0,88	97,78	0,90	100,00

<sup>1</sup>Base 100 para as fases de embutimento, cozimento e fatiamento.

<sup>2</sup>Base 100 para a fase de aquecimento para servir.

As quantidades iniciais de matéria-prima dos tratamentos eram iguais, porém, a quantidade de água adicionada durante o processamento foi maior para o tratamento B (tabelas 1 e 2). No Quadro 1, vê-se que o peso cru embutido do Trat.A foi de 8,585Kg e o do Trat.B, 9,190Kg. É importante observar que a água adicionada a mais no Trat. B ficou retida no produto cozido, pois a

quebra foi de apenas 20g em ambos os tratamentos, o que se deve ao fato das moléculas dos polissacarídeos como a carragena serem altamente hidrofílicas (FISZMAN, 1989), o que altera as propriedades funcionais da massa cárnea, aumentando a capacidade de retenção de água da mesma.

Ao comparar o peso final, do produto fatiado e embalado à vácuo, observa-se um rendimento de 100,18% para o Trat. A e 107,32% para o tratamento B, indicando uma possível vantagem econômica desse último, que vai depender do custo da mistura contendo a carragena.

O tratamento B não perdeu água no processo de aquecimento em chapa elétrica pré-aquecida (180-190°C), porém o tratamento A perdeu em média 2,22% do seu peso.

#### 5.1.1.1- CUSTO DAS FORMULAÇÕES

O **Quadro 2** apresenta as matérias primas, os ingredientes utilizados que diferiram entre os tratamentos, e os respectivos custos em moeda nacional corrente.

Quadro 2. Custos de matérias primas dos tratamentos A e B

Ingredientes	Custo unitário R\$/kg	Quantidade utilizada	Trat. A R\$	Trat. B R\$
Mat.-prima cárnea	2,10	8.26Kg	17,34	17,34
Tripolifosfato (STP)	1,80	30g	0,05	-
Carragena+STP	14,00	50g	-	0,70
Custo	-	-	17,39	18,04

Comparando-se os custos de matérias primas apresentadas no Quadro 2, vê-se que o tratamento B é 3,18% mais caro que o tratamento A. Porém, considerando-se que o tratamento B tem um rendimento 7,14% maior do que o tratamento A nas etapas de

processamento e 2,22% maior no aquecimento em chapa elétrica, conclui-se que o tratamento B é mais vantajoso economicamente.

### 5.1.2.- COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

A composição centesimal foi determinada através de análises realizadas em duplicata para cada ensaio. No **Quadro 3** são apresentados os resultados médios dos tratamentos nos dois ensaios.

Quadro 3: Composição centesimal média dos tratamentos, por ensaio.

	Tratamento	Umidade (%)	Gordura (%)	Proteína (%)	Cinzas (%)
Ensaio 1	A	65,01	14,56	16,54 <sup>a</sup>	2,05
	B	72,00	8,75	16,95 <sup>a</sup>	1,82
Ensaio 2	A	65,05	14,62	16,65	1,97
	B	71,52	8,23	16,92	1,86

<sup>a</sup>Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem ( $p>0,05$ ).

Comparando os valores obtidos nas análises da composição do Trat.A com os resultados publicados por AKAMITTAH et alli (1990), que estudaram os efeitos da adição de sal e tripolifosfato de sódio, verifica-se muita semelhança nos teores de umidade, gordura, proteína e cinzas.

BARBUT & MITTAL (1992) estudaram a substituição de gordura com o uso de polissacarídeos e relataram que o teor de umidade para o produto com carragena foi de 73,74%, o de gordura foi de 8,30% e o de proteína igual a 14,75%, como se vê, muito

semelhantes aos resultados obtidos para o Trat.B no presente estudo.

O teor de umidade mais elevado no tratamento B é necessário para que o produto apresente suculência e maciez semelhantes ao tratamento A, que têm a gordura como base de suas características sensoriais.

O teor de proteína nos dois tratamentos se manteve constante, não havendo diferença ( $p > 0,05$ ) entre as médias obtidas.

O teor de cinzas foi um pouco superior no Trat.A, por este apresentar uma quantidade superior de elementos minerais do tecido adiposo, que está em maior quantidade neste tratamento, relativamente ao Trat.B.

Segundo BARBUT & MITTAL (1993), de acordo com as regulamentações dos Estados Unidos um produto com teor de gordura abaixo de 10% é considerado "lean"(magro) ou "low fat"(baixo teor de gordura). Analisando-se o tratamento B deste experimento pode-se considerar a viabilização de um produto reestruturado de carne suína magro, ou seja, com baixo teor de gordura.

### 5.1.3- ANÁLISE DE TBA.

O **Quadro 4** apresenta as concentrações de malonaldeído e as leituras das absorbâncias do padrão, e padrão com amostras destilados, utilizadas na construção da curva padrão como foi demonstrado no MATERIAL E MÉTODOS. As curvas do padrão destilado e do padrão destilado com amostra são apresentadas na **Figura 9**

Quadro 4: Concentração de malonaldeído e absorbâncias a 535nm para à curva padrão.

Malonaldeído (ug /ml destilado)	Padrão destilado	Padrão destilado c/ amostra
0,14	0,09	
0,29	0,193	0,123
0,72	0,458	0,337
1,15	0,704	0,535
1,43	0,904	0,662
1,72	1,065	0,774

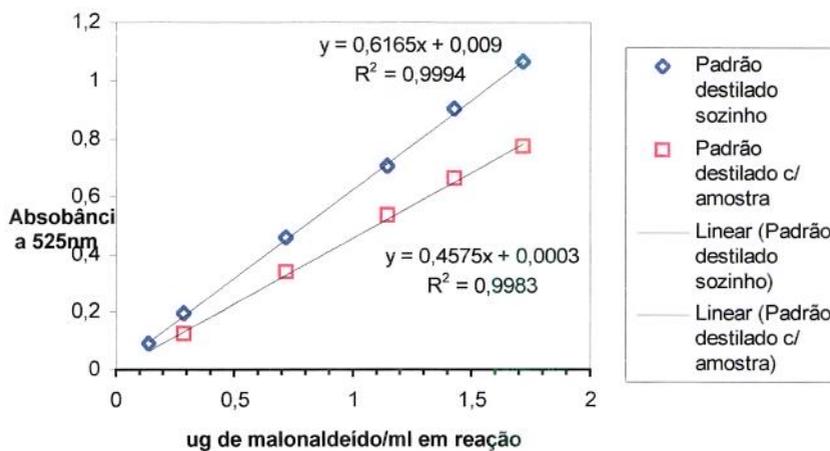


Figura 9: Curvas padrão para determinação do valor TBA em carne suína reestruturada

A curva do padrão com destilação sem amostra é obtida somente para testar a percentagem de recuperação do malonaldeído.

Obtendo-se a curva para o padrão destilado com amostra em ug de malonaldeído/ml em reação, pode-se chegar ao valor TBA dos tratamentos A e B da seguinte forma:

• leitura de absorbância obtida para as amostras, valor y da equação.

• encontrado o valor x da equação, então multiplicá-lo por 50ml de destilado.

neste valor multiplica-se por 10g (amostra) e divide-se por 1000g, obtêm-se então o valor TBA em mg/Kg

Quadro 5: Valor TBA para os tratamentos A e B.

Tratamentos	Absorbância	Valor TBA
A	0,0655	0,712mg/Kg
B	0,0535	0,581mg/Kg

Os valores TBA obtidos estão na faixa dos demais valores encontrados na literatura para carne reestruturada e do limite de aceitação, ou seja, o valor à partir do qual os consumidores podem começar a detectar algum sabor desagradável, como citado por SIU & DRAPER (1978)

#### 5.1.4- TEXTURA

##### 5.1 4.1- TEXTURA OBJETIVA.

A incorporação de polissacarídeos, como a carragena, em produtos cárneos pode provocar modificações na consistência do produto, pois se dissolvem no meio aquoso da carne durante o processamento térmico e formam gel no resfriamento.

A **Figura 10** mostra exemplos das curvas obtidas para os dois produtos. O **Quadro 6** apresenta médias obtidas no pico 1, que é o momento em que a célula rompe a parte superior da fatia, para os dois produtos. E o **Quadro 7** apresenta as médias registradas para a força máxima, ou seja o momento em que a célula rompe a parte interior da fatia vencendo a resistência imposta pela massa cárnea.

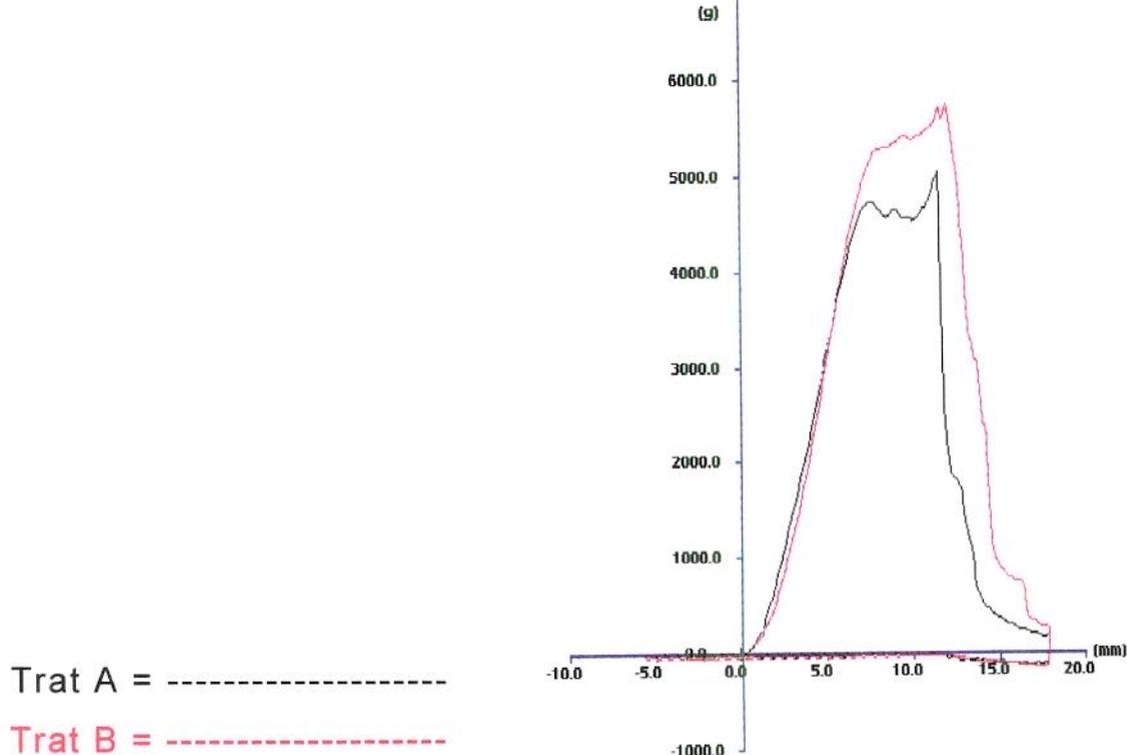


Figura 10: Curvas médias da textura objetiva dos tratamentos A e B.

Quadro 6. Amplitude de variação, médias e desvios para o pico 1 dos tratamentos A e B.

Tratamentos	Variação (N)	Médias (N)	DP
A	49,40-78,96	55,17 <sup>b</sup>	10,41
B	42,48-99,47	65,20 <sup>a</sup>	19,32

<sup>ab</sup>Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente ( $P > 0,05$ ) pelo teste t-Tukey.

O tratamento B apresentou uma grande variação para o pico 1, o que possivelmente se explica pelas variações de temperatura do produto ( $50^{\circ}$  a  $25^{\circ}$  C) em que as análises foram realizadas, pois o gel formado pela carragena tende a ficar mais firme com o abaixamento da temperatura, dificultando a penetração do probe.

Quadro 7. Amplitude de variação, médias e desvios para força máxima dos tratamentos A e B..

Tratamentos	Variação (N)	Médias (N)	DP
A	65,53--95,97	73,94 <sup>a</sup>	11,32
B	63,55--99,47	74,23 <sup>a</sup>	12,90

<sup>a</sup>Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente ( $p>0,05$ ) pelo teste t-Tukey.

Os altos valores de desvio padrão obtidos são devidos à heterogeneidade das amostras, que são compostas de pedaços de carne cortados em cubos e carne moída, oferecendo uma diferente resistência de penetração ao probe e a crosta superficial criada com aquecimento em chapa elétrica.

BARBUT & MITTAL (1992) compararam a adição de diversos tipos de polissacarídeos em embutidos de massa agregada e quando adicionaram kappa-carragena no embutido com baixo teor de gordura encontraram força de cisalhamento de 4,83N, em contrapartida a força de cisalhamento do embutido controle foi de 6,71N, medidos em célula Warner Bratzler. E, segundo SHAND et alli.(1991), a textura de rosbife reestruturado também obteve médias maiores com a adição de kappa-carragena.

#### 5.1.4.2- MACIEZ SUBJETIVA

A maciez subjetiva foi medida de forma diferente nos dois ensaios realizados, sendo que, no primeiro, a avaliação foi realizada por trinta provadores não treinados, usando escala hedônica não estruturada, e, no segundo, por oito provadores treinados, usando escala do ideal ou semi-estruturada.

O **Quadro 8** apresenta as médias da maciez subjetiva dos ensaios 1 e 2. E as **Figuras 11 e 12** o histograma de frequência das notas atribuídas pelos provadores nos ensaios 1 e 2 respectivamente.

Quadro 8: Médias de maciez subjetiva para os reestruturados dos tratamentos A e B

Ensaio	Tratamento	
	A	B
1(*)	6,13 <sup>a</sup>	6,56 <sup>a</sup>
2(+)	5,31 <sup>a</sup>	5,90 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Médias na mesma linha seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente ( $P > 0,05$ )

\*0=desgostei muito; 9=gostei muito.

+0=muito dura; 5=ideal, e 10=muito macia.

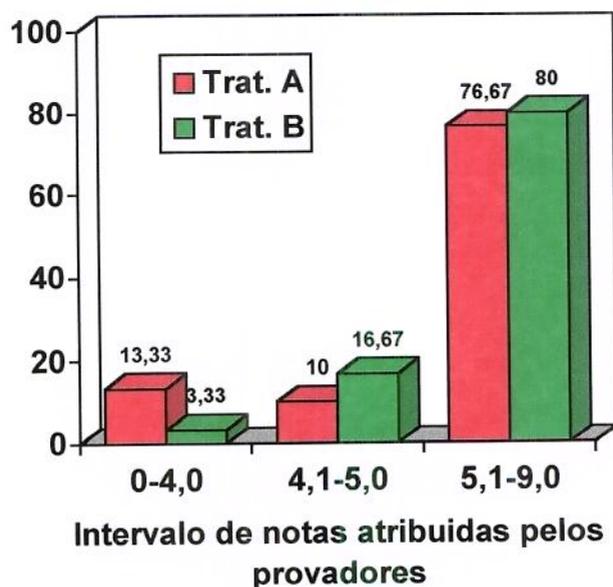


FIGURA 11: Histograma de frequência das notas (cm) atribuídas pelos provadores quanto a maciez dos tratamentos A e B no ensaio 1

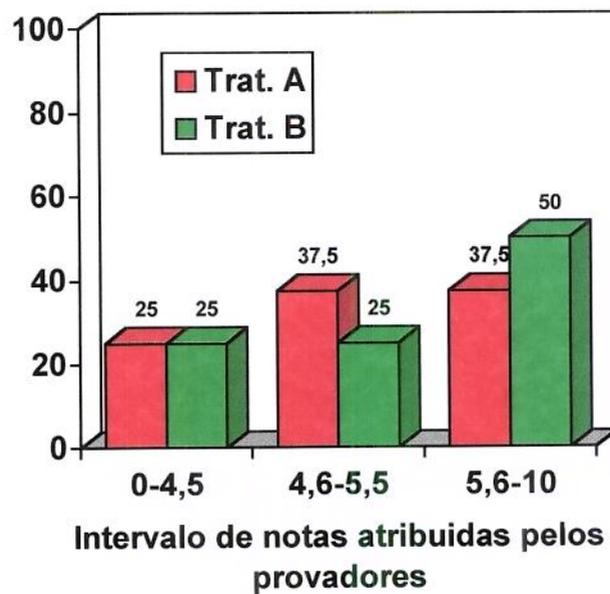


FIGURA 12 : Histograma de frequência das notas atribuídas pelos provadores quanto a maciez dos tratamentos A e B no ensaio 2

Houve uma ligeira preferência pela maciez do produto com adição de carragena em ambos os ensaios realizados, sem haver diferença significativa entre os produtos.

No histograma do ensaio 1 (Figura 11) verifica-se que a maior frequência de notas para os tratamentos A e B situa-se na faixa de 5,1-9,0, ou seja, na zona de aceitação, indicando uma boa aceitação quanto à maciez destes produtos. Observando-se o histograma do ensaio 2 (Figura 12) verifica-se que a maior frequência (50%) de notas para o Trat. B encontra-se na faixa de 5,6-10,0, indicando que a metade dos provadores considerou este produto muito macio, já que a maciez ideal nesta escala é considerada 5,0. Para o Trat. A, a frequência foi a mesma, tanto na zona onde encontra-se a maciez considerada ideal (4,6-5,5) como na zona em que o produto é considerado muito macio (5,6-10,0).

Quando se compara os resultados da maciez subjetiva com a textura instrumental, vê-se uma ligeira preferência pela maciez do Trat. B, provavelmente porque, como será mostrado a seguir (Quadro 9), o reestruturado era mais suculento, o que provoca uma

provoca uma sensação de textura mais apreciável na boca. Ressalte-se que os resultados médios da textura instrumental, para a força máxima, não diferiram ( $p>0,05$ ).

#### 5.1.5- SUCULÊNCIA

No **Quadro 9** são apresentados os resultados da avaliação da suculência dos tratamentos A e B nos ensaios realizados neste experimento. No primeiro ensaio a avaliação foi feita por trinta provadores não treinados e no segundo por oito provadores treinados. As **Figuras 13 e 14** apresentam os histogramas de frequência das notas dos provadores nos ensaios 1 e 2 respectivamente.

Quadro 9 : Médias de suculência para os reestruturados com tratamentos A e B, experimento 1.

Ensaio	Tratamento	
	A	B
1(*)	6,03 <sup>a</sup>	6,14 <sup>a</sup>
2(+)	4,68 <sup>a</sup>	5,74 <sup>a</sup>

\*Médias na mesma linha seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente ( $p>0,05$ )

\*0=desgostei muito; 9=gostei muito.

+0=muito seca; 5=ideal, e 10=muito succulenta.

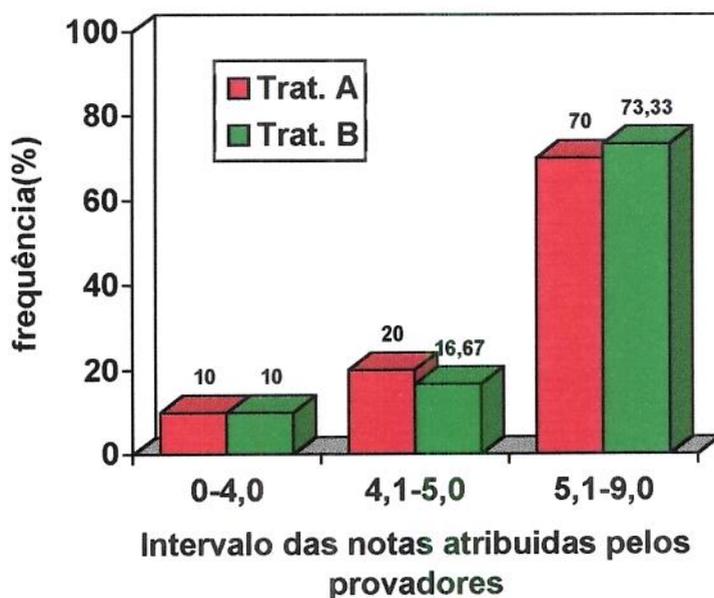


FIGURA 13 : Histograma de frequência das notas atribuídas pelos provadores quanto a suculência no ensaio 1

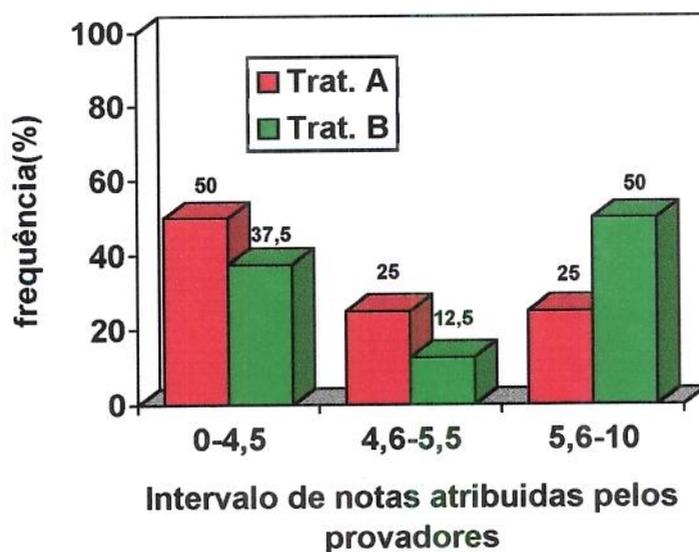


FIGURA 14 : Histograma de frequência das notas atribuídas pelos provadores quanto a suculência no ensaio 2.

O Trat. B obteve melhores médias para a suculência do que o Trat. A, porém não foram apresentadas diferenças significativas quanto à aceitação das amostras entre os tratamentos ou ensaios (Quadro 9). Na Figura 13 observa-se que a maior frequência das notas para os dois tratamentos encontra-se na zona de aceitação (5,1-9,0). No ensaio 2 (Figura 14) pode-se observar que o Trat. A foi considerado mais seco que o Trat. B, pois a maior frequência de suas notas encontra-se abaixo do valor "ideal", ao contrário do Trat. B que a zona de maior frequência encontra-se acima do valor "ideal", ou seja maior suculência, porém não significando que os dois produtos não tenham uma boa aceitação. Este resultado é compatível com os de BARBUT & MITTAL (1992), que comparavam a ação de três tipos de gomas em embutidos de massa agregada crua, com baixo teor de gordura.

#### 5.1.6- SABOR

A análise do sabor dos reestruturados nos ensaios 1 e 2 é apresentada no **Quadro 10**. Nas **Figuras 15 e 16** são apresentados os histogramas de frequência das notas dos provadores quanto a este atributo nos ensaios 1 e 2, respectivamente.

Quadro 10 : Médias de sabor para os reestruturados com tratamentos A e B, experimento 1.

Ensaio	Tratamento	
	A	B
1 <sup>(*)</sup>	6,63 <sup>a</sup>	6,77 <sup>a</sup>
2 <sup>(+)</sup>	8,33 <sup>a</sup>	8,85 <sup>a</sup>

\*Médias na mesma linha seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente ( $p > 0,05$ )

\*0=desgostei muito; 9=gostei muito.

+0=não característico; 10=característico.

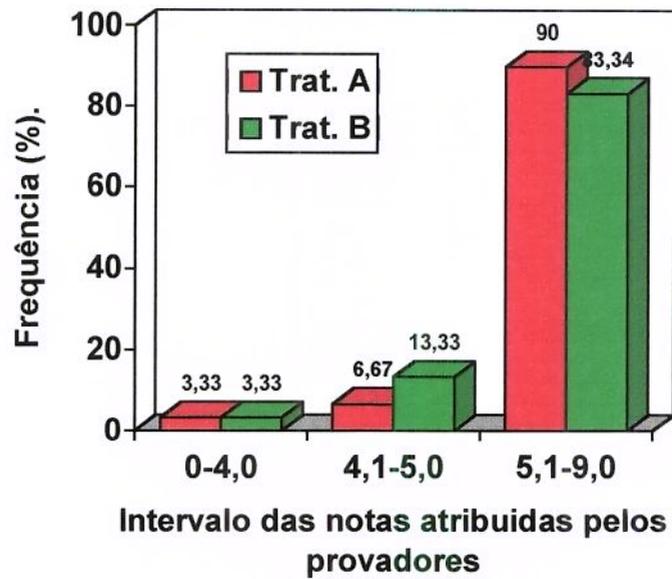


FIGURA 15. Histograma de frequência das notas atribuídas pelos provadores ao sabor, no ensaio 1

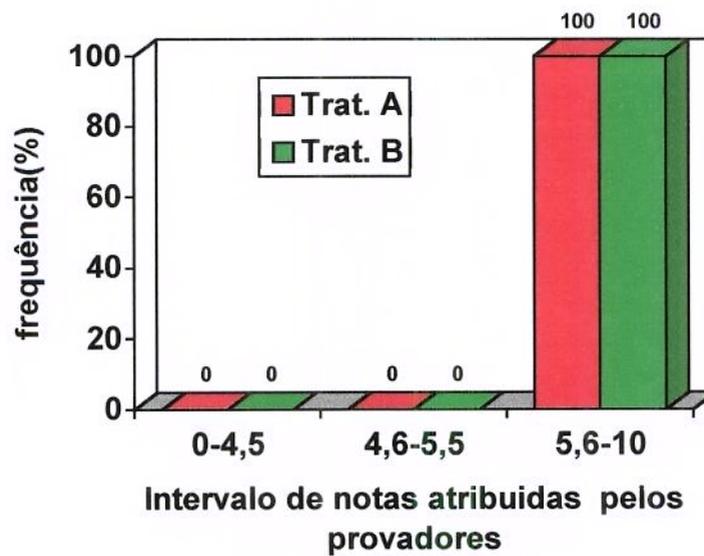


FIGURA 16. Histograma de frequência das notas atribuídas pelos provadores quanto ao sabor, no ensaio 2

Não foram observadas diferenças ( $p > 0,05$ ), para sabor, entre os tratamentos nos dois ensaios realizados, tendo havido apenas uma ligeira preferência pelo tratamento B. As médias do ensaio 1 se situaram entre 6,63 e 6,77, que, na escala de nove pontos, ficam próximas de "gostei muito", e as médias do ensaio 2 se situaram entre 8,33 e 8,85, que, na escala de dez pontos ficam próximas de "característico" (Quadro 10). Pela Figura 15 vê-se que a maior frequência das notas para sabor, do Trat. A e do Trat. B, no ensaio 1, está no intervalo 5,1 e 9,0 (zona de aceitação), e, no ensaio 2 (Figura 16) 100% das notas do Trat. A e do Trat. B situaram-se na zona de aceitação (5,6-10,0).

### 5.1.7 - QUALIDADE GLOBAL

A avaliação da qualidade global dos ensaios 1 e 2, para os tratamentos A e B, é apresentada no **Quadro 11**. As **Figuras 17 e 18** apresentam os histogramas de frequência das notas atribuídas à qualidade global, pelos provadores, nos ensaios 1 e 2, respectivamente. Nesta análise, os provadores foram instruídos a fazerem uma avaliação dos tratamentos de um modo geral e marcarem nas escalas conforme a sua preferência.

Quadro 11 : Médias de qualidade global para os reestruturados com tratamentos A e B, experimento 1.

Ensaio	Tratamento	
	A	B
1*	6,74 <sup>a</sup>	6,82 <sup>a</sup>
2 <sup>+</sup>	7,37 <sup>a</sup>	7,79 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Médias na mesma linha seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente ( $p > 0,05$ )

\*0=desgostei muito; 9=gostei muito.

<sup>+</sup>0=ruim; 10=excelente.

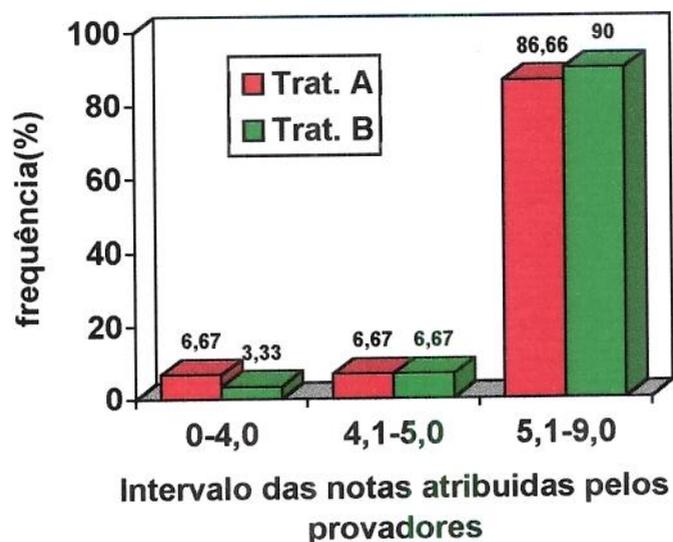


FIGURA 17 : Histograma de frequência das notas atribuídas pelos provadores quanto à qualidade global no ensaio 1

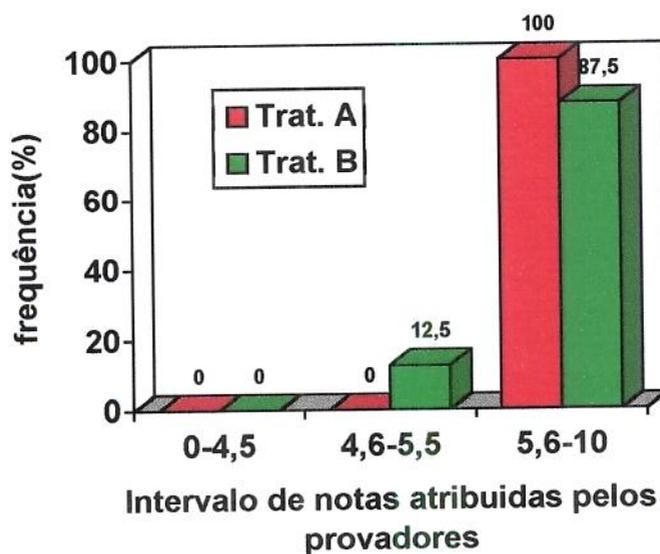


FIGURA 18 : Histograma de frequência das notas atribuídas pelos provadores quanto à qualidade global no ensaio 2.

Os tratamentos foram considerados próximos de “gostei muito” e “excelente” não havendo diferença significativa, porém, com uma

pequena vantagem do Trat. B sobre o A, nos dois ensaios. Observando as Figuras 16 e 17 verifica-se que as notas atribuídas pelos provadores foram próximas nos dois ensaios, ambos com a maior frequência de notas na zona de aceitação.

#### 5.1.8 - MEDIDA OBJETIVA DA COR

Realizou-se medidas de cor com o objetivo de se analisar a influência da adição de carragena + STP em produtos reestruturados de carne suína. As medidas foram feitas nas fatias dos reestruturados, antes e após o aquecimento, pois os produtos devem ser expostos ao varejo como carne pré-cozida, congelada, e consumidas após o aquecimento. Sendo por isso mesmo, importante conhecer os atributos de cor para as duas formas de apresentação.

Avaliou-se objetivamente a luminosidade ( $L_H$ ), a intensidade de cor vermelha ( $a_H$ ) e a intensidade de cor amarela ( $b_H$ ) no sistema Hunter Lab.

#### 5.2.8.1 - LUMINOSIDADE ( $L_H$ )

A média das medidas de luminosidade ( $L_H$ ) das fatias de carne reestruturada, feitas antes e após o aquecimento, são apresentadas no **Quadro 12** para os tratamentos A e B.

Quadro 12 : Médias da luminosidade ( $L_H$ ) dos tratamentos antes e após o aquecimento.

Tratamento	Luminosidade ( $L_H$ )			
	Antes de aquecer		Após aquecer	
	Média	dp	Média	dp
A	50,80 <sup>a</sup>	5,05	39,90 <sup>a</sup>	3,89
B	50,70 <sup>a</sup>	4,95	41,90 <sup>a</sup>	4,06

<sup>a</sup>Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem estatisticamente ( $p>0,05$ )

Não foram encontradas diferenças ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos, nas medidas de luminosidade, feitas antes e após o aquecimento das amostras. Observou-se grande diminuição da luminosidade ( $L_H$ ) nas fatias de carne após o aquecimento, o que era de se esperar, pois as fatias escurecem com a fritura, sendo que o Trat. B apresentou variação menor.

BARBUT & MITTAL (1992), ao usarem kappa e iota carragena em embutidos, também não encontraram diferença nos produtos antes e após o aquecimento em chapa elétrica com relação a formulação controle, e os valores citados pelos autores para a luminosidade foram de 32,73 antes do aquecimento e 47,26 após, portanto inferiores aos valores encontrados neste trabalho. Porém, BREWER et alli (1992) ao testarem a adição de um composto contendo carragena, fécula de batata e fosfato em patês de carne bovina encontraram diferença significativa, em relação ao controle, nas medidas de luminosidade, sendo maior a luminosidade do produto controle.

Devido à variação no tamanho dos fragmentos de carne - moída e cortada em cubos - que compunham a matéria prima, observa-se, no Quadro 12, desvios-padrão de cerca de 10% do valor das medidas de luminosidade em ambos os tratamentos, antes ou após o aquecimento.

#### 5.1.8.2 - INTENSIDADE DE VERMELHO ( $a_H$ )

Os valores encontrados nas medidas da intensidade de vermelho ( $a_H$ ) foram muito baixos (3,80-4,10), devendo-se levar em consideração que este produto não é curado, e que a carne suína pré-cozida tem um tom marron-acinzentado.

A incorporação da mistura contendo carragena poderia acarretar maiores modificações na intensidade da cor vermelha, devido a este fato, foram realizadas avaliações, antes e após o aquecimento

das amostras. O **Quadro 13** apresenta a média das medidas da intensidade de vermelho nos tratamentos A e B.

Quadro 13. Médias da intensidade de vermelho ( $a_H$ ) dos tratamentos antes e após o aquecimento.

Tratamento	Intensidade de vermelho ( $a_H$ )			
	Antes de aquecer		Após aquecer	
	Média	dp	Média	dp
A	3,80 <sup>a</sup>	1,79	4,80 <sup>a</sup>	1,12
B	4,10 <sup>a</sup>	1,77	4,40 <sup>a</sup>	1,11

<sup>a</sup>Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem estatisticamente ( $p>0,05$ )

Não houve diferença ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos, antes ou após o aquecimento das amostras. Quando compara-se os resultados obtidos com aqueles relatados por BARBUT & MITTAL (1992) para os embutidos após o aquecimento, verifica-se que os resultados apresentados no Quadro 13, são compatíveis, entretanto, os desvios-padrão encontrados nessa pesquisa são muito maiores.

#### 5.1.8.3 - INTENSIDADE DE AMARELO ( $b_H$ )

No **Quadro 14** são apresentados os resultados das medidas de intensidade de amarelo ( $b_H$ ), antes e após o aquecimento das amostras dos tratamentos A e B.

Quadro 14. Médias da intensidade de amarelo ( $b_H$ ) dos tratamentos A e B, antes e após o aquecimento.

Tratamento	Intensidade de amarelo ( $b_H$ )			
	Antes de aquecer		Após aquecer	
	Média	dp	Média	dp
A	7,10 <sup>a</sup>	0,94	10,90 <sup>a</sup>	1,84

B	7,40 <sup>a</sup>	1,15	11,90 <sup>a</sup>	2,29
---	-------------------	------	--------------------	------

<sup>a</sup>Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem estatisticamente ( $p > 0,05$ )

Os tratamentos A e B, antes ou após o aquecimento, não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre si na intensidade de amarelo ( $b_H$ ).

Verificou-se nos resultados apresentados nos Quadros 12, 13 e 14, que a utilização da mistura contendo carragena não acarretou modificações nos parâmetros da cor que pudessem prejudicar a qualidade dos reestruturados não curados, pré-cozidos e congelados, aquecidos ou não.

## 5.2- EXPERIMENTO 2

Tendo em vista o uso menos nobre da carne de paleta suína em comparação com a carne de pernil, e o seu custo relativamente inferior, testou-se as substituições de 50% e 100% da matéria-prima do tratamento 1, como segue:

- Tratamento 1 : 100% carne de pernil suíno.
- Tratamento 2 : 50% carne de pernil suíno e 50% carne de paleta suína.
- Tratamento 3 : 100% carne de paleta suína.

### 5.2.1- RENDIMENTO E CUSTO DAS FORMULAÇÕES

#### 5.2.1.1 - RENDIMENTO

No **Quadro 15** são apresentados os pesos médios das formulações durante o procesamento, nos dois ensaios realizados, partindo-se

da quantidade de matéria-prima cárnea utilizada e chegando ao produto final fatiado e embalado.

Quadro 15: Rendimentos nas diversas etapas de processamento, por tratamento.

Pesos	TRAT.1		TRAT.2		TRAT.3	
	kg	%	kg	%	kg	%
Matéria-prima	8,260	100,00	8,260	100,00	8,260	100,00
Massa crua	9,210	111,50	9,230	111,74	9,150	110,79
Produto cru <sup>1</sup>	8,855	107,20	8,575	103,81	8,135	98,49
Produto cozido <sup>1</sup>	8,775	106,23	8,550	103,51	8,120	98,31
Produto fatiado	8,465	102,48	8,240	99,76	7,830	94,79

<sup>1</sup>Produto embutido em tubos de poliamida.

A quantidade de matéria-prima inicial foi igual nos três tratamentos, e os produtos foram elaborados de modo a manter constante a relação umidade/proteína em 4,51:1. As diferenças na quantidade de massa crua ocorrem porque a carne de paleta suína tinha um teor de proteínas menor do que a de pernil, portanto, a quantidade de água possível de ser adicionada foi um pouco menor. A liberação de água do produto durante o processo de cozimento e as quebras no fatiamento e embalagem somam uma perda de 4,4% para o tratamento 1, 3,91% para o tratamento 2 e 3,75% para o tratamento 3; o que, também, pode influenciar no custo de matérias primas dos tratamentos estudados.

#### 5.1.1.2- CUSTO DAS MATÉRIAS PRIMAS

São apresentados no **Quadro 16** as quantidades e custos das matérias-primas cárneas utilizadas nas formulações dos tratamentos 1, 2 e 3.

Quadro 16. Custo das matérias primas cárneas, por tratamento.

Matéria-prima	Custo unit. R\$/kg	TRAT. 1		TRAT. 2		TRAT 3	
		kg	R\$	kg	R\$	kg	R\$
Carne de pernil	2,10	7,71	16,19	4,05	8,50	-	-
Carne de paleta	1,90	-	-	4,05	7,69	8,26	15,69
Toucinho	0,70	0,55	0,39	0,16	0,11	-	-
Total	-	8,26	16,58	8,26	16,30	8,26	15,69

Observa-se no Quadro 15 que a diferença de custo entre os tratamentos 1 e 2 é muito pequena, porém considerando-se o tratamento 3 a diferença é de R\$0,11/kg. e levando-se em conta as quebras durante as etapas de cozimento, fatiamento e embalagem descritas em 5.1.1.1 esta diferença aumenta 0,65%. Onde se conclui que a utilização da carne de paleta suína é mais vantajosa economicamente

#### 5.2.2.- COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

Determinou-se a composição centesimal através de análises realizadas em duplicata para cada tratamento. No **Quadro 17** são apresentadas as médias dos resultados da composição centesimal dos tratamentos do experimento 2.

Quadro 17: Composição centesimal média dos tratamentos 1, 2 e 3.

Tratamento	Umidade	Gordura	Proteína	Cinzas
T1	73,14 <sup>a</sup>	7,44 <sup>a</sup>	16,64 <sup>a</sup>	2,40 <sup>a</sup>
T2	73,05 <sup>a</sup>	7,45 <sup>a</sup>	16,50 <sup>a</sup>	2,36 <sup>a</sup>
T3	72,16 <sup>a</sup>	8,32 <sup>a</sup>	16,31 <sup>a</sup>	2,53 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem ( $p > 0,05$ ).

Elaborou-se as formulações de modo a que os produtos finais tivessem uma relação umidade/proteína de 4,51:1 e gordura de 7-8%, porém esses objetivos não foram obtidos em todos os tratamentos. O teor de gordura para o tratamento 3 situou-se na média de 8,32% e a relação umidade/proteína a cerca de 4,42:1. Essas pequenas diferenças entre os teores esperados e os obtidos geralmente ocorrem devido em grande parte a erros de amostragem tanto das matérias primas, como dos produtos.

### 5.2.3 - MEDIDA OBJETIVA DA COR

Como as carnes de pernil e paleta de suínos aparentemente apresentam uma coloração diferente, realizou-se a avaliação de cor com o objetivo de verificar se a substituição da matéria-prima provocaria alterações significativas no produto final. Realizou-se medidas nas fatias de produto pré-cozido frio e após o aquecimento, pois os produtos devem ser expostos ao varejo na forma pré-cozida congelada, e aquecidos para servir.

Avaliou-se objetivamente a luminosidade ( $L_H$ ), a intensidade da cor vermelha ( $a_H$ ), e a intensidade da cor amarela ( $b_H$ ) no sistema Hunter Lab.

#### 5.2.3.1 - LUMINOSIDADE

As médias das medidas de luminosidade ( $L_H$ ) das fatias, antes e após o aquecimento, são apresentadas no **Quadro 18**.

Quadro 18 : Médias e desvios-padrão da luminosidade ( $L_H$ ) medida nas amostras, antes e após o aquecimento, por tratamento.

Tratamento	Luminosidade ( $L_H$ )			
	Antes de aquecer		Após aquecer	
	Média	dp	Média	dp
1	52,00 <sup>a</sup>	3,05	45,23 <sup>a</sup>	3,89
2	48,10 <sup>a</sup>	3,82	42,91 <sup>ab</sup>	3,91
3	49,10 <sup>a</sup>	2,88	40,95 <sup>b</sup>	4,74

<sup>a</sup>Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem ( $p > 0,05$ ).

Com relação à medida de luminosidade das fatias antes de aquecer, verificou-se, no Quadro 18, que os valores situaram-se na faixa de 48,10-52,00, e não detectou-se diferença estatística entre os tratamentos. Após o aquecimento, observou-se que os valores situaram-se na faixa de 40,95 - 45,23, e houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos 1 e 3, com tendência de redução do valor  $L_h$  com o aumento nos níveis de substituição de carne de pernil por paleta, no produto aquecido. No produto frio, não aquecido essa tendência não ficou bem caracterizada, porém, notou-se uma redução de  $L_h$  do Trat. 1 para os tratamentos 2 e 3.

BARBUT & MITTAL (1993) utilizando o sistema Hunter Lab para avaliar a cor de embutidos cozidos de carne suína não curada, encontraram valores para a luminosidade na faixa de 36,17-40,03, portanto, inferiores aos apresentados no Quadro 18.

Apesar de se ter detectado diferença estatística entre os tratamentos 1 e 3 após o aquecimento das fatias, os valores numéricos são próximos, e, do ponto de vista prático, essa diferença não interfere na aparência do produto.

### 5.2.3.2 - INTENSIDADE DE VERMELHO

A substituição da matéria-prima cárnea poderia acarretar alterações na intensidade da cor vermelha ( $a_H$ ) devido às

diferenças que se verificam nas tonalidades de cor dos músculos de diferentes regiões anatômicas. Por isso, realizou-se avaliações nas fatias de produto, antes e após o aquecimento. Os valores encontrados nas medidas da intensidade de vermelho ( $a_H$ ) foram muito baixos, devendo-se levar em consideração que a carne suína pré-cozida tem um tom marron-acinzentado. O **Quadro 19** apresenta as médias das medidas da intensidade de vermelho dos três tratamentos antes e após o aquecimento.

Quadro 19 : Médias e desvios-padrão da intensidade de vermelho ( $a_H$ ) das fatias, antes e após o aquecimento, por tratamento.

Tratamento	Intensidade de vermelho ( $a_H$ )			
	Antes de aquecer		Após aquecer	
	Média	dp	Média	dp
1	4,0 <sup>a</sup>	1,79	4,45 <sup>a</sup>	0,72
2	5,4 <sup>b</sup>	1,77	4,50 <sup>a</sup>	1,04
3	4,6 <sup>ab</sup>	1,20	4,63 <sup>a</sup>	1,21

<sup>a</sup>Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem ( $p>0,05$ ).

Com relação às medidas da intensidade de vermelho ( $a_H$ ) das amostras antes de aquecer, detectou-se diferença ( $p<0,05$ ) entre os tratamentos 1 e 2, porém, o tratamento 3 não diferiu dos demais, o que indica que a diferença encontrada provavelmente não se deve à substituição de matéria-prima, pois o tratamento 3 é o que tem maior percentagem de substituição. Não foram detectadas diferenças ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos para as fatias aquecidas.

BOOREN et alli (1981) ao avaliarem sensorialmente reestruturados de suínos elaborados com diferentes músculos não encontraram diferença significativa nos escores sensoriais de cor. Enquanto, BARBUT & MITTAL (1993) ao avaliarem a intensidade de vermelho de embutidos cozidos de carne suína relataram valores ao redor de 2,90, portanto, inferiores aos valores encontrados neste trabalho.

### 5.2.3.3 - INTENSIDADE DE AMARELO

Da mesma forma que para os parâmetros de luminosidade e intensidade de vermelho foi realizada a avaliação da intensidade de amarelo ( $b_H$ ). No **Quadro 20** são apresentados os resultados da medida de  $b_H$  nas fatias dos produtos pré-cozidos e após o aquecimento.

Quadro 20 : Médias e desvios-padrão da intensidade de amarelo ( $b_H$ ) das fatias, antes e após o aquecimento, por tratamento.

Tratamento	Intensidade de amarelo ( $b_H$ )			
	Antes de aquecer		Após aquecer	
	Média	dp	Média	dp
1	7,40 <sup>a</sup>	0,80	11,36 <sup>a</sup>	2,05
2	7,20 <sup>a</sup>	0,77	10,45 <sup>ab</sup>	2,49
3	7,10 <sup>a</sup>	1,21	9,45 <sup>b</sup>	2,62

<sup>a</sup>Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem ( $p>0,05$ ).

As medidas de intensidade de amarelo das fatias dos três tratamentos, antes de aquecer, não diferiram estatisticamente, variando na faixa de 7,10-7,40. Enquanto que as medidas feitas nas fatias após o aquecimento apresentam uma diminuição proporcional à substituição de pernil por paleta, encontrando-se diferenças ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos 1 e 3. BARBUT & MITTAL (1993) obtiveram valores para a intensidade de amarelo em trabalho realizado com reestruturados de carne suína contendo 8% de gordura, na faixa de 11,89 - 11,94, portanto similares aos obtidos no presente estudo.

Com os resultados obtidos na avaliação de cor dos tratamentos pode-se observar valores de desvio-padrão relativamente altos, devido a grande variação de cor em uma mesma fatia, pois esta é composta de carne cortada em cubos e moída. Pode-se concluir que a substituição de matéria-prima não acarreta modificações na cor que prejudiquem a qualidade dos produtos, pois as diferenças

cor que prejudiquem a qualidade dos produtos, pois as diferenças encontradas entre os tratamentos são pequenas, e, do ponto de vista prático, não interferem na aparência visual do produto.

#### 5.2.4 - TEXTURA OBJETIVA

A substituição de matéria-prima em produtos cárneos pode provocar alterações na textura do produto, visto que músculos de uma mesma espécie animal apresentam consistências diferentes.

Na **Figura 19** mostra-se um exemplo da sobreposição de curvas obtidas com as análises de textura dos tratamentos estudados. No **Quadro 21** apresenta-se as médias obtidas no pico 1. E, no **Quadro 22** são apresentadas as médias para a força de máxima.

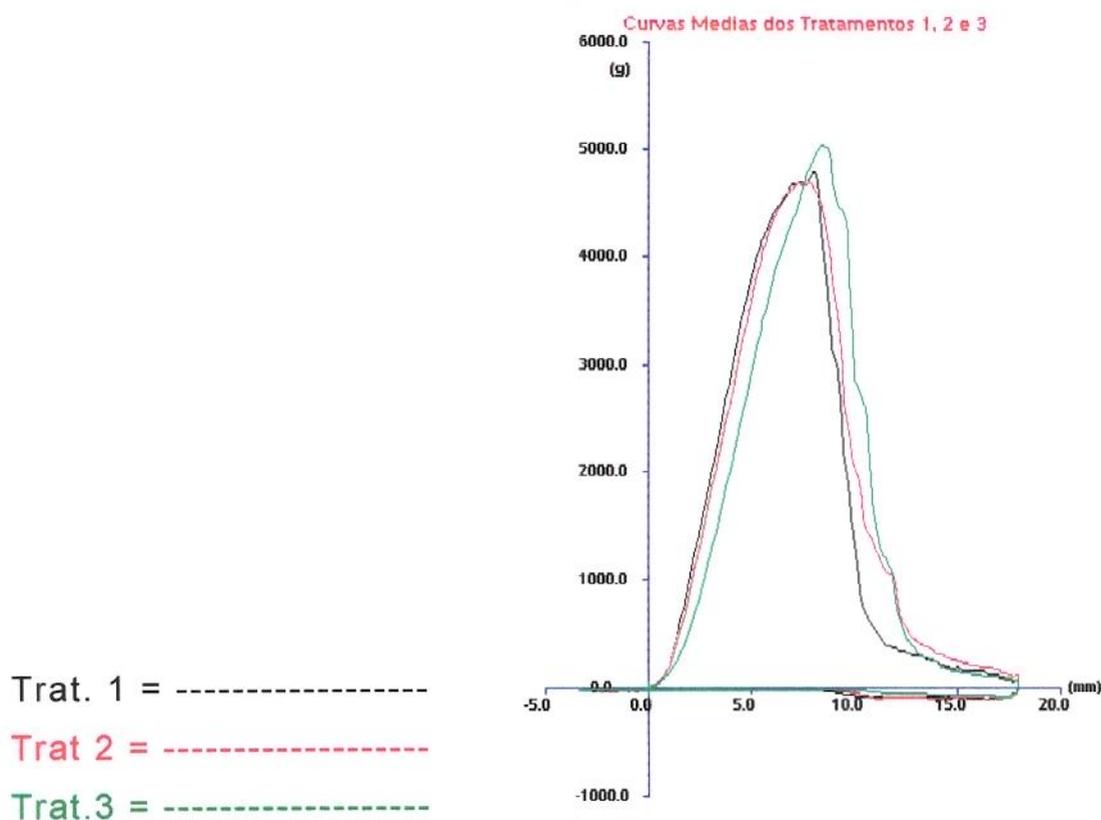


FIGURA 19: Curvas médias dos tratamentos 1, 2 e 3

Quadro 21 : Amplitude de variação, médias e desvios para o pico 1, por tratamento.

Tratamento	Variação (N)	Médias (N)	dp
1	33,45 - 63,52	49,52 <sup>a</sup>	9,59
2	35,04 - 61,96	50,96 <sup>a</sup>	8,67
3	39,62 - 58,17	51,58 <sup>a</sup>	6,75

<sup>a</sup>Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste t-Tukey.

Quadro 22 : Amplitude de variação, médias e desvios para a força máxima, por tratamento.

Tratamentos	Variação (N)	Médias (N)	dp
1	43,59-78,01	54,45 <sup>a</sup>	13,38
2	47,11-68,63	58,34 <sup>a</sup>	10,89
3	39,62-65,17	55,18 <sup>a</sup>	8,15

<sup>a</sup>Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste t-Tukey.

Houve um ligeiro acréscimo nos valores médios obtidos para os tratamentos 2 e 3 em comparação com o tratamento 1, no entanto na análise sensorial os provadores não demonstraram preferência ( $p > 0,05$ ) pelo Trat. 1, pelo fato deste apresentar uma textura mais macia, o contrário será observado no Quadro 23, que houve uma ligeira preferência pelo Trat. 2. Os altos valores de desvio padrão obtidos são devidos a heterogeneidade das amostras, que são compostas de pedaços de carne cortados em cubos e carne moída, oferecendo uma diferente resistência de penetração. Não se

encontrou trabalhos publicados sobre o tema, relacionando a substituição de matéria-prima com a textura.

### 5.2.5 - AVALIAÇÃO SENSORIAL

No **Quadro 23** são apresentadas as médias obtidas na avaliação quantitativa-descritiva de preferência das amostras, por tratamento. Na **Figura 20** é mostrado o histograma de frequência das notas atribuídas pelos provadores, por tratamento.

Quadro 23: Preferência dos provadores na avaliação quantitativa-descritiva dos tratamentos.

Tratamento	Médias
1*	5,05 <sup>a</sup>
2*	5,53 <sup>a</sup>
3*	5,13 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem estatisticamente ( $p > 0,05$ )

\*1=desgostei muitíssimo; 7=gostei muitíssimo.

Pela avaliação sensorial pode-se observar uma pequena preferência dos provadores pelo Trat. 2, seguido pelo Trat. 3, porém sem diferenças significativas. A **Figura 20** confirma que os provadores gostaram de todos os tratamentos, pois a maior frequência das notas atribuídas estão localizadas na zona de aceitação, com uma ordem decrescente de frequência do Trat.2, seguida pelos tratamentos 3 e 1. A zona de indiferença foi a de menor frequência para os três tratamentos.

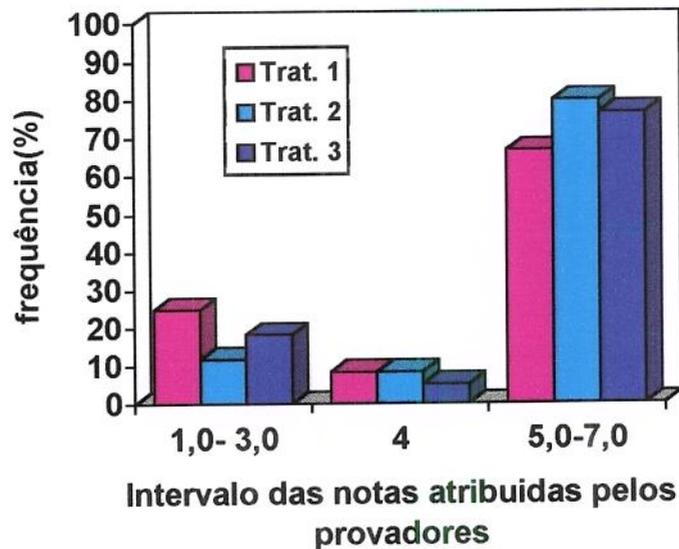


FIGURA 20 : Histograma de frequência das notas atribuídas pelos provedores para os tratamentos.

BOOREN et alli (1981) ao avaliarem sensorialmente reestruturados suínos elaborados com dois tipos de músculos diferentes, não encontraram diferença significativa para escores de ligação das partículas, assim como no presente estudo não se detectou preferência ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos.

### 5.3 - EXPERIMENTO 3

#### 5.3.1 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

No **quadro 24** é apresentada a composição centesimal média dos tratamentos C (congelamento convencional - lento) e R (congelamento criogênico - rápido).

Quadro 23: Composição centesimal dos tratamentos C e R.

Tratamentos	Umidade	Gordura	Proteína	Cinzas
			%	
C	69,91 <sup>a</sup>	7,99 <sup>a</sup>	19,86 <sup>a</sup>	1,55 <sup>a</sup>
R	70,00 <sup>a</sup>	8,37 <sup>a</sup>	19,52 <sup>a</sup>	1,31 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem ( $p > 0,05$ ).

O teor de proteína situou-se na faixa de 19,52 - 19,86, não havendo diferença ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos, que foram formulados para serem isoprotéicos. A relação umidade/proteína situou-se entre 3,50:1 e 3,51:1, e o teor de gordura, entre 7,99 e 8,37, sem diferenças estatísticas ( $p > 0,05$ , Quadro 23).

BERRY (1993), estudou a influência do congelamento rápido nas características de textura sensorial e instrumental em pasta de carne moída com baixo teor de gordura e concluiu que este congelamento é muito importante para o produto, pois obteve diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) ao trabalhar com temperatura de congelamento de  $-43^{\circ}$  e  $-10^{\circ}\text{C}$  para estes produtos.

### 5.3.2 - MEDIDA OBJETIVA DA COR

Por motivos técnicos, realizou-se o congelamento crigênico das fatias de carne sem embalagem, e, considerando-se que no processo ocorre uma rápida mudança de estado físico da água contida nas fatias, procurou-se verificar se isto influenciaria na cor dos reestruturados, antes e após o aquecimento.

#### 5.3.2.1 - LUMINOSIDADE

As medidas de luminosidade ( $L_H$ ) nas porções de carne, antes e após o aquecimento, dos tratamentos C e R, são apresentadas no Quadro 25.

Quadro 25: Médias e desvios-padrão da luminosidade ( $L_H$ ) das amostras, antes e após aquecimento, por tratamento.

Tratamento	Luminosidade ( $L_H$ )			
	Antes de aquecer		Após aquecer	
	Média	dp	Média	dp
C	52,57 <sup>a</sup>	3,32	40,53 <sup>a</sup>	3,26
R	53,32 <sup>a</sup>	1,96	43,94 <sup>b</sup>	2,97

<sup>ab</sup>Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem ( $p > 0,05$ ).

Com relação à luminosidade das porções de carne, antes do aquecimento, não foram observadas diferenças entre os tratamentos ( $p > 0,05$ ), e os valores situaram-se na faixa de 48,94 - 58,69 e 51,49 - 55,82 para o Trat. C e R respectivamente. Para as porções aquecidas os valores são mais baixos situando-se na faixa de 35,27 - 43,53 e 42,86 - 48,24 para os Trat. C e R, respectivamente, encontrando-se diferença ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos, com luminosidade nas amostras do Trat. R, isto é, congelamento criogênico.

#### 5.4.2.2 - INTENSIDADE DE VERMELHO.

As medidas da intensidade de vermelho ( $a_H$ ) nas porções de carne, antes e após o aquecimento, dos Trat. C e R, são apresentadas no **Quadro 26**.

Quadro 26: Médias e desvios-padrão da intensidade de vermelho ( $a_H$ ) das fatias, antes e após o aquecimento, por tratamento.

Tratamento	Intensidade de vermelho ( $a_H$ )			
	Antes de aquecer		Após aquecer	
	Média	dp	Média	dp
C	4,42 <sup>a</sup>	0,57	5,34 <sup>a</sup>	0,61
R	4,61 <sup>a</sup>	0,63	5,40 <sup>a</sup>	0,88

<sup>a</sup>Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem ( $p > 0,05$ ).

Não foram encontradas diferenças ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos C e R nas porções antes ou após o aquecimento. Os valores de  $a_H$  das porções congeladas situaram-se na faixa de 3,93 - 5,55 para o Trat. C e entre 3,33 - 5,59 para o Trat. R, e os valores de  $a_H$  das amostras após o aquecimento foram um pouco mais elevados, situando-se na faixa de 4,26 - 6,88 para o Trat. C e entre 4,05 - 6,66 para o Trat. R.

### 5.3.2.3 - INTENSIDADE DE AMARELO

As medidas da intensidade de amarelo ( $b_H$ ) das porções, antes e após o aquecimento, dos Trat. C e R, são apresentadas no **Quadro 27**.

Quadro 27: Médias e desvios-padrão da intensidade de amarelo ( $b_H$ ) das fatias, antes e após o aquecimento, por tratamento.

Tratamento	Intensidade de amarelo ( $b_H$ )			
	Antes de aquecer		Após aquecer	
	Média	dp	Média	dp
C	7,02 <sup>a</sup>	0,57	10,66 <sup>a</sup>	0,61
R	6,87 <sup>a</sup>	0,63	11,91 <sup>b</sup>	0,88

<sup>a</sup>Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem ( $p > 0,05$ ).

Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos C e R nas amostras congeladas. Porém, após o aquecimento, os valores são mais elevados, encontrando-se diferença significativa entre os tratamentos, com maior intensidade de amarelo nas amostras submetidas ao congelamento rápido, criogênico.

Apesar de não ter sido possível demonstrar diferenças ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos, nas medidas objetivas de cor das fatias de

reestruturado não aquecido, a aparência visual das porções do tratamento R era muito mais atraente.

### 5.3.3 - TEXTURA OBJETIVA

As medidas da textura objetiva são expressas através da força exercida no pico 1 e da força máxima. A amplitude de variação, as médias e os desvios-padrão do pico 1 e força máxima, expressos em Newton, são apresentados nos **Quadros 28 e 29**. Na **Figura 21** mostra-se a curvas médias obtidas

Quadro 28: Amplitude de variação, médias e desvios-padrão dos valores obtidos para o pico 1.

Tratamentos	Varição(N)	Média(N)	d.p.
C	35,63 - 71,91	53,14 <sup>a</sup>	10,65
R	27,84 - 63,13	46,22 <sup>a</sup>	7,78

<sup>a</sup>Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem ( $p>0,05$ ).

Quadro 29: Amplitude de variação, médias e desvios-padrão dos valores obtidos para a força máxima.

Tratamentos	Varição(N)	Média(N)	d.p.
C	37,94 - 72,88	55,47 <sup>a</sup>	10,31
R	30,44 - 64,80	51,45 <sup>a</sup>	8,12

<sup>a</sup>Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem ( $p>0,05$ ).

Não se encontrou diferença significativa entre os tratamentos para o pico 1, ou para a força máxima, o que não está de acordo com os resultados relatados por BERRY (1993), que comparou duas velocidades de congelamento e dois níveis de gordura em pasta de carne moída e obteve como resultado, que 6% de gordura e

congelamento rápido tiveram os menores valores de textura sensorial e objetiva.

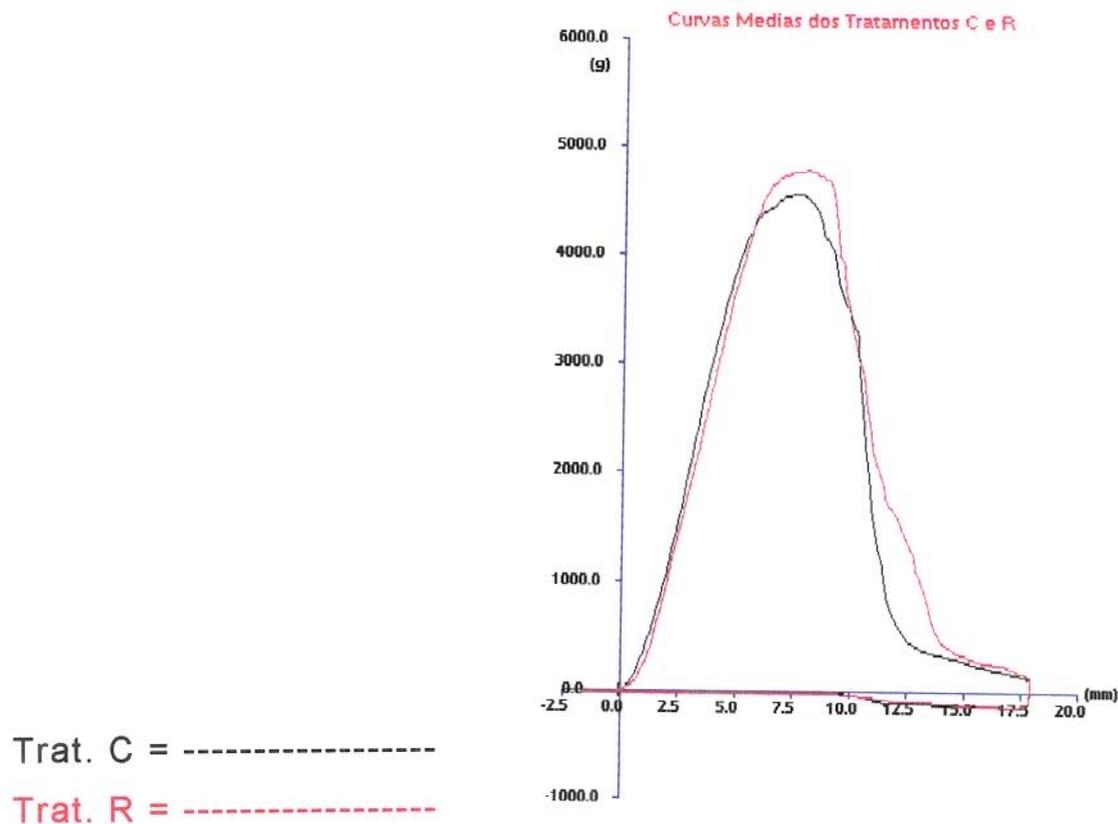


Figura 21: Curvas médias da textura objetiva do tratamentos C e R

### 3.4 - VALORES TBA

Os valores da absorbância a 532nm para os tratamentos C e R no período de 92 dias após o processamento são apresentados no **quadro 30**.

Quadro 30: Valores médios da absorbância a 532nm dos tratamentos no período de 92 dias.

Período (dias)	Trat. C	Trat. R
0	0,027	0,027
8	0,050	0,035
22	0,083	0,072
36	0,092	0,077
50	0,109	0,088
64	0,107	0,082
78	0,131	0,117
92	0,131	0,084

Determinou-se os valores TBA através da curva padrão determinada em 5.1.3., na qual insere-se os valores da leitura de absorbância e chega-se aos valores TBA, como descritos em 4.3.5.

A **figura 22** apresenta os valores TBA no período de 92 dias de estocagem congelada à  $-18^{\circ}\text{C}$

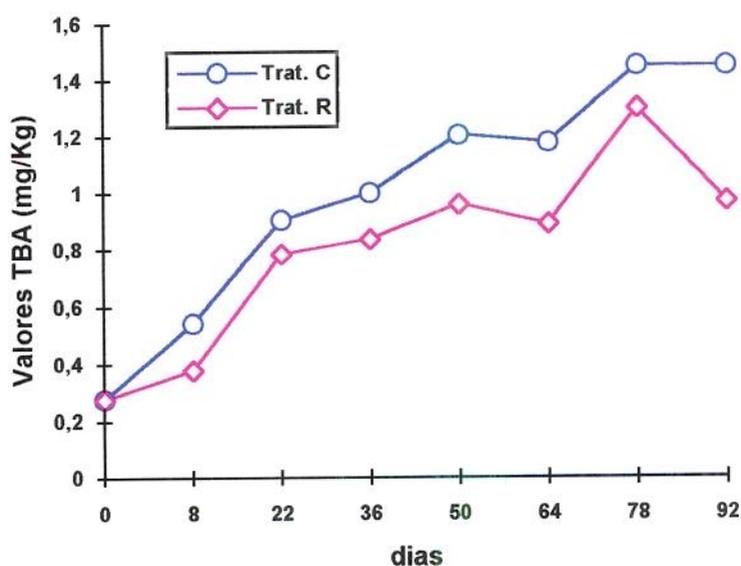


Figura 22: Curva dos valores TBA no período de 92 dias

Observa-se na Figura 22 que os dois tratamentos nas três primeiras semanas apresentaram um crescimento linear quanto aos valores TBA encontrados, porém o tratamento R apresenta valores um pouco menores do que o tratamento C. Pela inclinação de ambas as curvas, pode-se ver que as taxas de aumento na concentração de malonaldeído foram muito menores a partir da terceira semana até o 64º dia, quando os valores TBA dos tratamentos C e R respectivamente foram de 1,18 e 0,89 moles de malonaldeído/Kg de carne. Na análise realizada após três meses de estocagem, houve uma queda no valor TBA encontrado, que somente pode ser explicada por um erro de amostragem.

Essas pequenas diferenças ( $p > 0,05$ ) entre os valores TBA dos dois tratamentos aponta para uma maior eficácia do congelamento rápido, por um tempo mais prolongado, para prevenir o desenvolvimento de sabor de "requeimado" ("warmed-over flavor" WOF). DROSCHA (1969) também assinalou que a baixa temperatura de congelamento ajuda a prevenir a deterioração oxidativa.

### 5.3.5 - AVALIAÇÃO DE SABOR.

Avaliou-se sensorialmente o sabor das amostras dos tratamentos C e R, visando acompanhar o desenvolvimento de WOF em paralelo aos valores TBA obtidos durante o tempo de estocagem.

#### 5.3.5.1 - SABOR CARACTERÍSTICO, SABOR ESTRANHO E WOF

O **Quadro 31** apresenta as médias das avaliações do sabor característico, sabor estranho e "warmed-over flavor" das amostras dos tratamentos C e R no período de 92 dias de estocagem congelada.

Quadro 31: Médias das avaliações de sabor das amostras dos tratamentos C e R

Período (dias)	Trat. C (convencional)			Trat. R (criogênico)		
	Caracter. <sup>(1)</sup>	Estranho <sup>(2)</sup>	WOF <sup>(3)</sup>	Caracter. <sup>(1)</sup>	Estranho <sup>(2)</sup>	WOF <sup>(3)</sup>
8	6,25 <sup>a</sup>	2,12 <sup>a</sup>	1,62 <sup>a</sup>	5,89 <sup>a</sup>	2,16 <sup>a</sup>	1,71 <sup>a</sup>
22	6,71 <sup>a</sup>	2,53 <sup>a</sup>	2,31 <sup>a</sup>	6,84 <sup>a</sup>	2,29 <sup>a</sup>	2,02 <sup>a</sup>
36	6,30 <sup>a</sup>	2,09 <sup>a</sup>	2,23 <sup>a</sup>	6,09 <sup>a</sup>	2,07 <sup>a</sup>	2,10 <sup>a</sup>
50	6,76 <sup>a</sup>	1,57 <sup>a</sup>	1,63 <sup>a</sup>	7,10 <sup>a</sup>	1,27 <sup>a</sup>	1,21 <sup>a</sup>
64	5,85 <sup>a</sup>	1,60 <sup>a</sup>	1,03 <sup>a</sup>	5,65 <sup>a</sup>	1,10 <sup>a</sup>	1,17 <sup>a</sup>
78	4,71 <sup>a</sup>	2,26 <sup>a</sup>	1,91 <sup>a</sup>	6,25 <sup>b</sup>	2,39 <sup>a</sup>	2,69 <sup>a</sup>
92	6,09 <sup>a</sup>	1,33 <sup>a</sup>	2,09 <sup>a</sup>	6,63 <sup>a</sup>	1,24 <sup>a</sup>	1,71 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Médias de cada variável, na mesma linha, seguidas da mesma letra, não diferem ( $p > 0,05$ ).

<sup>(1)</sup> Característico → 0 = fraco. 10 = forte

<sup>(2)</sup> Estranho → 0 = ausente; 10 = forte

<sup>(3)</sup> WOF - sabor de requentado - → 0 = ausente, 10 = forte

Não se detectou diferenças ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos a cada período analisado em todas as avaliações de sabor. Não se detectando, também, qualquer tendência de aumento ou redução de valores de sabor característico, estranho ou "warmed-over flavor", que pudesse ser relacionada aos aumentos de concentração de malonaldeído (TBA), seja porque o nível de sensibilidade dos degustadores não fosse o bastante para detectar pequenas variações de sabor, ou seja porque as alterações se mantiveram dentro de uma faixa de boa aceitação para essa equipe de degustadores.

## 6 - CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste trabalho conclui-se:

- Há viabilidade de se produzir carne reestruturada suína pré-cozida e congelada com baixo teor de gordura, usando carragena, tripolifosfato de sódio e água sem depreciação das qualidades sensoriais, físicas e químicas, porém com maior rendimento.
- A substituição parcial e total de pernil suína por paleta suína em carne reestruturada não têm influência em suas características sensoriais e físicas e o custo de formulação do tratamento 3 (100% paleta suína) é 5,37% menor que do tratamento 1 (100% pernil suína).
- O congelamento rápido pode retardar o desenvolvimento de rancidez oxidativa em produtos reestruturados pré-cozidos sem afetar as características de sabor e a cor e textura objetivas.

## 7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, J.P.; SIMUNOVIC, J.; WEST, R.L. -. Formulation of a pasteurized restructured beef product. **J. Food Sci.**, **50** : 693-696, 1985.
- AKMITTATH, J.G.; BREKKE, C.J.; SCHANUS, E.G.. -. Lipid oxidation and color stability in restructured meat systems during frozen storage. **J. Food Sci.**, **55**(6) : 1513-1517, 1990.
- ANDE, C.F.; CORDRAY, J.C.; EGBERT, W.; HUFFMAN, D.L.; STANLEY, M.H. .Influence of polyphosphate on storage stability of restructured beef and pork nuggets. **J. Food Sci.** **52**(2) : 275-278, 1987.
- ANON - Freezers chopped steaks to zero F in 5 - 20 min. at.c.per lb. **Food Processing** **31**(3): 54, 1970.
- ANON - Blizzard of CO<sub>2</sub> snow freezers food in liquid carbonic system. **Quick frozen foods** **34**(5): 67-68, 1971
- ARGANOSA, G. C.; GODBER, J. S.; MCMILLIN, K. W.; SHOA, K. P.; TANCHOTIKUL, U. -. Oxidative stability of restructured beef roast as affected by cooking temperature. **J. Food Sci.**, **54**(4) : 1072-1073, 1990.
- ARGANOSA, G.C.; GODBER, J.S.; MCMILLIN, K.P.; TANCHOTIKUL, U. -. Processing Ingredients Affecting oxidative and textural stability of restructured beef roasts. **J. Food Sci.**, **56**(6) 1480, 1991.
- ASGHAR, A.; BOOREN, A.M.; BUCLEY, D.J.; GRAY, J.I.; PEARSON, A.M. -. Perspectives on warmed-over flavor. **Food Technol.**, **6**: 102-108, 1988.
- BARBUT, S. & MITTAL, G.S. - Use of carragenans and xanthan gum in reduced fat breakfast sausage. **Food Sci. and Technol.**, **25**(6): 509-513, 1192 (a).
- BARBUT, S. & MITTAL, G.S. - Effects of various cellulose gums on the quality parameters of low-fat breakfast sausages. **Meat Sci.**, **35** : 93-103, 1993 (b).
- BATER, B.; DESCAMPS, O.; MAURER, A.J. - .Kappa-carragenan effects on the gelation properties of simulated oven-roasted turkey breast juice. **J. Food Sci.**, **57**(4) : 845-868, 1992.
- BELYEA, P.R.; BUSHWAY, A.A.; MCGANN, D.F.; RUSSELL, D.O.; TRUE, R.H.; WORK, T.M. - .Potato starch and flour in

- frankfurters: effects on chemical and sensory properties and total plate counts. **J. Food Sci.**,**47**(2) : 402-404,1982.
- BERRY, B.W. - Fat level and freezing temperature affect sensory, shear, cooking and compositional properties of ground beef patties. **J. Food Sci.** **58** (1): 34-37,42, 1993.
- BOOREN,A.M.; JONES,K.W.; MANDIGO,R.W.; OLSON,D.G. - Effects of blade tenderization, vacuum mixing, salt addition and mixing time on binding of meat pieces into sectioned and formed steaks. **J. Food Sci.**,**46** : 1678,1981.
- BOOREN,A.M. & MANDIGO,R.W. -. **Restructured meats**. Proc. Nat'l. beef grading. Conf. Ames, Iowa, p.44-50,1981.
- BOOREN,A.M.; CRACKEL,R.L.; GRAY,J.I.; LIU,H.F. -.Antioxidant efficacy of oleoresin rosemary and sodium tripolyphosphate in restructured pork steaks. **J. Food Sci.**,**57**(4) : 803-806,1992.
- BOWERS, J. A.;KROPF, D. H.; NOLAN, N. L. - Lipid Oxidation and Sensory Analysis of cooked pork and turkey stored under modified atmospheres. **J. Food Sci.** **54** (4) : 846 - 849,1989.
- BREWER,M.S.; BRITT,K.; MCKEITH,F.K. - Fat, soy and carragenan .effects on sensory and physical characteristics of ground beef patties. **J. Food Sci.**,**57**(5):1051-1055,1992 (a).
- BREWER,M.S.; HARBEAS,C.A.Z.; IKINS,W.G. -. TBA values, sensory characteristics and volatiles in ground pork during long-term frozen storage.Effects of packaging. **J. Food Sci.**,**57**(3) : 558-580, 1992 (b).
- CABRAL, A. C.D.; FERNANDES, M. H. C. - Aspectos gerais sobre a vida de prateleira de produtos alimentícios. Campinas : **Boletim do Inst. Tecnol. Alim.**,**17** (4) : 371-439, 1980
- CAMBERO,M.I.; HOZ de la L.; LÓPEZ,M.O.; ORDÓÑEZ,J.A. - .Carnes restructuradas. I. Composição y fenómenos de ligazón. **Revista Agroquímica Tecnol. Aliment.**,**31**(3) : 293-309,1991.
- CARR,T.P. & MARCHELLO,J.A. - Growth of aerobic psychotrophs and color changes of precooked beef slices as affected by packaging producere. **J.of Protection**,**50**(9) : 733-736,1987.
- CHASTAIN,M.F.; CORDRAY,J.C.; HUFFMAN,D.L. - Antioxidants in restructured beef/pork steaks.**J. Food Sci.**,**47** : 1779-1782,1982.

- COLLISON,R.; MACFIE,J.H.; ROBSON,C.P. - Factores affecting the shelf-life of pre-cooked chilled roast pork. **J Food Sci. and Technol.** , **24** : 59-67,1989.
- CORDRAY,J.C. & HUFFMAN,D.L. - Processing systems - Particle reduction systems ( grinding, flaking, chunking, slicing ). **Meat Sci. and Technol.**. Symposium International, Lincoln,NE. p.229,1982.
- COSTELL,E. y DURAN,L. -. El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos .I. Introducion. **Revista Agroquímica Technol. Aliment.**,**21(1)** : 1-11,1981 (a).
- COSTELL,E. y DURAN,L. - El análisis sensorial en el control de calidade de los alimentos II. Plantiamento y planificación: selección de pruebas. **Revista Agroquímica Technol. Aliment.**,**21(2)** : 149-166,1981 (b).
- COSTELL,E. y DURAN,L. - El análisis sensorial en el control de calidade de los alimentos. IV. realización y análisis de los datos. **Revista Agroquímica Technol. Aliment.**,**22(1)** : 1-19,1982.
- DELLA TORRE,J.C. de M. -. Tripas naturais e artificiais para embutidos. **Revista Nacional da Carne.** (7) : 49-52,1993.
- DESLANDES,E.;HOURMANT,N.;LEDAIN,A.;RICHE,C.;THOUVENOT ,D. -. Toxicological evaluation of semi-refined carragenans by two models of cell culture: hepatocytes and hematopoietic progenitors from rat. **Sci. des Aliments**,**13** : 305-310,1993.
- DINGLINGER,G - Production of frozen food by the new cryogen rapid method. **Flesch-24(5)**:28,30-31,1973
- DROSCH,A.H. - Rapid freezing with liquid N on on a conveyor belt. **Koeltechnik- 62(9)**:192-194,1969.
- DUNSING,M. - **Consumer preferences for beef of diferent breeds related to carcass and quality grades.** **Food Technol.**,**13(9)**: 516-520,1959.
- DURLAND,P.R. & SEIDEMAN,S.C. - Restrutered red meat products: in review. **J. of Food Quality**,**6** : 81-101,1983.
- DZIESAK,J.D. - A focus on gums. **Food Technol.**,**45(3)** : 116,118-120,122-124,126,128,130,132,1991.
- EFFENBERGER,G. - **Tripas Artificiales.** Zaragoza, Editorial Acriba, s.d., 154p.

- ELLEKJAER, M.R. & SOLHEIM, R. - Sensory quality of low-fat sausages affected by fat substitutes. **Food Quality and Preference**, **4**: 127-131, 1993.
- FELÍCIO, P.E. - Carne suína reestruturada pré-cozida congelada. Palestra, 6º Simpósio Ajinomoto, Camboriú - S.C., **Mimio**, 1989.
- FISZMAN, S.M. - Propiedades Funcionales de los Hidrocoloides Polisacarídicos. Mecanismo de Gelificación. **Rev. Agroq. Tecnol., Alim.**, **29** (4) : 415-424, 1989.
- FOEGEDING, E.A. & RAMSEY, S.R. : Effect of gums on low-fat meat batters. **J. Food Sci.**, **51** : 33-38, 1986 (a)
- FOEGEDING, E.A. & RAMSEY, S.R. -. Rheological and water-holding properties of gelled meat batters containing iota-carragenan, kappa-carragenan or xanthan gums. **J. Food Sci.**, **52**(3) : 549-553, 1987 (b).
- FORREST et al. - **Principles of Meat Sci....** Freeman & CO. San Francisco, 1975.
- FRENCIA, J.P. & SOBAS, M.A. - Funcional properties of meat for use in canned prepared meals. Effects of preparation of the raw material. **Viandes et Produits Carnes** **13**(5):157-160, 1992.
- GARY, W.S. - New restructured meat products for the military. **Meat Sci... and Technology**. Symposium International. Lincoln, NE., p.279, 1982.
- GRAHAM, P.P.; MARIOT, N.G.; PHELPS, S.K. - Restructured beef and turkey steaks. **J. of Food Quality**, **10** : 245-254, 1987.
- GRAY, J. & PEARSON, A.M. - Rancidity and warmed-over flavor. In: **Advances in Meat Research**, v.3. PEARSON, A.M. & DUTSON, T.R. **Restructured Meat and Poultry Products**. NY., p.221, 1987.
- GRAY, J.I. & WEIS, G.M. -. **Warmed-over flavor in meat**. National Live Stock and Meat Board, June, 1988.
- GREENE, B.E. & CUZUME, T.H. - Relationship between the TBA numbers and inexperienced panelists' assessments of oxidized flavor in cooked beef. **J. Food Sci.** **47**, 52, 1981.
- HARRISON, D.L.; VAIL, G.E.; KALEN, J. - Precooked frozen stews and swiss steak. **Food Technol.** **7**: 139-142, 1953.
- HARTE, B.R. - Packaging of restructured meats. In: **Advances in meat research**, v.3. PEARSON, A.M. & DUTSON, T.R. **Restructured Meat and Poultry Products**. N.Y., p.433, 1987.

- HUNT, M.C. & KROPF, D.H. -. Color and appearance. In: **Advances in Meat Research, v.3. PEARSON, A.M. & DUTSON, T.R. Restructured Meat and Poltry Products.** NY., p.125, 1987.
- HUNT, M.C.; KASTNER, C.L.; KENNEY, P.B.; KROPF, D.H.; SCHLEVESENER, D.S.; SCHWENKER, J.R.; ZEPEDA, C.M.G. Utilization of surimi-like products from pork with sex odor in restructured, precooked pork roast. **J. Food Sci., 58 (1) : 53-58, 1993.**
- HORWITZ, W. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 13<sup>ed.</sup>, Washington D.C., A.O.A.C. 1980.
- HUFFMAN, D.L. - Restructured and futher processing of fresh meat. **Presented at the 22and Annual Meat Sci. Institute.** February, 1980.
- HUFFMAN, D.L.; CORDRAY, J.C.; OTAVIANO, N. - Meat from sows good for restrutured chops. **HIGALIGHTS of Agricultural Research, 28 (2), 1981**
- HUFFMAN, D.L.; STANLEY, M.H.; CORDRAY, J.C. - Long life possible for restrutured beef nuggets. **HIGALIGHTS of Agricultural Research, 31 (2), 1984.**
- IGNE, J.O.; PEARSON, A.M.; MERKEL, R.A.; COLEMAN, T.A. - Effects of frozen storage time, cooking and holding temperature upon extractable lipids and TBA values of beef and chicken. **J. Animal Sci., 49: 701, 1979.**
- KING, N.L. & MACFARLANE, J.J. -. Muscle proteins. In: **Advances in Meat Research, v.3. Restrytured Meat and Poltry Products.** NY., p.21, 1987.
- KRAMLICH, W.E. -. Sausage products. In: PRICE, J.F. & SCHWEIGBERT, B.S. **The Sci. of Meat and Meat Products.** 2ed. S.F., W.H. Freeman and Company, 1970, cap. 11, p.484-512.
- KROPF, D.H.; BOWERS, J.A.; NOLAN, N.L. -. Lipid oxidation and sensory analysis of cooked pork and turkey stored under modified atmospheres. **J. Food Sci., 54(4): 846-849, 1989.**
- KROPF, D.H.; BOWERS, J.A.; HWANG, S. -. Flavor, texture, color and hexanal and TBA values of frozen cooked beef packaged in modified atmosphered. **J. of Food Sci., 55(1): 26-29, 1990.**

- LADIKOS, D. & LAVGOVOIS, V. - Lipid oxidation in muscle foods: A review. **Food Chemistry**, **35**(4) : 295-314, 1990.
- LIN, C.S. & ZAYAS, J. - Influence of corn germe protein on yield and quality characteristics of comminuted meat products in a model systems. **J. Food Sci.**, **52**(3): 545-548, 1987.
- LINCOLN, de C.N.F. - Curso: Refrigeração aplicada à tecnologia de alimentos - **Apostila ed. Fundação Centro Tropical de Pesquisas e Tecnologia de Alimentos**, 1974.
- LIND, K.D. - Barrier packaging for processed meats. **Apresented at short course. American Can Company**, 1986.
- LOVE, J.D. & PEARSON, A.M. -. Metmyoglobin and nonheme iron as prooxidants in cooked meat. **J. Agriculture Food Chemistry**, **22**: 1032, 1984
- MANDIGO, R.W. & SCHWARTZ, W.C. -. Effect of salt, sodium tripoliphosphate and storage on restrutered pork. **J. Food Sci.**, **41**: 1266-1269, 1976.
- MANDIGO, R.W. - Overview of restruturing. **Meat Sci... and technol.. Symposium International. Lincoln, NE.**, p.223-227, 1982 (a).
- MANDIGO, R.W. -. Restruturing of muscle foods. **Food Technol.**, **3**:85-90, 1986 (b)
- MATLOCK, R.G.; TERREL, R.N.; SAVELL, J.W.; RHEE, K.S.; DUTSON, T.R. - Factors affecting properties of precooked frozen pork sausage patties made with various NaCl/phosphate combinations. **J. Food Sci.** **49** : 1372, 1986.
- MITTAL, G.S. & USBORNE, W.R. 1986. Meat emulsion functionality related to fat-protein ratio and selected dairy and products cereal. **Meat Sci.**, **18** : 1-21, 1986.
- OCKERMAN, H. W. - **Quality Control of Post-Mortem Muscle Tissue, vol.1, Meat and Additives Analisis.** 13<sup>o</sup>ed. 1985.
- PEARSON, A.M. & TAUBER, F.W. -. Sectioned and formed meat products. In: **Processed Meats.** 2ed., Westport, AVI Publishing Company, 1984, cap.7, p.123-157 (a).
- PEARSON, A.M. & TAUBER, F.W. - Restrutered meat products. In : **Processed Meats.** 2ed., Westport, AVI Publishing Company, 1984, cap.15, p.329-351(a).

- PRUSA,K.J. & HUGHES,K.V. - Sensory aroma scores and TBA values as indices of warmed-over flavor in pork. **J.Food Sci...**,**51**(4) : 886-888,1986.
- RAMUSSEN,C.L. & OLSON,R.L. - Freezing methods as related to coast.**Quality** **26**(12):32-47,1972.
- RUST,R.E. -. **Sausage and Processed Meats and Manufacturing.** AMI Center for Continuing Education,153p,1985.
- SANDERSON,G.R. - Polysacharides in foods. **Food Technol.**,**83** (7) : 50-57,1981.
- SANOFI BIO-INDUSTRIES. -. Gums: important part of healthful eating. **Food Engineering International**,**16**(5):21-22,1991.
- SARANTOPÓULOS,C. - Embalagens poliméricas e técnicas de acondicionamento de carnes frescas, congeladas e processadas. **Revista Nacional da Carne**, **202**(12):14-25,1993.
- SARANTOPÓULOS,C. - Tripa : A embalagem insubstituível dos embutidos. **Revista Nacional da Carne**, **200** (10) : 22-27, 1993.
- SATO,K. & HEGARTY,G.R. - Warmed-over flavor in cookeed meats. **J. of Food Sci...**,**36**: 198,1971.
- SCHMIDT,G.R. & TROUT,G.R. -. Chemistry of meat binding. **Meat Sci. and technol..** Symposium International.Lincoln,NE.,p.265,1982.
- SCHMIDT,G.R.; SHAND,P.J.; SOFOS,J.N. - Properties of algin/calcium and salt/phosphate strutured beef rolls with added gums. **J. Food Sci.**,**58**(6): 1224-1230,1993.
- SCHMIDT,G.R.; SHAND,P.J.; SOFOS,J.N. - Kappa-carragenan, sodium chloride and temperature affect yield and texture of strutured beef rolls. **J. Food Sci.**, **59**(2): 282-287,1994.
- SCHULTZ,H. - Embutidos : As tripas e os processos mais indicados. **Revista Nacional da Carne**, **205** (4): 38-45, 1994.
- SECRIST,J.L. -. Restrutured meats -- the past and present.**In:Advances in Meat Research, v.3. Restrutured Meat and Poultry Products.** NY., p.1,1987.
- SEIDEMAN,S.C. - Utilization of meat and non-meat replacements in restrutured products. **Meat Sci... and Technology.** Symposium International. Lincoln,NE., p.245,1982.

- SHAND,P.J.; SOFOS,J.N.; SCHMIDT,G.R. - Cook yield, bind and textural properties of restrutuced meat sistems with polysaccharide gums. **Inst. of Food Technol. : Annual Meeting. Paper (460) Dallas,1991.**
- SILVA,S.D. - Cor : Definição e Métodos de Medição. **Bol. Inst. Technol. Alim.,36 : 75-85,1973.**
- SIU,G.M. & DRAPER,H.H. -. A survey of the malonaldehyde content of retail meats and fish. **J.Food Sci.,43: 1147,1978.**
- SMITH,J.J. -. Funcionalidade de ingredientes in restrutured meats. **Meat Sci.. and Technology. Symposium International. Lincoln,NE. p.255,1982.**
- SMITH,L.A.; SIMMONS,S.L.; MCKEITH,F.K.; BECHTEL,P.J.; BRADY,P.L. -. Effects of sodium tripoliphosphate on phisical and sensory properties of beef and pork roast. **J. Food Sci.,49:1636,1984.**
- SOLHEIM,R. - Consumer liking for sausage affected by sensory quality and information on fat content. **Appetite,19:285-292,1992.**
- TARLADGIS,B.G.; WATTS,B.M. & YOUNNATHAN,M.T.. A destillation method for quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **J. Am. Oil Chem. Soc., 37 (1):44-45, 1960.**
- TERRA,N.N. -. As carragenas na industrialização de carne. **Revista Nacional da Carne,4(206):27-35,1994.**
- TIMS,M. & WATTS,B.M. -. Protection of cooked meat with phosphate. **Food Technology,12:240,1958.**
- WHANG,K & PENG,I.C. - Lipidic oxidation in ground turkey skin and muscle storage. **Poultry Sci...,66: 458-466,1987**
- VEGA M.,J.A.de la; FELÍCIO,P.E. de - Substituição parcial de carne bovino desidratado e isolado protéico de soja em hamburger de frango. **Ciência e Technol. Aliment. 7(2): 123-144,1987.**
- YOUNATHAN,M.T. AND WATTS,B.M. - Relationship of meat pigments to lipid oxidation. **Food Res.24, 538,1959.**