

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu*

Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos

ROSA CRISTINA PRESTES

AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE COLÁGENO HIDROLISADO, AMIDO MODIFICADO E
GOMA GUAR EM PRESUNTO COZIDO DE PERU

PONTA GROSSA
2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu*

Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos

ROSA CRISTINA PRESTES

AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE COLÁGENO HIDROLISADO, AMIDO MODIFICADO E
GOMA GUAR EM PRESUNTO COZIDO DE PERU

Dissertação apresentada como requisito para a
obtenção do grau de Mestre em Ciência e
Tecnologia de Alimentos, no Programa de Pós-
Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos
da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Dr. Ivo Mottin Demiate

Co-orientadora: Dra. Eliana Beleski B. Carneiro

PONTA GROSSA
2008

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Processos Técnicos BICEN/UEPG

P936a Prestes, Rosa Cristina
Avaliação da adição de colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar em presunto cozido de peru / Rosa Cristina Prestes. Ponta Grossa, 2008.
133f.
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) , Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Orientador : Prof. Dr. Ivo Motin Demiate
Co-orientadora : Profa. Dra. Eliana Beleski B. Carneiro
1. Presunto cozido de peru. 2. Amido modificado.
3. Colágeno hidrolisado. 4. Goma guar. 5. Qualidade I. Demiate, Ivo Motin II. Carneiro, Eliana Beleski B. II. T.

CDD: 641.36

TERMO DE APROVAÇÃO

ROSA CRISTINA PRESTES

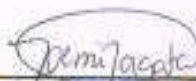
AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE COLÁGENO HIDROLISADO, AMIDO MODIFICADO E GOMA GUAR EM PRESUNTO COZIDO DE PERU*

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte Banca Examinadora:

Ponta Grossa, 28 de Fevereiro de 2008.



Prof. Dr. Ivo Mottin Demiate
UEPG/PR



Profa. Dra. Noemi Nagata
UEPG/PR



Prof. Dr. Nelcindo Nascimento Terra
UFSM/RS

Ponta Grossa
2008

A meus pais,

A meu irmão e irmãs.

AGRADECIMENTOS

A minha família, por me incentivar e acreditar mesmo nas horas mais difíceis!

A minha mãe, por tudo que você faz por mim mesmo distante.

Ao Ivo, pela paciência, dedicação e orientação neste trabalho e por fazer acreditar em mim mesma.

As professoras Eliana, Nelci e Noemi, por toda ajuda, sugestões e orientação.

Ao Sr. Flávio Kaiber, por permitir novamente a interação Universidade e Indústria, pelo incentivo e apoio que servirão para vida toda!

A empresa Perdigão Agroindustrial S/A pelo apoio financeiro e por permitir utilizar toda a estrutura física e fornecimento das matérias-primas para este trabalho.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa pela estrutura física e profissional e por propiciar a interação com a indústria.

A querida amiga Marcela Stahl, pela amizade e apoio nos momentos de decisão.

Ao Engº. Químico Sr. Leonardo W. Voorsluys pela orientação, sugestões e apoio para realização das análises.

Aos meus ex-colegas de trabalho: Juliana, João, Bianca, Altair, Lourival, Farias, Lorinei, Ana e Jerônimo pela ajuda com os horários e pelo apoio!

Em especial ao meu ex-colega Roque por me ensinar o muito que sabe sobre presuntaria e me ajudar com as dúvidas!

A querida professora Deise, pela orientação e apoio com as análises sensoriais.

Ao Ricardinho pelas informações e ajuda nas discussões e resultados.

A todos do CETEC de Videira, pelo agradável período em que trabalhamos juntos!

A Macia Mayumi e Manoel do CTC (ITAL), pelas sugestões e auxílio.

A Sheila pela estadia e ajuda nos testes na UEM em Umuarama.

Ao meu querido amigo Marcelo Cardoso pela ajuda com a análise dos resultados.

Ao pessoal do Laboratório de Alimentos: Denise e Dani pela ajuda com as análises.

A Professora Katiucia, Ligia e Fábio do laboratório de alimentos da UEM em Umuarama (PR) pela ajuda nos testes de cisalhamento e compressão.

As minhas queridas colegas de mestrado pelo companheirismo.

A Cristiane e Roger pela grande ajuda no trabalho.

A Hiandra e Rodicler pela ajuda, compreensão e por terem me recebido super bem!

Aos meus colegas da Aurora, pela acolhida.

A empresa Gelita South América (Maringá-PR) pela doação das amostras de colágeno.

A empresa National Starch (São Paulo-SP) pelo fornecimento das amostras de amido modificado.

A empresa Danisco (São Paulo-SP) pela doação das amostras de goma guar.

Ao meu irmão, pela ajuda e incentivo mesmo nas horas de maior cansaço.

A amiga Kelly Silveira pela ajuda na adaptação em Chapecó e companheirismo.

A todos que de alguma maneira me ajudaram no decorrer deste trabalho.

A Deus, por me dar força e guiar meu caminho.

*“No meio de toda dificuldade,
sempre existe uma oportunidade”.
Albert Eistein*

RESUMO

Os principais problemas observados em presuntos são a má fatiabilidade e a perda excessiva de líquidos após o cozimento (sinérese). Para reduzir estes problemas a indústria utiliza ingredientes não-cárneos (proteínas, polissacarídeos e suas interações), porém segundo a legislação brasileira, não é permitida a adição de amido ou amido modificado. Neste trabalho foram testados três ingredientes, em presunto cozido de peru: amido modificado Firm Tex® (0 a 2%), goma guar Grindsted® Guar 178-B (0 a 0,30%) e colágeno hidrolisado Collagel (0 a 2%), seguindo um delineamento fatorial 2^3 com ponto central. A adição dos ingredientes testados alterou a composição centesimal e as características físicas dos produtos. Não houve diferença significativa para pH e atividade de água (A_w). Os resultados mostraram que, nas formulações com amido modificado, as perdas foram inferiores, indicando a capacidade deste ingrediente em reter água no produto. Parece-nos adequado propor a permissão legal de amido em presunto ou a criação de uma nova classe de produto para a qual se permita a utilização deste ingrediente. A goma guar apresentou baixa resistência ao reaquecimento, no entanto, nas perdas por resfriamento os resultados foram adequados. O colágeno hidrolisado testado não proporcionou resultados satisfatórios, sendo que os produtos apresentaram baixa aceitação devido a formação de gel e perdas superiores aos demais ingredientes testados. Os produtos desenvolvidos foram considerados iguais ao produto comercial em relação à textura ($p < 0,05$). Na avaliação global da qualidade, a formulação F6 (2% amido modificado) foi a que obteve melhor aceitabilidade por parte dos julgadores.

Palavras-chave: Presunto cozido de peru, amido modificado, colágeno hidrolisado, goma guar, qualidade.

ABSTRACT

The main problems observed in cooked hams are bad sliceability and excessive fluids loss after cooking (purge). To reduce these problems the industry uses non-meat ingredients (proteins, polysaccharides and their interactions), but under Brazilian law, it is not allowed to add starch or modified starch in hams. In the present work three ingredients were tested: Firm Tex® modified starch (0 to 2%), Grindsted® Guar 178-B gum guar (0 to 0.30%) and Collagel hydrolyzed collagen (0 to 2%), following a 2³ factorial design with central point. The ingredients addition changed physical characteristics and centesimal composition of the products. There was no significant difference in pH and water activity (A_w). The results showed that for losses (by cooling, freeze-thawing and cooking) the formulations with modified starch presented lower values, indicating the ability of this ingredient to retain water in the product. It seems appropriate to propose the legal permission of starch in ham or the creation of a new class of product in which starch addition would be allowed. The guar gum produced low resistance to cooking however in losses by cooling the results were adequate. The hydrolyzed collagen tested did not give satisfactory results, showing low acceptance due to formation of gel in the ham and losses higher than that of the other ingredients tested. The developed products were considered equal to the commercial product in relation to the texture ($p < 0.05$). In assessing overall quality, the formulation F6 (2% of modified starch) was the one with the best acceptance as detected by the tasters.

Keywords: Turkey ham, modified starch, hydrolyzed collagen, guar gum, quality.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Esquemas: A) estrutura da fibra muscular, B) miofibrila e C) sarcômero.	21
FIGURA 2 - Estrutura molecular do colágeno	31
FIGURA 3 - Estrutura molecular do amido	35
FIGURA 4 - Estrutura molecular das galactomananas	39
FIGURA 5 - Diagrama de fluxo de elaboração de presunto cozido	45
FIGURA 6 - Modelos de agulhas para injeção	46
FIGURA 7 - Modelo de agitador para salmoura	47
FIGURA 8 - Deficiências de injeção	47
FIGURA 9 - Diferença entre tambeamento e massageamento	48
FIGURA 10 - Microfotografias da carne antes e após a injeção e massageamento	49
FIGURA 11 - Microfotografias da carne após o completo massageamento	49
FIGURA 12 - Microfotografias da carne após a cura e depois do cozimento	51
FIGURA 13 - Sinérese em presunto fatiado	54
FIGURA 14 - Sinérese em presunto	54
FIGURA 15 - Amido modificado	57
FIGURA 16 - Colágeno hidrolisado	57
FIGURA 17 - Goma guar	57
FIGURA 18 - Matéria-prima	58
FIGURA 19 - Matéria-prima cortada	58
FIGURA 20 - Preparo da salmoura	58
FIGURA 21 - Adição de salmoura	58
FIGURA 22 - <i>Tumbler</i>	58
FIGURA 23 - Abastecimento da Embutideira	59
FIGURA 24 - Embutimento	59
FIGURA 25 - Fechamento	59

FIGURA 49 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Perdas por 93
Congelamento- Descongelamento Ciclo 3 (%) em função das variáveis amido
modificado (%) e Goma guar (%)

FIGURA 50 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Perdas por 93
Congelamento- Descongelamento Ciclo 3 (%) em função das variáveis amido
modificado (%) e goma guar (%)

FIGURA 51 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Perdas por 97
Reaquecimento (%) em função das variáveis amido modificado (%) e colágeno
hidrolisado (%)

FIGURA 52 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Perdas por 97
Reaquecimento (%) em função das variáveis colágeno hidrolisado (%) e goma guar (%)

FIGURA 53 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Perdas por 98
Reaquecimento (%) em função das variáveis amido modificado (%) e goma guar (%)

FIGURA 54 - Presença de exsudado gelatinoso 106

FIGURA 55 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Fatiabilidade (%) 107
em função das variáveis colágeno hidrolisado (%) e amido modificado (%)

FIGURA 56 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Fatiabilidade (%) 108
em função das variáveis goma guar (%) e amido modificado (%)

FIGURA 57 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Fatiabilidade (%) 108
em função das variáveis amido modificado (%) e goma guar (%)

FIGURA 58 - Resultados da Escala Hedônica de presunto cozido de peru 110

FIGURA 59 - Perfil de Características para as formulações de presunto cozido de peru 113

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Características físico-químicas obrigatórias para presuntos cozidos	28
TABELA 2 - Níveis utilizados no Planejamento Fatorial	61
TABELA 3 - Planejamento Fatorial 2 ³	62
TABELA 4 - Formulações de presuntos cozidos de peru	62
TABELA 5 - Capacidade de Absorção de Água (CAA) dos ingredientes	73
TABELA 6 - Teores de Amido Modificado e Sal das amostras analisadas	74
TABELA 7 - Teores de Nitrato e Nitrito das amostras analisadas	76
TABELA 8 - Teores de Umidade, Proteína e Relação Umidade:Proteína das amostras analisadas	77
TABELA 9 - Teores de Lipídios e Cinzas das amostras analisadas	79
TABELA 10 - Valores de pH encontrados nas amostras	80
TABELA 11 - Capacidade de Retenção de Água (CRA) das amostras analisadas	80
TABELA 12 - Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Capacidade de Retenção de Água (CRA)	81
TABELA 13 - Atividade de Água (Aw) das amostras analisadas	82
TABELA 14 - Perdas por Resfriamento (%) das amostras analisadas	83
TABELA 15 - Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Perdas por Resfriamento (%)	84
TABELA 16 - Perdas por Congelamento (%) das amostras analisadas submetidas ao Ciclo 1	85
TABELA 17 - Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Perdas por Congelamento (Ciclo 1) (%)	85
TABELA 18 - Análise de Variância (ANOVA) para a resposta % de perdas por congelamento (Ciclo 1)	86
TABELA 19 - Perdas por Congelamento (%) das amostras analisadas submetidas ao Ciclo 2	89
TABELA 20 - Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Perdas por Congelamento (Ciclo 2) (%)	90

TABELA 21 - Perdas por Congelamento (%) das amostras analisadas submetidas ao Ciclo 3	90
TABELA 22 - Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Perdas por Congelamento (Ciclo 3) (%)	91
TABELA 23 - Análise de Variância (ANOVA) para a resposta % de perdas por congelamento (Ciclo 3)	91
TABELA 24 - Perdas por Reaquecimento (%) das amostras analisadas submetidas	95
TABELA 25 - Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para resposta Perdas por Reaquecimento (%)	95
TABELA 26 - Análise de Variância (ANOVA) para a resposta % de perdas por reaquecimento	96
TABELA 27 - Força de Cisalhamento e Compressão das amostras analisadas	99
TABELA 28 - Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Força de Cisalhamento (N)	99
TABELA 29 - Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Força de Compressão (N)	100
TABELA 30 - Valores de a^* para as amostras analisadas	101
TABELA 31 - Valores de L^* para as amostras analisadas	102
TABELA 32 - Valores de b^* para as amostras analisadas	102
TABELA 33 - % de Sinérese para as amostras avaliadas	103
TABELA 34 - Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta % de Sinérese	104
TABELA 35 - Avaliação da fatiabilidade das amostras	105
TABELA 36 - Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta % de Fatiabilidade	106
TABELA 37 - Análise de Variância (ANOVA) para a resposta % de Fatiabilidade	106
TABELA 38 - Correlação da Umidade, Compressão, Cisalhamento e Fatiabilidade com as variáveis independentes colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar	109
TABELA 39 - Resultados da Análise Microbiológica dos presuntos cozidos de peru	110
TABELA 40 - Resultados do teste de Comparação Múltipla de presunto cozido de peru	111
TABELA 41 - Resultados do teste de Perfil de Características para presunto cozido de peru	112

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANOVA	Análise de Variância
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
Aw	Atividade de Água
CAA	Capacidade de Absorção de Água
CRA	Capacidade de Retenção de Água
DFD	Dark Firm and Dry (Escura, Firme e Seca)
PIQ	Padrão de Identidade e Qualidade
PSE	Pale Soft and Exsudative (Pálida, Flácida e Exsudativa)
USDA	United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1	COMPOSIÇÃO E PROPRIEDADES FUNCIONAIS DA CARNE.....	21
2.1.1	PROTEÍNAS MIOFIBRILARES.....	22
2.1.2	PROTEÍNAS SARCOPLASMÁTICAS.....	22
2.1.3	PROTEÍNAS ESTROMAIS.....	23
2.1.4	COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CARNE.....	23
2.1.5	CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA) E CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (CAA).....	23
2.1.6	PH.....	24
2.1.6.1	ANOMALIAS PSE E DFD.....	25
2.1.7	GELEIFICAÇÃO, COAGULAÇÃO E DESNATURAÇÃO.....	26
2.2	HISTÓRICO.....	27
2.3	DEFINIÇÃO DE PRESUNTO.....	27
2.4	INGREDIENTES.....	27
2.4.1	ÁGUA.....	28
2.4.2	SAL.....	29
2.4.3	PROTEÍNAS.....	29
2.4.3.1	COLÁGENO.....	30
2.4.4	CARBOIDRATOS.....	33
2.4.4.1	AÇÚCARES.....	33
2.4.4.2	AMIDOS.....	34
2.4.4.2.1	RETROGRADAÇÃO.....	36
2.4.4.2.2	AMIDOS MODIFICADOS.....	37
2.4.4.2.3	AMIDOS EM PRODUTOS CÁRNEOS.....	37
2.4.4.3	GOMAS.....	38
2.4.4.3.1	GOMA GUAR.....	39
2.4.4.3.2	CARRAGENA.....	40
2.4.5	CONDIMENTOS.....	41
2.4.6	ADITIVOS.....	41
2.4.6.1	ANTIOXIDANTES.....	41
2.4.6.2	CONSERVANTES.....	42
2.4.6.2.1	NITRITO E NITRATO DE SÓDIO.....	42
2.4.6.3	ESTABILIZANTES.....	43
2.4.6.3.1	TRIPOLIFOSFATO DE SÓDIO.....	44
2.5	PROCESSAMENTO DE PRESUNTO COZIDO.....	44
2.5.1	SELEÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA.....	45
2.5.2	ADIÇÃO DE SALMOURA	46
2.5.3	TUMBLEAMENTO.....	47
2.5.4	CURA.....	51
2.5.5	EMBALAGEM E ENFORMAGEM.....	51
2.5.6	COZIMENTO.....	52
2.5.7	RESFRIAMENTO.....	53
2.6	ADIÇÃO DE INGREDIENTES PARA RETER UMIDADE E MODIFICAR TEXTURA.....	53
3	OBJETIVOS.....	56

3.1	OBJETIVO GERAL.....	56
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	56
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	57
4.1	MATÉRIA-PRIMA E PROCESSAMENTO.....	57
4.2	PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL.....	61
4.3	FORMULAÇÕES.....	62
4.4	DETERMINAÇÃO DO PH E TEMPERATURA DA MATÉRIA-PRIMA.....	62
4.5	DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (CAA) DOS INGREDIENTES.....	63
4.6	ENSAIOS NO PRODUTO FINAL.....	63
4.6.1	DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	63
4.6.2	DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA).....	63
4.6.3	ATIVIDADE DE ÁGUA (AW).....	64
4.6.4	PERDAS.....	65
4.6.4.1	PERDAS POR RESFRIAMENTO.....	65
4.6.4.2	PERDAS POR CICLOS DE CONGELAMENTO.....	66
4.6.4.3	PERDAS POR REAQUECIMENTO.....	66
4.6.5	MEDIDA DA FORÇA DE CISALHAMENTO E COMPRESSÃO.....	67
4.6.6	COR INSTRUMENTAL.....	67
4.6.7	SINÉRESE.....	69
4.6.8	FATIABILIDADE.....	69
4.6.9	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA.....	70
4.6.10	ANÁLISE SENSORIAL.....	70
4.6.10.1	TESTE DE PREFERÊNCIA.....	70
4.6.10.2	COMPARAÇÃO MÚLTIPLA.....	71
4.6.10.3	PERFIL DE CARACTERÍSTICAS.....	71
4.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	72
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	73
5.1	DETERMINAÇÃO DO PH E TEMPERATURA DA MATÉRIA-PRIMA.....	73
5.2	DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (CAA) DOS INGREDIENTES.....	74
5.3	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	74
5.3.1	DETERMINAÇÃO DE AMIDO E SAL.....	75
5.3.2	DETERMINAÇÃO DE NITRATO (NANO3) E NITRITO (NANO2).....	75
5.3.3	DETERMINAÇÃO DE UMIDADE E PROTEÍNA.....	78
5.3.4	DETERMINAÇÃO DE LIPÍDIOS E CINZAS	79
5.4	DETERMINAÇÃO DO PH.....	80
5.5	DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA).....	82
5.6	ATIVIDADE DE ÁGUA (AW).....	82
5.7	PERDAS.....	82
5.7.1	PERDAS POR RESFRIAMENTO.....	83
5.7.2	PERDAS POR CICLOS DE CONGELAMENTO.....	84
5.7.3	PERDAS POR REAQUECIMENTO.....	94
5.8	FORÇA DE CISALHAMENTO E COMPRESSÃO.....	98
5.9	COR INSTRUMENTAL.....	101
5.10	SINÉRESE.....	104
5.11	FATIABILIDADE.....	104
5.12	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA.....	110
5.13	ANÁLISE SENSORIAL.....	110

5.13.1	ESCALA HEDÔNICA.....	111
5.13.2	COMPARAÇÃO COM PRESUNTO COZIDO DE PERU PRODUZIDO COMERCIALMENTE.....	111
5.13.3	PERFIL DE CARACTERÍSTICAS.....	112
6	CONCLUSÃO.....	114
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	116
	REFERÊNCIAS.....	118
	ANEXOS.....	131

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas enfrentados pela indústria de carnes, no que se refere à produção de presuntos, são os elevados índices de perdas provocados pela quebra das peças e liberação excessiva de líquidos após o cozimento. Comparando presunto suíno com presunto de peru, as perdas são maiores para o presunto de peru, dependendo do tipo de músculo utilizado (coxa e/ou sobrecoxa), ingredientes adicionados e da tecnologia de fabricação. Os dados fornecidos pela indústria mostram que as perdas de líquido após o cozimento chegam a 4% e além das perdas financeiras há aumento do custo de produção do produto.

A indústria utiliza ingredientes não-cárneos tais como proteínas e polissacarídeos buscando melhorar a liga e a retenção de água, sendo que os mais utilizados em presunto são a carragena e a proteína de soja. Porém, sob determinadas condições, a utilização destes ingredientes pode provocar a formação de gel em alguns produtos após o cozimento, resultando em produtos com baixíssima qualidade sensorial, considerados exsudativos e mal ligados.

Visando buscar soluções tecnológicas para evitar este problema estudou-se o efeito do uso de ingredientes alternativos que não modificassem as características sensoriais e contribuíssem para a melhoria da textura do produto. Os ingredientes testados foram: colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar.

O amido já é amplamente utilizado na indústria alimentícia com grande disponibilidade e baixo custo, porém a nível nacional não é permitida a adição de amido em presunto, ao contrário dos Estados Unidos e Japão. A proibição de sua adição resulta das dificuldades de quantificação pelos órgãos de fiscalização o que, inclusive, aumenta os índices de fraudes nos produtos cárneos que utilizam amido em sua composição, tais como apresuntados e mortadelas.

Com o intuito de avaliar a possível elaboração de presunto apenas com a utilização de amido, e se este ingrediente é notado pelo consumidor (avaliação sensorial), foi utilizado amido modificado com elevado teor de amilopectina (maior resistência a retrogradação e maior capacidade de hidratação) na elaboração de presuntos cozidos.

O colágeno hidrolisado apresenta ampla disponibilidade e baixo custo, é comumente utilizado como agente de liga com baixo valor nutricional, sendo interessante sua aplicação principalmente pela capacidade de retenção de água.

Algumas indústrias já utilizam colágeno na forma nativa (fibra) e existem alguns estudos em produtos emulsionados. Em certos países como a Argentina, há proibição da adição de proteína de soja em algumas classes de presuntos e o colágeno é uma opção para produção de presuntos sem a utilização de proteínas vegetais.

A goma guar apresenta boa sinergia com outros hidrocolóides, principalmente amido, o que amplia suas possibilidades de uso industrial, sendo uma alternativa a ser avaliada na produção de presunto.

Neste trabalho utilizou-se um planejamento fatorial 2^3 com ponto central com objetivo de estudar os efeitos individuais e interações entre o colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar na composição centesimal, características físicas e sensoriais de presunto cozido de peru.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 COMPOSIÇÃO E PROPRIEDADES FUNCIONAIS DA CARNE

O tecido muscoesquelético é um componente importante do corpo dos animais e o principal da fração comestível. É formado por feixes de fibras musculares, que são células longas e multinucleadas de comprimento e diâmetro variáveis e recobertos por tecido conjuntivo, composto de colágeno. Existem três tipos de fibras musculares: brancas, vermelhas e intermediárias. Comparada com a branca, a fibra da carne vermelha tem diâmetro menor e alta densidade capilar (JUDGE; ABERLE; FORREST, 1989).

No interior da fibra muscular (Figura 1) encontram-se as miofibrilas que são estruturas contráteis responsáveis pela aparência estriada do músculo esquelético. Por fim, a unidade da estrutura muscular é o sarcômero que é delimitado por duas linhas Z (LAWRIE, 2005).

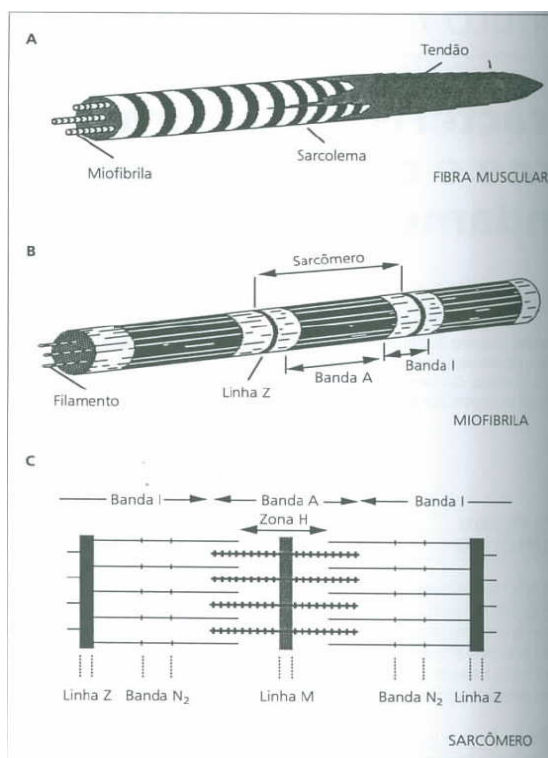


Figura 1 – Esquemas: A) estrutura da fibra muscular, B) miofibrila e C) sarcômero.

FONTE: Ordóñez et al., 2005.

O sarcolema ou membrana da fibra é similar à de outras estruturas celulares e apresenta diversas funções, entre as quais se destacam a compartimentalização das unidades contráteis e a regulação da entrada e saída de determinadas substâncias na fibra muscular (ORDÓÑEZ et al, 2005).

Segundo Verbeken (2005) as proteínas musculares podem ser divididas em três grupos baseados nas características de solubilidade: sarcoplasmáticas (solúveis em água), miofibrilares (solúveis em sal) e estromais (insolúveis).

2.1.1 Proteínas Miofibrilares

As proteínas miofibrilares são as mais abundantes, representando cerca de 60% do total das proteínas musculares. São importantes durante o processamento da carne por produzirem géis tridimensionais quando aquecidas e depois resfriadas, tendo grande influência no rendimento e nas propriedades dos produtos cárneos processados (SMITH, 1988).

Estas proteínas retêm água porque formam um retículo tridimensional de filamentos e esta estrutura permanece mesmo após a homogeneização, sendo que a quantidade de água imobilizada dependerá dos espaços existentes entre os filamentos. Se a fibra muscular estiver contraída o espaço será menor e diminuirá a quantidade de água imobilizada (VERBEKEN et al., 2005).

Destacam-se a actina (principal componente dos filamentos delgados) e miosina (em forma de bastão com duas saliências em uma das extremidades). A união da actina e miosina forma o complexo actomiosina que constitui a maioria das proteínas miofibrilares encontradas na carne. Estas duas proteínas têm ponto isoelétrico de 4,7 e 5,4, respectivamente. Para serem extraídas se faz necessária a utilização de tampões de força iônica média ou alta (LAWRIE, 2005).

2.1.2 Proteínas Sarcoplasmáticas

As proteínas sarcoplasmáticas são solúveis em água ou em tampões de pouca força iônica e representam cerca de 30 a 35% do total das proteínas (ORDÓÑEZ et al., 2005). Pertencem a este grupo as enzimas, mioglobina e hemoglobina.

2.1.3 Proteínas Estromais

As proteínas insolúveis ou do estroma constituem as fibras extracelulares de colágeno, elastina e reticulina que por sua vez, fazem parte do tecido conectivo que recobre as fibras e os feixes musculares (PARDI, 1996).

2.1.4 Composição físico-química da carne

A composição da carne é muito variável dependendo da espécie do animal, raça, sexo, tipo de alimentação, tipo de corte e músculo. Os componentes majoritários da carne são: água (65 a 80%), proteína (16 a 22%), gordura (3 a 13%) e minerais (BARBUT, 2002). Segundo este mesmo autor, as carnes de frango e peru apresentam níveis de gordura inferiores aos das carnes suína e bovina.

A proporção de gordura na parte muscular é um fator importante na produção de presunto, pois a gordura pode provocar a liga inadequada entre os pedaços de carne e perdas na cocção (TEIXIDOR, 2006). Para Theno; Siegel; Schmidt (1978) a gordura entre os músculos tende a reter líquido gerando aspecto esponjoso. Também é importante o aspecto visual do produto que dependerá da região onde será consumido. Nos Estados Unidos, por exemplo, se exige que os produtos sejam completamente isentos de gordura visual, já na Itália e França, o produto apresenta a gordura exterior para dar um aspecto de produto artesanal. A gordura influenciará também na mastigabilidade do produto.

2.1.5 Capacidade de retenção de água (CRA) e Capacidade de Absorção de água (CAA)

A capacidade de retenção de água refere-se à capacidade da carne reter sua própria água durante a aplicação de forças externas, como cortes, aquecimento, trituração e prensagem (JUDGE; ABERLE; FORREST, 1989) e também se refere à capacidade da carne reter total ou parcialmente a água adicionada durante o processamento (ORDÓÑEZ, 2005). Quanto maior a CRA, maior é a suculência das carnes, com aumento de percepção sensorial de maciez.

A capacidade de retenção de água (CRA) e o processo de gelatinização exercem influência sobre a aceitação sensorial dos produtos pelos consumidores

(WESTPHALEN; BRIGGS; LONERGAN, 2006). Muitas propriedades físicas, como a cor, a textura e a firmeza da carne crua, assim como a suculência, a palatabilidade e a dureza quando cozida, dependem em parte da CRA da carne.

A CRA está intimamente relacionada com o pH final devido ao ponto isoelétrico provocado pelo aumento nas cargas da molécula de proteína. Segundo Monteiro; Terra (1999) o valor de pH recomendado para a produção de presunto, que assegura uma boa CRA é acima de 5,8.

Aproximadamente 95% da “água livre” da carne é mantida por interações eletrostáticas e é responsável pelas mudanças na CRA. O restante, 5%, está fortemente ligado na superfície das moléculas de proteína e é pouco influenciado pelas mudanças na estrutura e nas proteínas musculares (TSAI et al., 1998).

A propriedade de reter umidade é economicamente importante para a indústria processadora de carne, pois a perda de umidade afetará negativamente o rendimento e os atributos de qualidade como maciez, textura e *flavor* dos produtos (ORDÓÑEZ et al., 2005).

A Capacidade de Absorção de Água (CAA) é uma propriedade relevante para aplicações em produtos cárneos, pães e bolos. Segundo Wang et al. (2006) altos valores de capacidade de absorção de água são importantes para ajudar a manter a umidade.

2.1.6 pH

O pH do músculo de um animal sadio e devidamente descansado no momento imediatamente anterior ao abate varia de 7 a 7,3. Após o sacrifício do animal, o pH diminui devido à degradação do ATP até chegar ao chamado pH final, entre 5,5 e 5,8 (LAWRIE, 2005).

A velocidade de decréscimo do pH é influenciada por muitos fatores, como a espécie do animal, o tipo de músculo, a temperatura em que ocorre o processo *post-mortem* e fatores de estresse. Nos músculos em que predominam as fibras de contração rápida ou fibras brancas, o pH final atinge valores de 5,5 a 5,8, já nos músculos de contração lenta (principalmente fibras vermelhas) o pH atinge valores entre 6,1 a 6,4 (ORDÓÑEZ et al., 2005).

No momento do abate, o músculo é mole e extensível, mas em poucas horas converte-se em uma estrutura inextensível e relativamente rígida, o que é conhecido

como *rigor mortis* ou rigidez cadavérica. A maturação da carne ou resolução do *rigor mortis* compreende as mudanças posteriores ao desenvolvimento da rigidez cadavérica que determinam o relaxamento lento do músculo provocando amolecimento da carne após 3 a 4 dias de armazenamento em refrigeração (HONKAVAARA, 1998).

2.1.6.1 Anomalias PSE e DFD

PSE (*pale, soft, exudative*) é uma anomalia de qualidade comumente encontrada em suínos, contudo, a sua ocorrência em aves, particularmente em perus, ganhou relevância há apenas alguns anos (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2001).

O que caracteriza o desenvolvimento de PSE é uma glicólise *post-mortem* muito rápida, resfriamento lento ou uma combinação de várias condições que resultam em um músculo com alta temperatura e baixo pH ($\text{pH} < 6,0$) (SHIMOKOMAKI et al., 2006).

Pode-se atingir o pH final em 15 a 20 minutos *post-mortem* quando a temperatura do músculo está próxima de 37°C. A combinação de pH baixo e hipertermia provoca a precipitação das proteínas sarcoplasmáticas (particularmente a miosina) e menor capacidade de retenção de água (OFFER; KNIGHT, 1988).

A miosina determina propriedades funcionais tais como a textura, e sua desnaturação está relacionada a perdas no cozimento e aspecto inadequado do produto. A miosina do músculo PSE difere no tamanho da cadeia, menos espaços entre os filamentos, menor atividade do ATP (OFFER; KNIGHT, 1988) e estas diferenças nas propriedades bioquímicas conseqüentemente afetam a solubilidade.

Carnes PSE apresentam propriedades funcionais comprometidas, como pobre capacidade de retenção de água (CRA), excessiva perda de água no descongelamento e cozimento, palidez excessiva e são consideradas impróprias para o processamento (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2001).

Estas carnes quando utilizadas em presuntos apresentam efeitos no produto final, principalmente na liberação de líquido (sinerese), perdas por cozimento, fatiabilidade, cor, textura, oxidação lipídica e menor rendimento (NAMPO et al., 2006; HONKAVAARA, 1998). Outro fator importante é o impacto econômico referente às perdas de 50%, comparadas com a carne normal.

Nas carnes DFD (*dark, firm, dry*) a queda do pH é muito pouco acentuada

devido à baixa concentração de glicogênio muscular, fazendo com que a combinação pH-temperatura tenha pouca incidência sobre as proteínas sarcoplasmáticas e miofibrilares, dando lugar a carnes mais secas e escuras, reflexo de sua maior capacidade de retenção de água. Devido ao pH elevado estas carnes têm maior susceptibilidade a alterações de origem microbiana (O'NEILL et al., 2003).

2.1.7 Geleificação, Coagulação e Desnaturação

A geleificação, ligação de água e retenção de gordura são as propriedades funcionais mais importantes em produtos cárneos cozidos. A geleificação é definida como uma rede protéica tridimensional que exhibe um certo grau de ordem, formada por moléculas desnaturadas ou não. A coagulação apresenta uma rede protéica desordenada, ao acaso, formando coágulos. E por fim a desnaturação é uma mudança conformacional, pela qual a proteína é transformada de um estado ordenado para um estado desordenado, sem ruptura das ligações covalentes (ZIEGLER; FOEGEDING, 1990).

Segundo Smith (1988) a formação de géis requer a desnaturação parcial das proteínas com desdobramento das cadeias polipeptídicas (estado SOL), que depois se associam para formar redes tridimensionais (estado GEL), por meio de pontes de hidrogênio, forças eletrostáticas, de Van der Waals, pontes dissulfeto e interações hidrofóbicas. Essas redes podem reter água e outros componentes do sistema, principalmente gordura (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Entre os parâmetros críticos para formação do gel estão temperatura, força iônica, pH, concentração de sal e natureza da proteína. Os géis mais interessantes são aqueles formados pela miosina, que é a proteína cárnea emulsificante por excelência (LAWRIE, 2005).

A desnaturação da miosina ocorre em pH em torno de 6,0 e temperatura de 45°C. Os géis formados pela miosina surgem como resultado do aparecimento de agregações entre as cabeças e as caudas das moléculas de miosina, adquirindo maior firmeza em presença de concentrações salinas entre 3 a 4 % (SCHEID, 1986).

2.2 HISTÓRICO

Entre os produtos cárneos salgados, o presunto é um dos que é elaborado há mais tempo. Era fabricado na Europa e na China há pelo menos 2.500 anos. Já no século II a.C., Catão descreve o processo de elaboração de presunto que praticamente não se diferencia do que se utiliza hoje na Itália, França, Estados Unidos ou na China (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Em seus primórdios, a elaboração do presunto surge como um meio de conservação cuja finalidade era dispor de um alimento rico em proteínas durante períodos prolongados (WIRTH, 1992). Hoje o presunto cozido constitui cerca de 30% das *delicatessen* na Europa. Os maiores consumidores são a Espanha (GUERREIRO et al., 1999), França e Itália, sendo que neste último país o consumo médio por habitante chega a 4,9 kg por ano (CASIRAGHI; ALAMPRESE; POMPEI, 2007).

Segundo Bedendi (2003) no Brasil o consumo de presuntos tem um mercado exigente, expressivo e a tecnologia utilizada no processo de elaboração é muito diversificada.

2.3 DEFINIÇÃO DE PRESUNTO

Segundo o Padrão de Identidade e Qualidade de Presunto (BRASIL, 2000) define-se como presunto o produto cárneo industrializado obtido dos cortes do membro posterior de suíno, desossado ou não, adicionado de ingredientes e submetido a um processo térmico adequado. Quando o membro posterior utilizado não for de suíno, o produto será denominado de Presunto, seguido do nome da espécie animal de procedência.

2.4 INGREDIENTES

No Brasil os ingredientes obrigatórios na produção de presunto cozido são: carne, sal, nitrito e/ou nitrato de sódio e/ou potássio em forma de salmoura. Os ingredientes considerados opcionais são: proteínas de origem animal e/ou vegetal, açúcares, malto-dextrina, condimentos, aromas, especiarias e aditivos intencionais (BRASIL, 2000).

Para presunto cozido superior ou presunto tenro (obrigatoriamente deve ser submetido à defumação), é proibida a utilização de qualquer proteína que não aquela proveniente da massa muscular do pernil, exceto o caseinato de sódio no limite máximo de 1,0%. Para os outros presuntos cozidos é permitida a adição de proteínas não-cárneas em no máximo 2%. Na Tabela 1 podem ser observadas as características físico-químicas obrigatórias para presuntos cozidos segundo o (PIQ) Padrão de Identidade e Qualidade para Presunto (BRASIL, 2000).

Não é permitida a adição de amido ou amido modificado. Porém, o uso de outros polissacarídeos é permitido segundo a Portaria 1004 de 1998 (BRASIL, 1998), com destaque para: ácido algínico e alginatos, ágar, carragena, goma guar, xantana, jataí, alfarroba e garrofin.

Os ingredientes (sal, fosfatos, gomas, etc.) melhoram a eficiência na retenção de água (funcionalidade), o que influencia diretamente na maciez e na suculência, que são considerados os atributos mais importantes na qualidade da carne fresca e dos produtos cárneos (PARDI, 1996).

TABELA 1 – Características físico-químicas obrigatórias para presuntos cozidos.

Características físico-químicas	Quantidade permitida	Valor (%)
Carboidratos totais	Máximo	2,0%
Relação Umidade:Proteína	Máximo	5,35
Proteína	Mínimo	14%

FONTE: BRASIL (2000).

2.4.1 Água

A função da água é dispersar uniformemente os ingredientes e aditivos na massa cárnea e extrair as proteínas do interior da carne para a superfície, solubilizando-as. Na cocção, as proteínas coagulam e estabelecem a liga entre os pedaços de carne (ou entre os músculos) (SEIGEL; THENO; SCHMIDT, 1978).

Além de influenciar nas propriedades funcional (CRA) e sensorial (suculência), o teor de água tem ação importante no produto cárneo, uma vez que existe uma relação com a atividade de água (TEIXIDOR, 2006).

2.4.2 Sal

Usualmente adicionado a níveis de 2,5 a 3,0 %, o sal é utilizado para preservar e melhorar o *flavor* dos alimentos, participando também do processo de cura da carne e da solubilização das proteínas (OCKERMANN, 1985).

Uma vez que as proteínas sarcoplasmáticas e as miofibrilares são solubilizadas em soluções salinas, o sal tem uma importância fundamental na extração destas proteínas do interior do músculo para a superfície (PUOLANNE; RUUSUNEN, VAINIONPÄÄ, 2001).

Os íons cloreto do NaCl atacam os filamentos das proteínas miofibrilares elevando as cargas negativas, aumentando as forças eletrostáticas repulsivas entre os filamentos, penetrando entre as moléculas de proteína dos filamentos e iniciando um parcial afrouxamento das cadeias polipeptídicas (KATSARAS; BUDRAS, 1993).

O sal induz o inchamento através do aumento do eixo transversal da fibra, porém mantendo constante o eixo longitudinal (LACHOWICZ et al., 2003). Simultaneamente, o aumento das cargas negativas causa a desintegração dos filamentos numa força iônica de 0,8 (sem fosfato) e 0,4 (com fosfato) e a máxima CRA é atingida em pH no valor de 6,0 (PUOLANNE, 2001).

Além de potencializar o sabor, o sal atua desidratando e modificando a pressão osmótica, dificultando o crescimento microbiano e, portanto, limitando a alteração bacteriana. O uso do sal também pode provocar a oxidação do pigmento mioglobina, liberação do ferro cataliticamente ativo da molécula levando à oxidação lipídica e conseqüentemente ao ranço. Por sua vez, os radicais livres produzidos durante o ranço lipídico podem oxidar o pigmento heme, bem como provocar a desnaturação protéica, levando a mudanças de cores indesejáveis (LACHOWICZ et al., 2003; SHIMOKOMAKI et al., 2006).

2.4.3 Proteínas

Em presuntos, podem ser adicionadas proteínas de origem vegetal e animal. Estas proteínas apresentam comportamento muito parecido com as proteínas da própria carne, promovendo liga entre os pedaços de carne e retenção de água porque interagem diretamente com as proteínas cárneas ocupando espaços intersticiais na matriz do gel (PIETRASIK; JARMOLUK; SHAND, 2006).

As proteínas são freqüentemente utilizadas como agentes geleificantes em produtos cárneos por aumentarem o rendimento e textura através das propriedades de retenção de água (PIETRASIK; JARMOLUK; SHAND, 2006).

As proteínas atuam também como estabilizantes naturais devido à sua natureza hidrofóbica e hidrofílica (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2001). Segundo Hsu e Sun (2005) existem diversos estudos da incorporação de proteínas nos mais diversos tipos de produtos cárneos, entre eles os embutidos emulsionados, presuntos, almôndegas e hambúrguer, com a finalidade de reduzir perdas no cozimento, reduzir custos de formulação, melhorar a capacidade emulsificante, aumentar a retenção de água, melhorar o valor nutritivo e as características de fatiamento.

2.4.3.1 Colágeno

O termo colágeno deriva das palavras gregas KOLLA (cola) e GENNO (produção), e literalmente tem sido empregado como matéria-prima na produção de cola animal (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2001).

O colágeno constitui 1/3 do total das proteínas dos vertebrados, sendo encontrado sob várias formas em tecidos de todas as espécies de organismos multicelulares, exercendo funções diversas dependendo de sua localização (SHIMOKOMAKI, 1992). Os tecidos ricos em colágeno compreendem os ossos, cartilagens, tendões e pele. Cerca de 13 a 14% dos resíduos de aminoácido que formam o colágeno são de hidroxiprolina. O teor de hidroxiprolina é usado como parâmetro para estabelecer a quantidade de colágeno na carne e produtos cárneos (SCHILLING et al., 2003).

São conhecidos dezenove tipos de colágeno sendo que o mais abundante é o tipo I, que é o maior constituinte da pele, tendões, ligamentos e ossos. Este colágeno é uma proteína macromolecular constituída de três cadeias polipeptídicas de tamanhos iguais (Figura 2), que em sua porção central estão sob a forma helicoidal e nas extremidades amínica e carboxílica permanecem na forma globular (TORLEY; D'ARCY; TROUT, 2000).

Nestas porções globulares localizam-se as pontes cruzadas intermoleculares que estabilizam a estrutura das fibrilas colagenosas o que, como consequência resulta em alteração da textura (enrijecimento) da carne na medida em que o animal

envelhece (PRABHU; DOERSCHER, 2003).

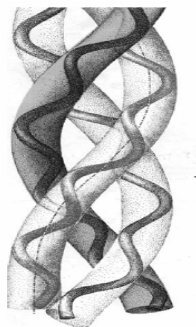


Figura 2 – Estrutura molecular do colágeno

FONTE: Tornberg, 2005.

O colágeno é o maior responsável pela textura da carne e dos produtos cárneos (SCHILLING et al., 2002). A influência do colágeno na qualidade dos produtos cárneos dependerá do grau de cominuição e extensão da gelatinização durante o cozimento.

Pesquisas com utilização de colágeno para melhorar CRA, mostraram que, mesmo em baixos níveis, este ingrediente é um efetivo estabilizante, contribuindo para melhoria do sabor e da suculência (ALMEIDA et al., 2006).

A desnaturação do colágeno nativo ocorre quando o mesmo é aquecido entre 65 e 68°C e há a formação subsequente de gelatina (BARBUT; MITTAL, 1991). Um fator limitante ao uso de fibras de colágeno é a diluição da miosina (proteína de alta funcionalidade). Jobling (1984) observou que altos níveis de colágeno em salsichas resultaram em aumento nas perdas no cozimento e liberação de gordura, porém a adição de fosfatos foi capaz de moderar este efeito.

O colágeno parcialmente hidrolisado, pó de colágeno ou colágeno hidrolisado é obtido pela hidrólise parcial do colágeno. A diferença do colágeno nativo é que estas proteínas são solúveis em água ou em salmoura e apresentam um elevado conteúdo protéico (84 a 90 %). Sua utilização se deve a capacidade de retenção de água, propriedades geleificantes e alto teor protéico (FRANCISCHETTI, 2007).

O colágeno hidrolisado é extraído da pele ou de ossos de animais devidamente inspecionados, em água a 60°C ou utilizando-se enzimas (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2001). Em função do método de extração utilizado, as frações obtidas podem apresentar propriedades de geleificação distintas.

Os estudos do colágeno iniciaram na década de 30, mas vêm se intensificando nos últimos trinta anos, especialmente o desenvolvimento de aplicações e a abordagem nutricional (MICHELINI et al., 2007). Produzido sob ciclo controlado de tempo e temperatura, suas características naturais são mantidas sem desnaturar ou modificar a estrutura inicial da proteína.

As principais funcionalidades do colágeno hidrolisado em carnes são: aumento da retenção de água, melhoria de textura, melhoria da retenção de gordura, aumento do rendimento após cozimento, melhoria do fatiamento, não interferir na cor natural do produto ao qual é adicionado e diminuição da exsudação de líquidos em produtos frescos (NOVAPROM, 2006; MICHELINI et al., 2007).

A aplicação de colágeno hidrolisado em produtos cárneos pode constituir uma alternativa para incrementar a ingestão de colágeno pelo consumidor moderno e criando uma oportunidade para a indústria frigorífica introduzir produtos cárneos funcionais (FRANCISCHETTI, 2007).

Michelini et al. (2007) estudaram o uso de colágeno hidrolisado *Collagel*[®] (Gelita South America) no nível de 4,89 %, como substituto de gordura em hambúguer bovino e observaram que o colágeno hidrolisado influenciou na cor, tornando-a mais clara e atribuindo um certo amarelamento ao produto. O produto desenvolvido foi considerado macio, porém a avaliação sensorial foi negativa. As perdas observadas no cozimento chegaram a 36,80 % e o mesmo estudo sugeriu a utilização de colágeno em pó em associação com a fibra (colágeno nativo).

A maior diferença entre a fibra e o pó é que a fibra além de reter água quimicamente (tanto pela matriz protéica quanto pelas pontes feitas com a água) devido a sua forma física, incha ao entrar em contato com a água e bloqueia a saída de umidade e gordura do sistema. Este efeito confere textura e coesão à massa, propriedade inexistente no pó (NOVAPROM, 2006).

Em termos de dimensões a fibra tem tamanho de partículas entre 1,80 a 1,92 mm e o pó entre 0,45 a 0,57 mm. Uma desvantagem da fibra é que não pode ser injetada e ambos apresentam capacidade de retenção de água em até seis vezes o seu peso.

A aplicação de colágeno nativo na proporção de 2 % mostrou efeito benéfico em emulsões cárneas. No estudo feito por Prabhu; Doerscher (2003) a adição de 1 % de colágeno em presuntos reduziu as perdas no cozimento e em níveis de 2 a 3% reduziu a sinérese após quatro semanas de armazenamento. Não houve diferença

na textura, leve alteração de cor foi observada, mas houve diferença sensorial quando o colágeno foi adicionado em quantidade acima de 2 %. Neste mesmo estudo, a sinérese observada após quatro semanas de armazenamento foi de 3,57, 3,29 e 2,50 % para adição de colágeno nos níveis de 1, 2 e 3 %, respectivamente.

Segundo Almeida et al. (2006) os níveis de proteína dos produtos cárneos adicionados de colágeno aumentam a partir da adição de 3,63 %, demonstrando incorporação do colágeno no gel cárneo formado. Como o colágeno retém umidade no cozimento observa-se maior teor de umidade final nos produtos elaborados com este ingrediente (SCHILLING et al., 2003).

No estudo realizado por SCHILLING et al. (2003) foi utilizado colágeno nativo na proporção de até 3 % em presuntos elaborados com carnes PSE. A adição de colágeno resultou em melhor funcionalidade, diminuição das perdas por cozimento, redução dos custos da formulação e não foi observada alteração na cor, porém o emprego do colágeno não foi suficiente para evitar as perdas de líquidos que chegaram a 10,95 % no produto final.

2.4.4 Carboidratos

Os carboidratos constituem a classe de compostos orgânicos mais abundantes que ocorrem na natureza (CUI, 2005). São definidos como poli-hidróxi-aldeídos, poli-hidroxi-cetonas, poli-hidroxi-ácidos e seus derivados simples, e polímeros desses compostos unidos por ligações hemiacetálicas (BOBBIO, 1995).

Neste grupo de compostos, que são hidratos de carbono, têm-se os mais variados tipos de substâncias, desde os monossacarídeos, representados pela glicose, os dissacarídeos, dos quais os mais freqüentes em alimentos são a sacarose e a lactose, até os polissacarídeos, como amido e celulose. O açúcar, sem outra designação específica, é a sacarose obtida da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) ou de beterraba (*Beta vulgaris*) (BRASIL, 1998).

2.4.4.1 Açúcares

Embora não sejam essenciais, são empregados como nutrientes para bactérias que transformam nitrato em nitrito e auxiliam na cor do produto, evitam o salgamento excessivo e moderam o sabor, além de contribuírem para o retardo do

crescimento microbiano (ARIMA, 1995). Segundo Gava (1988) a presença de açúcar aumenta a pressão osmótica do meio e conseqüentemente irá ocorrer uma diminuição no valor da atividade de água (A_w), criando condições desfavoráveis para o crescimento e reprodução da maioria das bactérias, leveduras e mofo.

O açúcar contribui para o desenvolvimento de reações de escurecimento, criando condições redutoras durante o processo de cura, o que, provavelmente faz com que carnes curadas não desenvolvam aromas de oxidado. Estas condições de redução influenciam na cor devido à estabilização do Fe^{2+} . As condições redutoras também auxiliam na redução de nitratos a nitritos, e destes a óxido nítrico, substância ativa que reage com os pigmentos da carne (ORDÓÑEZ et al., 2005).

2.4.4.2 Amidos

Conforme Bobbio (1985), o amido constitui uma importante reserva de nutrição de todas as plantas superiores (sementes, tubérculos, rizomas e bulbos). Pelo fato de ser facilmente hidrolisado e digerido, é um dos elementos mais importantes na alimentação, representando de 70 a 80 % das calorias ingeridas na dieta humana.

Segundo Sams (2001) os amidos mais comuns são originados de batata, mandioca, milho, trigo e arroz. O amido não é doce, tem baixo custo, grande disponibilidade e facilidade de armazenamento e manipulação. O amido pode ser usado na indústria de alimentos principalmente sob três formas: os hidrolisados, os modificados e os amidos naturais.

O amido é um homopolissacarídeo neutro formado por duas frações: amilose e amilopectina (Figura 3). A amilose é um polímero linear composto de moléculas de maltose que são constituídas de unidades de glicose unidas através de ligações glicosídicas α -1,4. A amilopectina possui além das ligações α -1,4, também ligações α -1,6 e como conseqüência disso a cadeia é ramificada (FENEMA, 1993, CAMARGO et al., 1984).

Comparando as moléculas de amilose e amilopectina totalmente hidratadas e com o mesmo peso molecular, verifica-se que, ao se moverem, a amilopectina cobre uma área cuja superfície é muitas vezes maior que aquela coberta pela amilose.

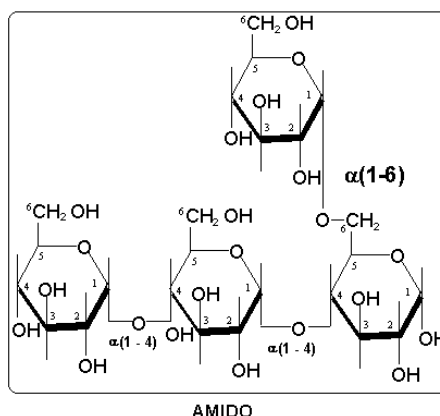


Figura 3 – Estrutura molecular do amido

FONTE: Bobbio, 1995.

Por outro lado, a aproximação de duas ou mais moléculas de amilose é suficientemente livre para permitir a formação de agregados e as pontes de hidrogênio entre as moléculas são numerosas, formando regiões micelares onde há estrutura cristalina (MUNHOZ; WEBER; CHANG, 2004). Na amilopectina a aproximação só poderá ser parcial e pelas extremidades das cadeias e só aí poderá haver formação de zonas cristalinas.

O amido nativo não se dissolve em água fria e suas soluções são instáveis quando em contato com ácidos. Estas limitações, contudo, podem ser alteradas quando se modifica o amido por reações com variados agentes químicos (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998). Quando tratado com ácido nítrico se converte em amido solúvel. A alteração do amido permite a obtenção de misturas de grande aplicação comercial, como maltodextrinas, maltose e xaropes concentrados de glicose. Esses produtos são bastante utilizados na indústria alimentícia, especialmente em doces (BOBBIO, 1995; FRANCO et al., 2001).

Cada amido apresenta um intervalo de temperatura de gelatinização característico, correspondente ao ponto de máxima viscosidade. Este intervalo é medido a partir do início do desaparecimento das zonas cristalinas do grânulo até o seu fim, visível em microscópio com luz polarizada.

Quando aquecido a temperaturas de 60 a 70 °C, o amido aumenta a quantidade de água absorvida (inchamento) e é observada a formação de pasta (OLIVEIRA FILHO, 2006). Este inchamento é iniciado pelo aquecimento que causa a

vibração vigorosa das macromoléculas constituintes do amido, havendo rompimento das pontes de hidrogênio com a água, ou seja, ocorre a ruptura das estruturas cristalinas do grânulo o qual absorve água e intumescce irreversivelmente, adquirindo tamanho maior que o original (MUNHOZ; WEBER; CHANG, 2004).

Segundo Garcia-Cruz; Scamparini; Hoffmann (1996), com o aquecimento, o volume dos grânulos aumenta, podendo ocupar todo o espaço possível. Durante este processo, parte da amilose de menor peso molecular é lixiviada para a solução. Chega-se então a um sistema em que não há mais água livre, pois toda ela estará associada às cadeias de amilose e amilopectina, ou presa nos espaços entre os grânulos, formando uma solução com amilose. A viscosidade do sistema aumenta até o máximo e a transparência também. Tem-se nesta situação uma solução viscosa de amido.

Com a redução da temperatura, a solução pode passar gradualmente a gel e a viscosidade aumenta após várias horas. O gel será mais ou menos firme conforme a proporção e o tipo de amido.

Na formação e na dureza dos géis de amido, além da natureza do amido e de sua concentração, influem o pH, teor de açúcar, proteínas, gorduras e sais presentes (BOBBIO, 1985).

2.4.4.2.1 Retrogradação

É o fenômeno de desarranjo das moléculas após a gelatinização do amido quando a temperatura é reduzida (LEE et al., 2002) resultando em perda de água do sistema e endurecimento do produto final (MUNHOZ; WEBER; CHANG, 2004). Na retrogradação ocorre uma reconstituição de uma estrutura mais rígida (formam-se novamente partes cristalinas como aquelas destruídas na formação do gel), devido às cadeias de amilose ficarem mais disponíveis para se rearranjarem durante o *shelf-life* do produto, com isso há uma diminuição de volume e expulsão de água ligada às moléculas (sinérese). A retrogradação é irreversível e é mais rápida em temperaturas próximas de 0°C (FRANCO et al., 2001).

Na Europa, a maioria dos alimentos industrializados usa amidos modificados, o que não ocorre no Brasil. O amido modificado é usado principalmente no processamento de alimentos que passam por algum tipo de estresse (esterilização, congelamento, armazenamento em pH ácido, adição de aditivos alimentares, etc.).

2.4.4.2.2 Amidos Modificados

Cada amido modificado pode adquirir propriedades, em maior ou menor grau, prestando-se assim para usos específicos na indústria de alimentos. Muitos tipos de amidos modificados têm vantagens de serem termicamente mais estáveis, menos frágeis e evitar a retrogradação (OLIVEIRA FILHO, 2006).

2.4.4.2.3 Amido em produtos cárneos

Na indústria de carnes o amido é muito utilizado já que o mesmo apresenta capacidade de ligar duas a quatro vezes o seu peso em umidade, estabilidade ao congelamento/descongelamento, podendo ser utilizado como substituto de gordura, contribuindo para a firmeza e textura (SAMS, 2001).

Através da formação de uma rede tridimensional que retém abundantes quantidades de água, a utilização de amido aumenta o rendimento dos produtos cozidos (OLIVEIRA FILHO, 2006).

No Brasil não é permitido o emprego de amido nativo ou modificado em presuntos, ao contrário dos Estados Unidos, onde é utilizado amido a nível máximo de 2 % em uma classe de presuntos desde que conste no rótulo “presunto com água agregada” (USA 1999). Cai; Xue (2000) e Kanbe et al. (1979) citam o emprego de amido em presunto no Japão e China variando de 3,26 a 7,0 %.

Apesar do presunto não poder conter amido em sua composição, diversos outros produtos cárneos similares tais como apresuntados, lanches, mortadelas e salsichas, comumente utilizam este ingrediente (PEDROSO, 2006).

No estudo realizado por Pedroso (2006) concluiu-se que amido adicionado no nível de 2 % reduziu a formação de exsudado gelatinoso em presunto cozido de peru quando este foi adicionado de carragena em nível de 1 % e que a adição de amido não interferiu nas características físico-químicas e sensoriais quando comparado com o padrão brasileiro. Também foi observado que tanto o amido quanto a carragena apresentaram efeitos negativos para as perdas por cozimento e reaquecimento, indicando que a presença destes hidrocolóides favoreceu a permanência de água nos produtos.

No trabalho de Jamas; Bombo; Sant'ana (2006) foram avaliadas a composição química, valor energético e parâmetros de cor de presunto de carpa

elaborado com 0,5 % de transglutaminase e 5 % de amido. Pôde ser observado que a concentração de amido influenciou na retenção da cor e que o presunto desenvolvido apresentou coloração semelhante ao presunto suíno.

Schilling et al. (2004) avaliaram a utilização de 3 % de amido modificado Firm Tex[®] em presunto reestruturado elaborado com 50 % de carne PSE. Obtiveram como resultado maior CRA, diferenças na composição química e na cor do produto. A liberação de líquido aparente foi de 17 % quando foi utilizada a proporção de 3 % de amido modificado.

2.4.4.3 Gomas

Na indústria de alimentos as gomas desempenham funções como espessantes, geleificantes, emulsificantes, estabilizantes e como formadoras de filmes (revestimento de salsichas). A definição técnica corretamente aceita de goma é o material que pode ser dissolvido ou dispersado em água fria ou quente produzindo soluções viscosas ou dispersões (BOBBIO, 1985).

As gomas podem ser obtidas de sementes, extratos de plantas e de origem microbiana (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998). Algumas gomas como a carragena (extraída de *Chondrus crispus*, *Gigartina stellata* e outras espécies de algas marinhas vermelhas) goma xantana (heteropolissacarídeo produzido pela *Xanthomonas campestris*) e locusta (proveniente do feijão de alfarroba característico da região do Mediterrâneo) são muito utilizadas em produtos de peixe (surimi) para melhorar suas propriedades mecânicas (BARRERA et al., 2002).

As gomas de sementes permitidas em alimentos são galactomananas, que são polissacarídeos de reserva característicos de sementes pertencentes à família Leguminosae que possuem endosperma (Meer et. al. citado por PANEGASSI et al., 2000). Apresentam uma cadeia principal formada por unidades de manose em ligação e cadeias laterais de galactose, responsáveis pela solubilidade dos polímeros. Estes polímeros são pouco afetados pela acidez, em decorrência da ausência de cargas em baixos valores do pH. Podem ser utilizados em alimentos ácidos e na presença de carragena e/ou xantana, formando géis mesmo a baixas temperaturas (PANEGASSI; SERRA; BUCKERIDGE, 2000).

Conforme Ganter et al. (1997) as galactomananas têm baixo custo quando

comparadas à carragena e xantana e sua interação sinérgica cria possibilidades de nova funcionalidade com ampla aplicação industrial.

2.4.4.3.1 Goma Guar

Goma guar é uma galactomanana neutra contendo manose e galactose na proporção de 2:1 extraída da *Cyamopsis tetragonolobus* (LIGUTOM; MESINA; GANJI, 1999). Conforme a Figura 4, pode-se observar que as galactomananas são formadas por cadeias lineares de D-manopiranosil ligadas entre si por ligações $\beta(1-4)$ e unidades de D-galactopiranosil, ligadas entre si por ligações $\alpha(1-6)$.

É uma goma de alto peso molecular, estável ao calor, capaz de formar dispersões coloidais em água com elevada viscosidade, no entanto, não forma géis e sua viscosidade é pouco afetada pelo pH (valores entre 4 e 9). Interage bem com outras gomas alterando a viscosidade, sendo utilizada como estabilizante em molhos, bebidas, sorvetes (BOBBIO, 1985) e em produtos de panificação para aumentar a viscosidade e volume.

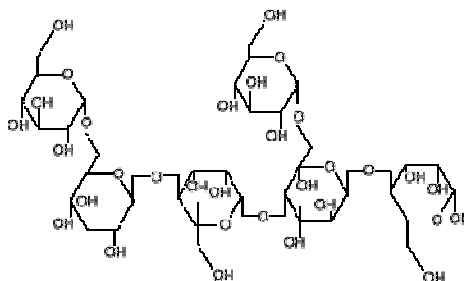


Figura 4 – Estrutura molecular das galactomananas

FONTE: Daas; Schols; Okubanju, 2000.

Uma das propriedades mais importantes da goma guar é que ela é facilmente dissolvida em água formando uma solução viscosa. Esta propriedade é amplamente explorada comercialmente pela indústria de alimentos, por exemplo, como agente estabilizante e espessante em uma variedade de alimentos em concentrações menores que 1 % (SLAUGHTER et al., 2002).

A goma guar é muito utilizada em mortadelas e salsichas com a finalidade de reter água e facilitar o embutimento (PEARSON; TAUBER, 1984). Em concentrações excessivas pode provocar dificuldade na geleificação das proteínas miofibrilares o

que resulta em aumento das perdas no cozimento e falta de liga entre os pedaços de carne (OLIVEIRA FILHO, 2006).

Ligutom; Mesina; Ganji (1999) avaliaram a adição de goma guar em almôndegas e verificaram que não afetou a aparência, mas interferiu no sabor e na aceitabilidade do produto. Já a aplicação de goma guar em associação com goma xantana em salsichas resultou em coloração menos intensa (SUDHAKAR; SINGHAL; KUKARNI, 1996).

2.4.4.3.2 Carragena

Carragena é o nome dado aos hidrocolóides encontrados entre as fibras celulósicas de algumas espécies de algas vermelhas, pertencentes à família Rhodophyceae (LEE et al., 2002). Quimicamente as carragenas são polissacarídeos lineares sulfatados, compostos por unidades repetitivas de galactose e anidro galactose (VERBEKEN et al., 2005).

Contêm várias frações ou tipos, que se diferenciam em suas propriedades físicas e químicas, em função do número e posição dos grupos éster sulfatos nas unidades de galactose. As frações mais estudadas são denominadas tipo *Kappa*, *Iota* e *Lambda*.

A kappa-carragena é a mais utilizada em produtos cárneos pasteurizados. É solúvel em água e pode ser adicionada na salmoura (1,5 a 2,0%) ou no “cutter” (1,3 a 1,4 %) juntamente com o sal no início da trituração. Também pode substituir gordura sem alterar a coloração e nem alterar o sabor do produto final (ROÇA et al., 1994).

A principal propriedade da carragena é a habilidade de modificar as características reológicas do sistema, mesmo em baixa quantidade, o que se deve à sua capacidade de formar géis ou tornar uma solução viscosa. Devido a estas características possuem diversas aplicações como geleificantes, espessantes e estabilizantes (VERBEKEN et al., 2005).

A capacidade de geleificação da carragena pode ser explicada pela formação de uma rede tridimensional de hélices duplas, resultante do entrelaçamento de cadeias adjacentes. Este tipo de estrutura somente é possível nos tipos *kappa* e *iota*, que formam géis termicamente reversíveis no aquecimento e resfriamento de soluções aquosas. Na temperatura acima do ponto de fusão do gel e no

resfriamento, uma rede polimérica tridimensional é formada, na qual as hélices duplas formam as pontes de junção das cadeias. À medida que o gel se resfria há uma agregação desses pontos de junção para formar a estrutura fina do gel. A fração *lambda* forma apenas um arranjo helicoidal e, conseqüentemente, não se geleifica (SAMS, 2001; BARBUT, 2002).

Ao formar gel a carragena auxilia na retenção dos líquidos, evitando a perda de proteínas solúveis e desequilíbrio do produto final. Esta maior retenção de umidade proporciona um aumento da suculência e a sua propriedade geleificante melhora a textura, beneficiando o fatiamento e aspecto final do produto (SCHEID, 1986). É utilizada na proporção máxima de 0,5 % (BRASIL, 2000).

Algumas desvantagens da sua utilização compreendem: o entupimento de agulhas e/ou filtros da injetora, formação de grumos na salmoura, alta viscosidade da salmoura (temperatura deve ser mantida em no máximo 2°C) e precipitação de partículas no tanque da injetora. Também podem ocorrer bolhas de gel na massa ou na superfície do produto final (ARIMA, 1995). Pedroso (2006) sugere a utilização de kappa-carragena misturada com a iota-carragena para evitar a *sinérese* em presunto cozido de peru.

2.4.5 Condimentos

Conferem odor agradável e ajudam a melhorar o sabor dos produtos (TEIXIDOR, 2006). Normalmente os condimentos são constituídos de água, etanol, corante natural de urucum e óleos essenciais de louro e cravo.

2.4.6 Aditivos

São adicionados para melhorar a conservação, as propriedades sensoriais e as tecnológicas.

2.4.6.1 Antioxidantes

Os produtos cárneos podem ser deteriorados por processos microbiológicos ou oxidativos durante o armazenamento. A oximioglobina é oxidada a metamioglobina e este efeito é percebido pela mudança de cor de vermelho para

marrom, o que não é aceitável sensorialmente (CHENG; WANG; OCKERMAN, 2007).

O eritorbato de sódio é acelerador da transformação do nitrito a óxido nitroso e estabilizante da cor formada por aquecimento a nitrosohemocromo (BARRINGER et al., 2005). Sua aplicação tem sido muito estudada, pois aumenta o *shelf-life* e estabilidade da cor.

2.4.6.2 Conservantes

Segundo Gava (1988) os conservantes são utilizados para evitar a deterioração dos alimentos, principalmente aquelas ocasionadas por microorganismos. No caso de presuntos os mais utilizados são os nitritos e nitratos, pois além do seu efeito conservador são utilizados por causa do efeito antioxidante durante o processo de cura.

2.4.6.2.1 Nitrito e Nitrato de Sódio

Os nitratos e nitritos têm as funções de estabilizar a cor, contribuir para o desenvolvimento de aroma, inibir o crescimento de *Clostridium botulinum* e retardar o desenvolvimento de rancificação (CASSENS, 1995).

A ação antimicrobiana dos nitratos é dirigida fundamentalmente contra as bactérias anaeróbias já que para muitos destes microorganismos, estes representam uma fonte de nitrogênio. Do nitrato, por si só, não se pode esperar ação antimicrobiana direta inibidora do crescimento bacteriano; a ação antimicrobiana deve-se em maior parte aos nitritos resultantes e, concretamente, ao ácido nitroso gerado e aos ácidos que se formam a partir dele (DINEEN et al., 2000). Conforme os mesmos autores, o nitrito atua apenas sobre as bactérias e não afeta o crescimento de fungos nem de leveduras.

A cor é um componente extremamente crítico na aparência da carne e tem influência substancial na decisão de compra pelos consumidores (DELAHUNTY et al., 1997). O uso de nitrito de sódio em carnes curadas é responsável pelas características de carne rosada e estabilidade do *flavor*.

As condições que favorecem as reações que provocam a formação dos pigmentos da carne curada (óxido nitroso mioglobina ou nitrosomioglobina e nitroso-

hemocromogênio) devem ser criadas com a cura da carne. O pigmento normal da carne curada não-tratada pelo calor é a nitrosomioglobina que, pelo aquecimento, transforma-se em nitroso-hemocromogênio. A quantidade mínima a ser adicionada nos produtos cárneos para produzir a cor adequada é estimada em 30 mg kg^{-1} , no entanto, a legislação brasileira permite a utilização de até 50 mg kg^{-1} (BRASIL, 2000). Para o produto final o teor residual máximo da soma de nitrito e nitrato é de 150 ppm.

As perdas de nitrito durante o processamento estão na faixa de 22 a 34%, porém, outros autores mencionam perdas entre 10 a 20% em relação ao nitrito adicionado inicialmente (CHENG; WANG; OCKERMAN, 2007).

2.4.6.3 Estabilizantes

Estabilizantes são substâncias que favorecem e mantêm as características físicas de emulsões e suspensões. Alguns estabilizantes possuem capacidade de aumentar o grau de viscosidade de soluções, emulsões e suspensões caracterizando-se, portanto como espessantes (BARUFFALDI et al., 1998).

Na indústria da carne, os fosfatos mais utilizados são os sais de sódio ou potássio de tripolifosfato ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$), hexametafosfato (NaPO_3)₆ e pirofosfato ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$). Cada um destes fosfatos apresenta propriedades características de solubilidade, higroscopicidade, poder complexante de sais, capacidade emulsificante e estabilizante e diferentes pH. Além disso, os fosfatos reduzem perda por cozimento, melhoram textura e suculência, especialmente pelo aumento da CRA, retardam rancidez oxidativa (DINEEN et al., 2000), desenvolvem cor e reduzem o crescimento microbiano (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2002).

A principal função destes compostos está relacionada com a ação sobre o pH, que é elevado a um valor adequado, conferindo características de uma estrutura elástica; esta estrutura é semelhante a encontrada em animais recentemente abatidos; pela ação dilatadora do fosfato sobre as fibras musculares, a qual implica em aumento da CRA e diminuição no encolhimento durante o processo de cozimento (TAKAHASHI, 1978).

2.4.6.3.1 Tripolifosfato de Sódio

As três funções principais dos fosfatos são: controlar pH, seqüestrar íons metálicos e melhorar a força iônica. É importante ressaltar que pH (entre 6,0 e 7,0) e força iônica (0,6) são os mais importantes fatores responsáveis pelo aumento da CRA das proteínas da carne (ÜNAL; ERDÖDÜ; EKİZ, 2006). O tripolifosfato de sódio é o mais utilizado em produtos cárneos pois exibe maior característica poliônica comparada com outros fosfatos (SHAHIDI; SYNOMIECKI, 2005).

A melhoria na capacidade de retenção de água é explicada pelo aumento do pH e da força iônica que provocam um aumento no espaço em torno das proteínas onde se aloja a água; isto ocorre porque os polifosfatos quebram as ligações entre actina e miosina (complexo formado no *rigor mortis*), permitindo a formação de espaços interfilamentares e facilitando a ligação protéica (XIONG, 2005).

A separação do complexo actomiosina resulta em finos fragmentos de miofibrilas, porém géis não são formados. Ao mesmo tempo, alteram a força iônica do sarcoplasma, aumentando com isso a repulsão eletrostática entre os filamentos (expansão) e posterior aumento na quantidade de espaço disponível para ligar água (OCKERMANN, 1985).

A melhoria na cor e aroma deve-se à ação antioxidante dos fosfatos e é explicada pela possível formação de complexos com metais pesados presentes em quantidades residuais como contaminantes dos sais de cura.

Segundo USDA (1982) o máximo que pode ser incorporado de fosfatos é 0,5 % e este mesmo percentual é o permitido pela legislação brasileira (BRASIL, 2000).

2.5 PROCESSAMENTO DE PRESUNTO COZIDO

No Brasil, a tecnologia de fabricação é muito diversificada, o que faz com que os presuntos apresentem variações na sua composição (BEDENDI, 2003). Mas de uma maneira geral, a composição físico-química média apresenta um teor de umidade de 71 %, proteína de 15 %, gordura de 9 %, pH entre 5,9 e 6,1 e A_w de 0,96 a 0,98 (PEARSON; TAUBER, 1984).

As etapas do processamento de presunto cozido estão descritas na Figura 5. Segundo Casiraghi; Alamprese; Pompei (2007) a qualidade do produto depende principalmente da injeção, do tumbleamento e do cozimento.

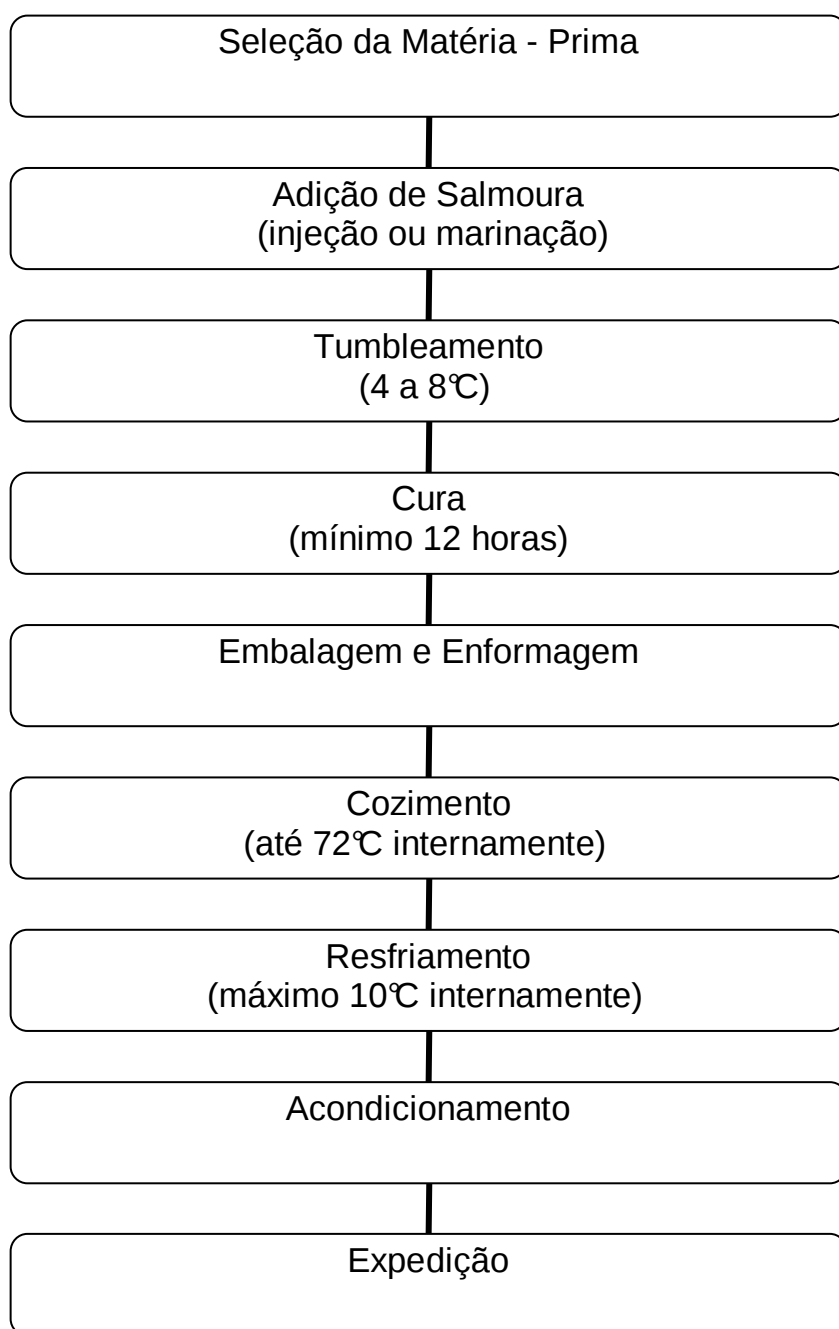


Figura 5 – Diagrama de fluxo de elaboração de presunto cozido

FONTE: Pardi, 1996.

2.5.1 Seleção da Matéria-Prima

No caso de presunto de peru a matéria-prima básica é coxa e/ou sobrecoxa de peru. A preparação (nível de “refile”), composição e uniformidade do tamanho dos músculos são importantes na etapa de preparação da matéria-prima. A retirada de

cartilagens, tendões e excesso de gordura facilitarão a liga e união dos pedaços de carne nas etapas subseqüentes do processamento (ORDÓÑEZ, 2005).

A idade dos animais e a presença de excesso de gordura podem afetar a composição química da carne de peru, que segundo Pearson; Tauber (1984) encontra-se na faixa de 15 a 18 % de proteína, 2 a 7 % de lipídios e entre 72 a 80 % de umidade.

Dependendo do tipo de presunto e do tipo de matéria-prima cárnea os cortes podem passar pelo processo de moagem ou serem destinados íntegros para a etapa posterior de injeção.

Além do teor de gordura e nível de refile das carnes a temperatura máxima ideal para injeção é de 7 °C (PARDI, 1996).

2.5.2 Adição de Salmoura

A adição da salmoura pode ser feita por injeção ou marinação dos pedaços de carne, a escolha do processo dependerá do tipo de produto e matéria-prima. A injeção permite uma distribuição uniforme de cloreto de sódio, nitritos e outros ingredientes possíveis. O nível de injeção e ingredientes utilizados confere a qualidade do presunto cozido. Geralmente quanto maior o nível de injeção, maior o nível de sal e maior a umidade. Pode-se considerar que os produtos de alta qualidade são elaborados sem polifosfatos e com baixo nível de injeção de salmoura (ORDÓÑEZ et al, 2005). A Figura 6 representa um modelo de agitador para elaboração da salmoura.



Figura 6 – Modelo de agitador para salmoura

FONTE: Catálogo Metalquimia, 2006.

Segundo Monteiro; Terra (1999) os ingredientes da salmoura devem ser

adicionados obedecendo a seguinte ordem: fosfato, sal, ingredientes de cura, condimentos e antioxidantes.

Na Figura 7 podem ser observados dois modelos de agulhas para injeção. Uma distribuição irregular de salmoura origina uma deficiência ou excesso de elementos em diferentes zonas, provocando irregularidades de cor, liga e sabor.

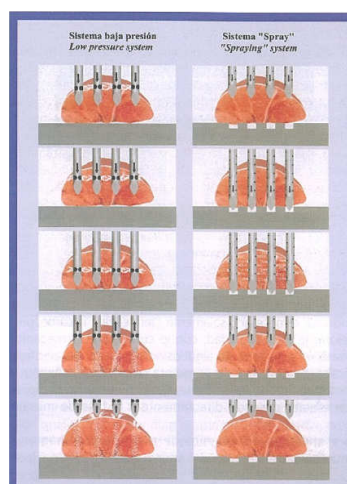


Figura 7 – Modelos de agulhas para injeção

FONTE: Catálogo Metalquimia, 2006.

É possível verificar (Figura 8) se houve uma correta distribuição da salmoura cortando as peças e analisando as linhas de salmoura e diferenças de cor (TEIXIDOR, 2006).



Figura 8 – Deficiências de injeção

FONTE: Catálogo Metalquimia, 2006.

2.5.3 “Tumbleamento”

“Tumbleamento” ou tombamento é definido como a operação mecânica que distribui a salmoura injetada, aumentando a migração dos ingredientes de cura entre

as fibras musculares e causando a extração das proteínas. A operação de “tumbleamento” da carne é realizada em equipamentos denominados de *tumblers* que são tambores rotativos que produzem o efeito de massageamento das peças de carne umas contra as outras na presença de salmoura (LAWRIE, 2005; PARDI, 1996; BARBUT, 2002).

Gillett; Cassidy; Simon (1981) diferenciaram massageamento de tumbleamento com base no tipo de energia. Massageamento é associado com a energia friccional (atrito pela fricção das peças de carne entre si e dessas com pás do massagedor), enquanto que o tumbleamento é associado com impacto e energia friccional (a ação física é mais intensa e envolve além do atrito uma energia de impacto relativo a quedas das peças de carne dentro do tambor que segue girando) (Figura 9). Para Pietrasik; Jarmoluk; Shand (2003) os efeitos do massageamento variam em função da força iônica do meio e a presença ou não de fosfatos.

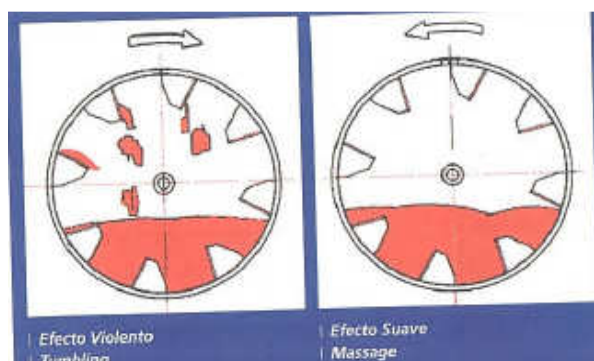


Figura 9 – Diferenças entre tumbleamento e massageamento

FONTE: Catálogo Metalquimia, 2006.

Segundo Lawrie (2005) o tombamento contribui para que a cura ocorra mais rapidamente, pois a salmoura penetra mais facilmente na carne e é melhor absorvida devido à estrutura aberta da carne (ruptura do endomísio e sarcolema) como pode ser observado nas Figuras 10 e 11. O inchaço e dissolução das proteínas miofibrilares aumenta a capacidade de retenção de água e isto contribui para a maciez, coesividade e firmeza do presunto cozido.

O fenômeno de liga ou união das peças de carne depende principalmente da extração das proteínas miofibrilares (miosina e/ou actomiosina) proporcionada por este processo (KATSARAS; BUDRAS, 1993) e da coagulação das proteínas no

cozimento (LACHOWICZ et al., 2003).



Figura 10 – Microfotografias da carne antes e após a injeção e massageamento

FONTE: Catálogo Metalquimia, 2006.

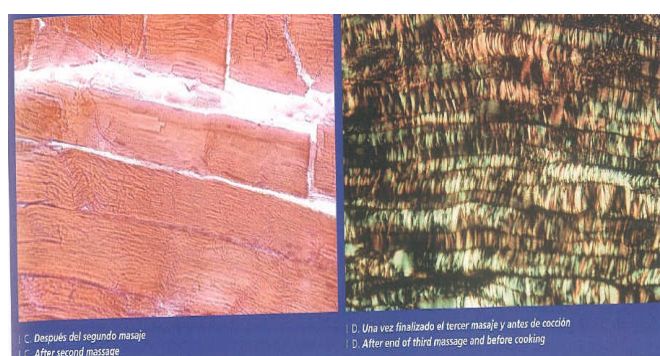


Figura 11 – Microfotografias da carne após o completo massageamento

FONTE: Catálogo Metalquimia, 2006.

Inúmeros fatores, tais como diferenças no conteúdo de umidade da carne, fricção entre as partículas de carne, habilidade de absorver salmoura/água e extração protéica podem promover diferentes efeitos nas propriedades de hidratação. Quanto maiores os níveis de injeção mais diluída estarão as proteínas e menor será a liga. Quanto maior a extração protéica maior o potencial de interação das cadeias polipeptídicas durante o aquecimento (LACHOWICZ et al, 2003).

No massageamento são importantes os seguintes aspectos: qualidade da carne, salmoura, tempo, velocidade de giro, capacidade e ambiente interno no *tumbler*.

Com relação à velocidade de giro deve haver um equilíbrio, pois a velocidade excessiva vai gerar ruptura dos músculos enquanto que velocidades muito baixas

não provocarão a solubilização adequada das proteínas (TEIXIDOR, 2006).

A capacidade do *tumbler* é importante porque é necessário o efeito da queda das peças de carne, e se o mesmo estiver sobrecarregado, não terá o efeito desejado na solubilização das proteínas (DZEUDIE; OKUBANJU, 1999).

A temperatura ideal de tombamento encontra-se na faixa de 4 a 8 °C, sendo que temperaturas mais elevadas representam risco de contaminação e excesso de extração ressecando a superfície da carne.

A utilização de vácuo no tumbleamento é vantajoso porque permite a melhor absorção dos ingredientes de cura e coesão das peças de carne. Além disso, as bolhas de ar presentes entre as porções cárneas e no exsudado são removidas prevenindo a expansão das bolhas durante o cozimento e subsequentemente diminuição da coesão entre os pedaços de carne (KATSARAS; DUDRAS, 1993).

Os *tumblers* que operam sob vácuo têm sido utilizados também com a finalidade de reduzir as perdas causadas pelo cozimento, tornando possível a produção de presunto com maior conteúdo de salmoura do que o produzido de modo tradicional (LAWRIE, 2005). O baixo conteúdo de gordura dos músculos atualmente utilizados também contribui para o aumento do conteúdo de salmoura no tecido muscular. Dzeudie; Okubanju (1999) ressaltam que o vácuo excessivo aumenta a liberação de proteína da carne resultando em menor CRA.

O tumbleamento contínuo comparado com tumbleamento com intervalos de tempo constante apresenta a vantagem de maior ruptura celular (CASSIDY; OCKERMAN; KROL, 1978). O massageamento contínuo também apresenta melhor intensidade e uniformidade de cor, maior rendimento e liga. Siegel; Theno e Schmidt (1976) mostraram que o tempo de massageamento aumenta o nível de proteína no exudado e isto é mais pronunciado na presença de sal e fosfato.

Ciclos longos de massageamento melhoram a dispersão da salmoura (LACHOWICZ et al., 2003). Entretanto, se o massageamento ocorrer por mais de 12 horas a força de ligação do presunto tende a diminuir.

O nível de injeção afeta o tumbleamento, e produtos com altos níveis de água podem ter extração limitada. O abaixamento da força iônica da salmoura (TROUT; SCHMIDT, 1984) e a redução da funcionalidade da matriz protéica durante o aquecimento, gera relação umidade : proteína não favorável. Excessiva quantidade de água resulta em pior textura podendo causar falhas na formação do gel ou excessivo número de ligações intermoleculares que reduzem a capacidade de

retenção de água (SMITH, 1988, TROUT ; SCHMIDT, 1984).

2.5.4 Cura

A operação de cura ou maturação refere-se à conservação por adição de sal, compostos fixadores de cor (nitratos e/ou nitritos), açúcares e condimentos, obtendo-se a melhora das propriedades sensoriais (LAWRIE, 2005; PARDI, 1996, BARBUT, 2002).

Na produção de presunto, a combinação de cura e tumbleamento podem causar desintegração do tecido conectivo (endomísio e sarcolema) e significativa destruição das fibras musculares (KATSARAS; BUDRAS, 1993) como pode ser observado na Figura 12. Recomenda-se que a duração da operação de cura seja de 12 a 15 horas, uma vez que os filamentos musculares são capazes de inchar durante este tempo e a água imobilizada é então depositada na estrutura do músculo.



Figura 12 – Microfotografias da carne após a cura e depois do cozimento

FONTE: Catálogo Metalquimia, 2006.

2.5.5 Embalagem e Enformagem

Após a cura, o presunto é destinado à máquina de envase, moldagem e selagem. O mecanismo de funcionamento consiste na extração do ar da massa, moldagem e selagem da tampa. Uma moldagem em temperaturas demasiadamente baixas ou altas afeta negativamente a retração (processo que ocorre após embalagem/moldagem na cavidade). Uma retração total de 30 % é uma das condições mais importantes para obtenção de um presunto cozido em filme plástico

livre de gelatina (SILVEIRA, 1998).

A quantidade de material dosado deve ser correta para a obtenção de um bom resultado final, porque se a quantidade de carne for demasiada ocorrerão problemas durante o processo de vácuo, onde o material em excesso poderá obstruir e resultar em vácuo insuficiente. Como consequência aparece entre a carne e o filme (SCHEID, 1986) espaços que após o cozimento dão lugar ao depósito de gelatina (ARIMA, 1995).

Após a selagem, os envases plásticos são destinados para enformagem onde as peças de presunto são colocadas em fôrmas metálicas cuja função é dar forma ao produto final.

2.5.6 Cozimento

O aquecimento (65 a 70 °C) induz a ligação proteína-proteína o que transforma o extrato protéico viscoso na matriz tridimensional durante o processamento da carne (Li, 2006). Este extrato une os músculos e torna o presunto uma peça compacta (CASIRAGHI, 2007) favorecendo o aparecimento da textura desejada.

O cozimento escalonado na primeira fase de 30 a 60 minutos a 90 °C para em seguida diminuir até 75 a 85 °C é sugerido para se conseguir o fechamento dos poros, aumentando assim o rendimento, reduzindo a perda de peso, aumentando a suculência, melhorando a consistência, cor e coesão das peças. Outra vantagem é a redução do consumo de energia elétrica em até 42 %.

A força de cisalhamento (*shear force value*) aumenta durante o cozimento enquanto que a retenção da água ligada decresce durante o cozimento devido à desnaturação protéica (SOMBOONPANYAKUL et al., 2005).

Segundo Li (2006) outro objetivo do cozimento é o desenvolvimento das características sensoriais desejadas: sabor, textura e cor no caso dos produtos curados e cozidos. O cozimento é aplicado para conferir certa vida-de-prateleira associado também à exclusão de microorganismos que causam mudanças de cor (esverdeamento por *Lactobacillus viridescens*), destruição das formas vegetativas dos microorganismos e inativação de enzimas cárneas que poderiam causar alterações posteriores no produto.

2.5.7 Resfriamento

Após o tratamento térmico e a fim de assegurar sua eficácia, procede-se o resfriamento rápido das peças de preferência em banhos ou duchas de água fria (0 a 4 °C), seguido de armazenamento até 10 °C (MULLER , 1990).

2.6 ADIÇÃO DE INGREDIENTES PARA RETER UMIDADE E MODIFICAR TEXTURA

Com aumento do consumo de produtos industrializados e das exigências por parte dos consumidores, a textura passou a ter um papel muito importante na percepção do consumidor no que se refere à qualidade de presunto. Diferenças na textura, observadas durante a degustação, podem conferir a um produto de uma determinada marca uma melhor ou pior posição no mercado (RAMOS et al., 2007).

A textura relaciona-se às propriedades reológicas e estruturais (geométricas e de superfície) dos produtos. Relaciona-se também com a sensibilidade térmica e sinestésica. A avaliação da textura é mais complexa nos alimentos sólidos, como nos ensaios de corte, compressão, relaxação, penetração, cisalhamento, dobramento.

A textura pode afetar o processamento, manipulação, conservação e aceitabilidade de um produto. É também conhecida como parâmetro sensorial multidimensional (PIETRASIK; JARMOLUK; SHAND, 2006).

Segundo Delahunty et al. (1997) as principais características de qualidade desejadas em presuntos são: coesividade, cor, flavor, textura firme e suculência, sendo a textura a mais importante entre elas porque está diretamente relacionada com a fatiabilidade do produto.

Os principais problemas observados após o processamento de presuntos são: fatiabilidade difícil (quebra das peças) e perda excessiva de líquidos após o cozimento (sinérese) como pode ser observado nas Figura 13 e 14 (PARDI, 1996).



Figura 13 – Sinérese em presunto fatiado



Figura 14 – Sinérese em presunto

Segundo Pedroso (2006) a perda de água pode gerar acúmulo de líquidos em embalagens, causando má impressão ao consumidor. Outro problema é que os presuntos normalmente são fatiados no ponto de venda e a liberação de líquido pode causar prejuízo devido a perda de massa.

A sinérese ou liberação de líquido é a exsudação de pequenas quantidades de água e nutrientes solúveis que ocorre devido à aproximação das moléculas durante o cozimento (MORI; YOTSUYANAGI; FERREIRA, 1998; CASSENS, 1995).

Para Sams (2001) a quebra das peças durante o fatiamento está relacionada com a má qualidade dos músculos utilizados, balanço da salmoura deficiente, falhas na extração das proteínas solúveis, relação gordura-proteína desfavorável, carne com pH muito ácido, falta de vácuo no tumbleamento, falhas na extração de vácuo no envase e excesso de cozimento. A fatiabilidade considerada padrão em presunto suíno é de 77 (MITTAL; USBORNE, 1986).

Vários ingredientes são utilizados com objetivo de reduzir a quebra de cozimento, aumentar a vida-de-prateleira, reduzir custos da formulação, aumentar a capacidade de retenção de água, melhorar o valor nutritivo e fatiamento (MITTAL; USBORNE, 1986, LANIER, 1991, BARBUT, 2002). É muito raro que um ingrediente por si só possa suprir todas as características funcionais desejadas em um produto

cárneo. Usualmente combinações são necessárias, tais como, a inclusão de proteína de soja, amido e gomas para dar textura semelhante a dos produtos cárneos (SAMS, 2001).

Tratando-se de presunto de peru, os ingredientes mais utilizados são combinações de gomas e proteína de soja. Estes ingredientes influenciam na formação de uma matriz contínua durante o aquecimento e gelatinização, modificando a viscosidade, mobilidade e outras propriedades da fase aquosa e influenciando na aparência e no tamanho das partículas, distribuição e propriedades reológicas (textura) e fração volumétrica do gel (BARRERA et al., 2002).

No estudo realizado por Martins e Weber (2006) e Munhoz; Weber e Chang (2004), a associação de amido e gomas conferiu maior estabilidade ao congelamento e descongelamento e reduziu a sinérese quando estas foram aplicadas na proporção de 0,5% em géis de amido de milho.

No estudo realizado por Mittal; Usborne (1986) verificaram-se os efeitos da utilização de amido de milho (1,25 a 3,47 %) e amido modificado (1,25 a 3,75 %) em salsichas. Os resultados mostraram que o amido de milho apresentou correlação positiva com sabor e negativa com coesividade e estabilidade da emulsão. Já o amido modificado obteve correlação positiva com aceitabilidade de cor, no entanto, apresentou correlação negativa com coesividade e dureza.

Li (2006) avaliou o emprego de 6 % de extrato protéico de galinhas de descarte em presunto cozido. A adição deste ingrediente conferiu maior dureza, sugerindo que as proteínas de pequeno tamanho quando adicionadas afetaram a textura dos presuntos, o que foi verificado pelo aumento da dureza de 11,96 para 16,91 N. As perdas durante o cozimento foram reduzidas de 21,3 % para 19,75 %. A adição deste extrato não provocou diferença nas propriedades de adesividade, elasticidade, coesividade e mastigabilidade.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos da adição de colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar na qualidade de presunto cozido de peru.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver diferentes formulações de presunto cozido de peru contendo colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar;
- Avaliar a influência da adição de colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar em presunto cozido de peru nos seguintes parâmetros: composição centesimal, pH, perdas (durante o resfriamento, por reaquecimento e por congelamento), medida da força de cisalhamento e compressão, fatiabilidade, sinérese, cor, análise microbiológica e atividade de água;
- Avaliar sensorialmente os efeitos da adição de colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar na textura do presunto cozido de peru;
- Comparar sensorialmente os presuntos elaborados com presunto produzido comercialmente.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATÉRIA-PRIMA E PROCESSAMENTO

Os presuntos foram elaborados com coxas de peru desossadas e congeladas fornecidas pela empresa Perdigão Agroindustrial S/A de Carambeí-PR, nas instalações da planta piloto e laboratórios do Centro de Tecnologia de Carnes da Empresa Perdigão Agroindustrial S/A em Videira -SC.

O colágeno utilizado foi obtido de colágeno nativo com frações superiores a 10.000 Da contendo 90 a 95% de proteínas (Collagel), cedido pela Gelita South America de Maringá - PR. O amido modificado (Firm Tex®) foi fornecido pela National Starch de São Paulo/SP e a goma guar (Grindsted® Guar 178-B) foi fornecida pela Danisco – SP. As Figuras 15, 16 e 17 ilustram os ingredientes testados.



Figura 15 - Amido modificado



Figura 16 - Colágeno hidrolisado



Figura 17 – Goma guar

Depois de previamente descongelada, mas ainda sob refrigeração, a matéria-prima (Figura 18) foi cortada (Figura 19) em dois pré-discos no picador (Saydmam®) e retirada uma amostra para leitura de pH.



Figura 18 – Matéria-prima



Figura 19 – Matéria-prima cortada

A carne foi então adicionada à salmoura previamente preparada diretamente no Tumbler Inject Star[®] (Figuras 20, 21 e 22) com capacidade para 30 litros (o volume de salmoura adicionada correspondeu a 40 % de injeção).



Figura 20 – Preparo da salmoura



Figura 21 – Adição de salmoura



Figura 22 – *Tumbler*

A salmoura básica foi composta por 77 % de água, 9,45 % de cloreto de sódio (Romani), 1,75 % de tripolifosfato de sódio (ICL), 1,75 % de sacarose (Guarani), 1,05 % de sal de cura composto de nitrito e nitrato de sódio (Kraki), 0,88 % de condimento concentrado para presunto PL4-2000 (ICL) e 0,18 % de antioxidante (Wenda). Nas Figuras 20 e 21 podem ser observados o preparo e adição de salmoura a carne.

A etapa de massagem no *tumbler* foi de 4 horas, sob refrigeração (de 0 a 4 °C) e vácuo de 70 % e com rotação de aproximadamente 12 rpm conforme o recomendado por Arima (1995). Em seguida, as peças foram embutidas com embutideira Heinrich Frey Mascherenbauer GmbH®, em tripa de poliamida não termoencolhível (espessura de 13 micras), grampeadas em grampeadeiras Polyclip® e enformadas em fôrmas de 2,5 kg (Zeus S/A) e posteriormente deixadas para maturação por 18 horas (Figuras 23, 24, 25 e 26).



Figura 23 – Abastecimento da Embutideira



Figura 24 – Embutimento



Figura 25 – Fechamento



Figura 26 – Enformagem

O cozimento foi realizado em estufa Reich em etapas (escalonado), sendo: 1 hora a 55 °C (calor úmido, renovação de ar aberta e exaustor desligado), 2 horas a 75 °C (calor úmido, renovação de ar fechada e exaustor desligado) e aproximadamente 1 hora a 85 °C (calor úmido, renovação de ar aberta e exaustor desligado) até as peças atingirem 72 °C internamente. Em seguida ocorreu o resfriamento em banho de água fria e gelo por 2 horas. As amostras foram mantidas sob refrigeração (7 °C) até serem utilizadas nos demais testes. As Figuras 27 e 28 correspondem as etapas de cozimento e resfriamento.



Figura 27– Estufa de cozimento



Figura 28 – Resfriamento

As análises no produto final foram realizadas nos laboratórios da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) - PR, no laboratório de Tecnologia de Carnes da Universidade Estadual de Maringá - Campus de Umuarama (UEM) - PR, no laboratório da Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária em Castro - PR e nas dependências da empresa Perdigão Agroindustrial S/A em Carambeí-PR.

4.2 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

Para o delineamento experimental foi utilizado um Planejamento Fatorial 2^3 com cinco repetições no Ponto Central, conforme a Tabelas 2 e 3. As concentrações de amido modificado e colágeno hidrolisado foram definidas com base nas recomendações dos fabricantes (até 2,0 %). Para goma guar foi utilizado 0,30 % que é o limite máximo permitido pela legislação (BRASIL, 1998). Os gráficos e cálculos dos efeitos foram obtidos pelo programa computacional Statistica[®] 5.0 (STATSOFT, INC) e para a ANOVA, Microsoft Excel[®] 2000 (Microsoft Co.).

Foram avaliadas as seguintes respostas: capacidade de retenção de água (CRA), sinérese, perdas por reaquecimento, congelamento e resfriamento, fatiabilidade, força de cisalhamento e compressão.

TABELA 2 – Níveis utilizados no Planejamento Fatorial

	Nível -1	Nível 0	Nível +1
% Colágeno Hidrolisado	0	1	2
% Amido Modificado	0	1	2
% Goma Guar	0	0,15	0,30

TABELA 3 – Planejamento Fatorial 2^3

Experimentos	Colágeno Hidrolisado	Amido Modificado	Goma Guar
1	1	1	1
2	-1	1	1
3	1	-1	1
4	-1	-1	1
5	1	1	-1
6	-1	1	-1
7	1	-1	-1
8	-1	-1	-1
Ponto Central (9, 10, 11, 12, 13)	0	0	0

4.3 FORMULAÇÕES

Seguindo o Planejamento Fatorial foram desenvolvidas nove formulações conforme descrição dos ingredientes na TABELA 4.

TABELA 4 – Formulações de presuntos cozidos de peru.

Ingredientes	Formulações (%*)								
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	PC**
Carne	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4
Água	20,22	22,22	22,22	24,22	20,52	22,22	22,22	24,52	22,37
Cloreto de sódio	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
Tripolifosfato de sódio	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Sacarose	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Sal de cura	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Condimento	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Antioxidante	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Amido Modificado	2	2	----	---	2	2	---	---	1
Colágeno	2	---	2	---	2	---	2	---	1
Hidrolisado									
Goma Guar	0,3	0,3	0,3	0,3	----	---	---	---	0,15

* % refere-se ao percentual do ingrediente adicionado em relação ao produto final.

** Ponto Central refere-se às formulações F9, F10, F11, F12 e F13.

4.4 DETERMINAÇÃO DO pH e TEMPERATURA DA MATÉRIA-PRIMA

Foram feitas leituras de pH e temperatura na carne. Foi utilizado um potenciômetro de pH DIGIMED DM-20. O eletrodo de pH foi inserido na massa muscular previamente cortada e diluída em 100 mL de água no momento da elaboração dos presuntos (BRASIL, 2005). Esta determinação foi realizada em triplicata.

4.5 DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (CAA) DOS INGREDIENTES

A absorção de água foi determinada em duplicata para os ingredientes testados: amido modificado (Firm Tex[®]), goma guar (Grindsted[®] Guar 178-B) e colágeno hidrolisado (Collagel). Segundo o método descrito por Wang et al (2006) foram pesados 5 g de amostra em um tubo de centrífuga de 50 mL e adicionados 30 mL de água destilada. Agitou-se a amostra por 30 segundos e o conteúdo foi deixado em repouso por 10 min e em seguida, centrifugou-se a amostra a 2.300 rpm por 25 min. Decantou-se e esgotou-se o sobrenadante.

O tubo foi colocado inclinado para baixo (ângulo de 15° a 20°) numa estufa a 50°C, com circulação de ar, durante 25 min. Esfriou-se o tubo em dessecador e pesou-se. A absorção de água foi calculada em relação a 100 g de amostra. Como efeito de comparação foi analisado também a CAA da carragena (Griffth) e do tripolifosfato de sódio (ICL).

4.6 ENSAIOS NO PRODUTO FINAL

4.6.1 Determinação da Composição Centesimal

Foram realizadas as seguintes determinações em base seca e em duplicatas: umidade (Método de gravimetria Indireta a 105 °C), cinzas (Método de incineração em mufla a 550 °C), proteínas (Método de Kjeldahl), lipídios (Método de Soxhlet), teor de sal (NaCl) (Método volumétrico), amido (Método gravimétrico), teor de nitrato (NaNO₃) e nitrito (NaNO₂) (Método espectrofotométrico) e pH (Método eletrométrico) conforme metodologia recomendada pela A.O.A.C (2000) e BRASIL (2005).

4.6.2 Determinação da Capacidade de Retenção de Água (CRA)

A Capacidade de Retenção de Água (CRA) foi avaliada em triplicata utilizando o método de Ockermann; Organisciak (1989) adaptado. O método consistiu em retirar amostras de presunto com 3 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura e pesá-las. As amostras foram comprimidas (50 %) com uso de uma placa de 3 Kg durante 15

minutos (foi utilizada uma placa de vidro para proteger a amostra). Esta avaliação foi realizada a temperatura ambiente de 22 °C e do produto a 7 °C. Após este período foram secas com papel toalha e pesadas novamente. O valor percentual de água retida foi determinado pela diferença de peso. Nas Figuras 29 a 32 podem ser observadas as etapas da determinação da CRA.



Figura 29 – Amostras para avaliação da CRA



Figura 30 – Material para avaliação da CRA



Figura 31 – Prensagem da amostra



Figura 32 – Pesagem

4.6.3 Atividade de Água (A_w)

A A_w foi medida com o aparelho Aqualab[®], modelo CX2 (Decagon Device inc.) a uma temperatura de aproximadamente 20 °C em triplicata. AquaLab[®] utiliza a técnica de determinação do ponto de orvalho em espelho encapsulado para medir a A_w de um produto. Quando a amostra é medida no AquaLab[®], uma câmara com um

espelho de aço inoxidável é repetidamente esfriada e aquecida, enquanto o orvalho se forma e é subseqüentemente dissipado. O instrumento possui uma ventoinha que faz circular o ar em uma câmara, acelerando o processo de equilíbrio da pressão de vapor. A cada instante através do orvalho formado no espelho, o *AquaLab*[®] mede a temperatura e A_w da amostra, guardando esses valores para comparar com valores posteriores através de repetidas leituras.

4.6.4 Perdas

As perdas foram avaliadas com objetivo de analisar o comportamento dos presuntos quando submetidos ao resfriamento, ciclos de congelamento e descongelamento e reaquecimento visto que atualmente a utilização deste produto em pratos prontos tem se tornado significativa.

A tripa artificial utilizada no experimento foi de poliamida impermeável à água, assim não houve interferência nas perdas observadas nos presuntos. Outro aspecto a ser levado em consideração é que a tripa utilizada não era termo-encolhível assim, nas amostras em que houve a liberação de líquido a embalagem não mascarou o problema.

4.6.4.1 Perdas por resfriamento

As perdas por resfriamento foram analisadas em triplicata por metodologia segundo Yang et al. (2001), citado por Pedroso (2006), onde as amostras de presunto com aproximadamente 2.500 g foram mantidas por 10 dias a temperatura de refrigeração, pesadas individualmente e retiradas das embalagens (Figuras 33 e 34). As peças e embalagens foram secas com papel absorvente e novamente pesadas. O valor percentual foi determinado pela diferença de peso.



Figura 33 – Pesagem Inicial



Figura 34 – Produto sem embalagem

4.6.4.2 Perdas por ciclos de congelamento

Seguindo a metodologia de Lee et al. (2002), com algumas adaptações, as amostras foram cortadas em retângulos de aproximadamente 1 cm de altura e foram divididas em quatro partes. As amostras foram então pesadas e embaladas individualmente em pacotes plásticos e levadas ao congelamento a -18°C . Após 24 horas de congelamento as peças foram descongeladas a temperatura ambiente por 4 horas e então embaladas em papel filtro de 12,5 cm de diâmetro. Posteriormente, as amostras foram prensadas entre duas placas de vidro usando 2.000 g por 5 minutos (Figuras 35 e 36). Após prensagem foram retiradas do papel filtro e novamente pesadas e o percentual de água perdido foi determinado pela diferença de peso. Ao total foram feitos três ciclos de congelamento em duplicatas para cada um.



Figura 35 – Amostra após descongelamento



Figura 36 – Compressão da amostra

4.6.4.3 Perdas por reaquecimento

Seguindo metodologia proposta por Hachmeister; Herald (1998) as amostras foram cortadas em tamanhos uniformes de 2,0 x 2,0 x 6,0 cm e pesadas. Foram mergulhadas em aproximadamente 300 mL de água em ebulição em bquer de 500

mL, coberto com vidro relógio e mantidas por 6 minutos. Após o tratamento foram escorridas em papel toalha e colocadas sob refrigeração por 6 minutos. O percentual de perda por reaquecimento foi dado pela diferença de peso. Esta análise foi realizada em duplicata.



Figura 37 – Reaquecimento da amostra



Figura 38 – Amostras após o reaquecimento

4.6.5 Medida da Força de Cisalhamento e Compressão

Foi utilizado o texturômetro modelo TAX.T2i (*Stable Micro Systems*) para se obter os valores de tensão de cisalhamento e compressão das amostras de presunto (Figuras 39, 40 e 41). As amostras foram cortadas em cubos de 1,5 x 1,5 x 2,0 cm. Os pedaços foram comprimidos utilizando célula cilíndrica de 25 mm (P25) com distância de 10 mm e compressão de 66,67% e a coleta dos dados foi feita utilizando o *software Texture Expert V1.19 (Stable Micro Systems)*, sendo os valores de picos máximos de compressão apresentados em Newton (N). O teste foi realizado em dez repetições. Para avaliação da tensão de cisalhamento as amostras de presunto de peru foram cortadas em fatias de 1,5 x 1,5 x 4,0 cm, e o *probe* utilizado foi o Warner-Bratzler Blade (HDP/BS) com uma distância de 25 mm onde

foi efetuado o corte transversal. Para esta análise também foram realizadas 10 repetições.

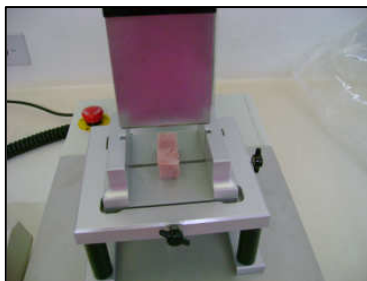


Figura 39 – Medida da Força de Cisalhamento



Figura 40 – Antes da compressão



Figura 41 – Depois da compressão

4.6.6 Cor Instrumental

As coordenadas de cor determinam a luminosidade (L^*) e a cromaticidade (sendo a^* o índice de verde a vermelho e b^* o índice azul a amarelo), obtidos por diferentes cálculos matemáticos nos sistemas CIELAB (L^* , a^* , b^*) e HunterLab (L , a , b). Para esta análise foi utilizado o colorímetro Minolta[®], modelo CR400, luz D65,

calibrado com padrão branco ($Y=93$, $x=0,3136$ e $y=0,3321$), sendo obtidos valores de L^* , a^* e b^* (Figura 42). Foram realizadas seis repetições.



Figura 42 – Avaliação Instrumental da cor

4.6.7 Sinérese

Seguindo metodologia desenvolvida pela empresa Perdigão Agroindustrial S/A, as amostras de presunto foram cortadas em cubos medindo 2 x 2 cm de espessura. Posteriormente, dez cubos foram embalados à vácuo e os pacotes armazenados sob refrigeração e a cada dois dias foram deixados por 2 horas a temperatura ambiente para simular condições de estresse ao produto. Após as 2 horas o produto era retornado à geladeira. Após o período de sete dias de repetição do procedimento descrito acima a embalagem foi aberta e os cubos foram secos em papel toalha e pesados (Figuras 43 e 44). O percentual de sinérese foi calculado pela diferença de peso. Esta avaliação foi realizada em duplicata.



Figura 43 – Amostra inicial



Figura 44 – Secagem da amostra

4.6.8 Fatiabilidade

Seguindo a metodologia sugerida por O'Neill et al. (2002), em uma fatiadeira (Siemens) foram cortadas 10 fatias de presunto com aproximadamente 2 mm de espessura e monitorados os pedaços que se quebravam durante o corte. O escore

de fatiabilidade foi de 0 (extremamente ruim) a 10 (excelente). Os resultados são expressos em porcentagem. Esta avaliação foi realizada em triplicata sendo cada uma com dez repetições.

4.6.9 Análise Microbiológica

A análise microbiológica foi realizada segundo a RDC12 (BRASIL, 2001) para Coliformes Totais, *Salmonella* sp e *Staphylococcus* coagulase positiva.

4.6.10 Análise Sensorial

A avaliação sensorial foi realizada nas dependências da empresa Perdigão Agroindustrial S/A na qual participaram 65 funcionários da empresa. Os provadores não eram treinados, mas conheciam bem as características do produto porque participavam das degustações de rotina da própria empresa.

Para avaliar sensorialmente os presuntos desenvolvidos foram realizados três testes com objetivo de verificar se os ingredientes testados influenciaram ou não nas características sensoriais esperadas para presunto cozido de peru.

Devido ao grande número de formulações foi realizado primeiramente o teste de preferência com objetivo de saber as melhores formulações para dar sequência aos testes sensoriais.

Para avaliar especificamente a textura foi realizado o teste de Comparação Múltipla comparando com um produto comercial. Por fim, para avaliar as características de qualidade dos presuntos foi realizado o teste de Perfil de Características.

4.6.10.1 Teste de Preferência

Para a análise de preferência e aceitabilidade foi utilizada a Escala Hedônica. Este método avalia o quanto o provador gostou ou desgostou de uma determinada amostra e pode ser utilizado para provadores não-treinados (DUTKOSKY, 1996). Foi utilizada uma Escala Hedônica de nove pontos ancorada no nível máximo e mínimo desgostei extremamente (1) e gostei extremamente (9) (ABNT, 1998). As amostras cortadas em cubos foram codificadas e fornecidas a 30 provadores não treinados

onde cada um avaliou a impressão global do produto. Através desta avaliação foram selecionadas as quatro melhores formulações para dar sequência aos testes. As médias obtidas foram submetidas à análise estatística pelo método de Análise de Variância – ANOVA utilizando o programa Statistica® 5.0 (STATSOFT, INC).

4.6.10.2 Comparação Múltipla

Foi realizado o Teste de Comparação Múltipla para avaliar se existia diferença significativa ($p < 0,05$) na textura das amostras tendo como referência uma amostra de presunto de peru comercial (DUTCOSKY, 1996). Esta análise também foi feita para estimar o grau de diferença de textura.

O princípio do teste consta do fornecimento de uma fatia da amostra padrão especificada com a letra P e as outras fatias das amostras codificadas seguindo o planejamento fatorial das formulações de presunto de peru. Os provadores foram solicitados a provar as amostras e compará-las com o padrão através de uma escala (1-melhor, 2-igual e 3-pior) e em uma segunda etapa avaliaram o grau de diferença entre a amostra codificada e a padrão usando uma escala (1-nenhum a 5-extremo).

Foram feitos 20 julgamentos com pessoas não treinadas por análise. As médias obtidas foram submetidas à análise estatística pelo método de Análise de Variância – ANOVA utilizando o programa Statistica® 5.0 (STATSOFT, INC).

4.6.10.3 Perfil de Características

Neste teste, 15 provadores não treinados avaliaram atributos gerais como aparência, cor, odor, sabor e textura. As amostras foram cortadas em cubos e codificadas. Para avaliar os atributos, os provadores utilizaram uma escala de qualidade (classificatória) de cinco pontos na qual as notas variaram de: 1-péssimo a 5-excelente, conforme ABNT-NBR 14141 (1998). As médias obtidas foram submetidas à análise estatística pelo método de Análise de Variância – ANOVA utilizando o programa Statistica® 5.0 (STATSOFT, INC).

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As médias obtidas foram submetidas à análise estatística pelo método de Análise de Variância – ANOVA utilizando o programa Statistica[®] 5.0 (STATSOFT, INC).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 DETERMINAÇÃO DO pH e TEMPERATURA DA MATÉRIA-PRIMA

Constatou-se que o pH médio da matéria-prima foi de $6,06 \pm 0,03$ e a temperatura média foi de $4,9 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,90$. Pode-se considerar que os valores de pH e temperatura encontrados estão dentro do padrão recomendado ($>5,8$), para assegurar uma boa capacidade de retenção de água (CRA) do presunto conforme Monteiro e Terra (1999). Portanto, descarta-se a possibilidade de que a carne utilizada tenha tido características PSE ou DFD e que pudesse afetar as características de qualidade dos presuntos elaborados. A temperatura abaixo de $7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ é importante para uma melhor retenção da salmoura que será injetada ou incorporada à carne.

5.2 DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (CAA) DOS INGREDIENTES

A determinação da Capacidade de Absorção de Água (CAA) dos ingredientes foi realizada para mostrar que de maneira individual os ingredientes testados (amido modificado, colágeno hidrolisado e goma guar) e os ingredientes utilizados normalmente em salmouras para presuntos (carragena e tripolifosfato de sódio) têm grande capacidade de absorção de água.

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados de CAA para os ingredientes avaliados.

TABELA 5 – Capacidade de Absorção de Água (CAA) dos ingredientes.

% de Absorção de Água (CAA)	Média	DP
Colágeno Hidrolisado (<i>Collagel</i>)	13,25 ^a	1,42
Tripolifosfato de sódio (<i>ICL</i>)	59,64 ^b	1,46
Amido (<i>Firm Tex</i>)	92,01 ^c	5,12
Carragena (<i>Griffth</i>)	336,8 ^d	2,13
Goma Guar (<i>Danisco</i>)	548,1 ^e	0,83

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

Os resultados revelaram como era esperado, diferença significativa entre os ingredientes ($p < 0,05$). O colágeno hidrolisado foi o que obteve menor CAA, em média 13,25 %, enquanto que a goma guar apresentou o maior valor, em média

548,09 %.

Segundo Griffith (1998) a carragena tem poder de absorção de até 30 vezes o seu peso. O colágeno nativo apresenta CAA cerca de 5 a 10 vezes o seu peso (Gelita, 2002). Em termos de comparação, Wang et al (2006) obtiveram a CAA de farinha de trigo e os resultados revelaram ao redor de 60 %.

Os resultados para o colágeno hidrolisado foram menores que os dados da literatura, pois segundo NOVAPROM et al. (2006) pode chegar a seis vezes o peso, provavelmente porque o colágeno testado passou por processo de modificação em sua estrutura (hidrólise) e isto possivelmente afetou a CRA. O tripolifosfato mostrou uma boa CAA visto que é um ingrediente básico em qualquer salmoura para presunto e a goma guar apresentou valores de CAA de até cinco vezes o seu peso.

5.3 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

5.3.1 – Determinação de Amido e Sal

Os resultados obtidos para amido modificado e sal (NaCl) encontram-se na Tabela 6 .

TABELA 6 – Teores de amido modificado e sal das amostras analisadas.

Experimentos	NaCl (%)		Amido (%)	
	Média	DP	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	3,38 ^c	0,03	0,97 ^d	0,00
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	3,12 ^{ab}	0,08	0,95 ^d	0,16
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	3,19 ^{abc}	0,05	0,00 ^a	0,00
F4 - 0,3% de guar	3,07 ^a	0,03	0,00 ^a	0,00
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	3,31 ^{bc}	0,05	1,05 ^d	0,06
F6 - 2% de amido	3,23 ^{abc}	0,03	0,60 ^c	0,09
F7 - 2% de colágeno	3,22 ^{abc}	0,01	0,00 ^a	0,00
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	3,22 ^{abc}	0,01	0,00 ^a	0,00
F9 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	3,30 ^c	0,05	0,27 ^{bc}	0,00
F10 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	3,30 ^{bc}	0,03	0,23 ^{ab}	0,02
F11 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	3,28 ^{abc}	0,07	0,20 ^b	0,03
F12 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	3,29 ^{abc}	0,08	0,56 ^c	0,16
F13 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	3,25 ^{abc}	0,11	0,40 ^{bc}	0,00

*Médias com letras diferentes diferem significativamente (p<0,05). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

Os teores de sal (cloreto de sódio) encontrados variaram de 3,07 a 3,38%. Foi observada diferença nos teores de sal e amido para as amostras analisadas

($p < 0,05$). Os valores encontrados para o teor de sal estão acima dos valores adicionados na salmoura (2,7 %) devido à utilização de sal de cura cuja composição é entre 86 a 90 % de cloreto de sódio, o que aumentou o teor de cloreto de sódio final em aproximadamente 0,30 %.

Como não foi utilizada embalagem termo-encolhível com objetivo de não mascarar a possível liberação de líquidos pelas formulações desenvolvidas, naqueles presuntos em que houve a liberação de líquido houve perdas inclusive de sal, o que pode ter ocasionado variações nos teores encontrados. Na formulação F1 foi encontrado o maior valor para o teor de sal o que possivelmente pode ter ocorrido devido a utilização dos ingredientes no maior nível podendo ter auxiliado na maior retenção de água e sólidos na carne.

Para os teores de amido nota-se uma diferença importante entre a quantidade nominal da amostra (1 a 2 %) com o resultado experimental, inclusive naquelas amostras que foram adicionadas na mesma proporção (F9 a F13). Os resultados demonstram a fragilidade do método utilizado (Gravimétrico) para este tipo de produto, devido às quantidades relativamente pequenas deste aditivo (2 %). Este problema revela a dificuldade de controle por parte dos órgãos de fiscalização oficiais. Qualitativamente o método é eficiente, pois nas amostras em que não foi adicionado amido (F3, F4, F7 e F8) o mesmo não foi detectado. Pedroso (2006) obteve resultados semelhantes para presunto cozido de peru adicionado de amido de mandioca e carragena.

5.3.2 – Determinação de Nitrito (NaNO_2) e Nitrato (NaNO_3)

Conforme a Tabela 7 os resultados obtidos para a determinação de nitrito e nitrato não apresentaram diferença significativa entre as formulações ($p < 0,05$).

Conforme Cassens (1995), os nitratos e nitritos residuais são importantes para garantir a vida-de-prateleira de produtos cozidos pois inibem o crescimento de algumas bactérias, especialmente o *C. botulinum* e retardam o desenvolvimento da rancificação. A soma dos teores de nitrato e nitrito para todas as formulações desenvolvidas ficou dentro do limite máximo permitido pela legislação (150 ppm) (BRASIL, 2000).

TABELA 7 – Teores de Nitrato e Nitrito das amostras analisadas.

Experimentos	Nitrito (ppm)		Nitrato (ppm)	
	Média	DP	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	2,82 ^a	0,54	80,12 ^a	0,03
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	2,36 ^a	0,54	74,54 ^a	0,01
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	3,28 ^a	1,83	73,62 ^a	0,01
F4 - 0,3% de guar	2,13 ^a	0,00	75,68 ^a	0,08
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	5,94 ^a	3,44	76,29 ^a	0,02
F6 - 2% de amido	7,24 ^a	3,34	83,98 ^a	2,06
F7 - 2% de colágeno	2,82 ^a	0,54	75,79 ^a	0,01
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	2,51 ^a	0,11	76,18 ^a	0,00
Ponto Central (1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar)	3,03 ^a	0,67	76,02 ^a	0,03

*Médias com letras iguais não diferem significativamente ($p>0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

As perdas durante o processamento chegaram a 47 % da quantidade adicionada inicialmente e os valores encontrados são diferentes dos 10 a 20 % mencionados por Cheng; Wang; Ockerman (1997). Estas variações podem ser decorrentes das condições de elaboração do produto tais como: tumbleamento, injeção e cura e também da sensibilidade do método analítico.

5.3.3 – Determinação de Umidade e Proteína

Na Tabela 8 estão apresentados os resultados para os teores de umidade e proteína para os presuntos desenvolvidos. Observa-se que houve diferença significativa para os valores de umidade ($p<0,05$), porém o mesmo não foi observado para os teores de proteína ($p>0,05$).

Os resultados de umidade variaram de 73,61 a 77,13 %. Esta variação reflete o efeito dos ingredientes adicionados na retenção de umidade, embora a salmoura tenha sido adicionada na mesma proporção para todas as formulações (40 %).

Na amostra que continha os ingredientes estudados nos maiores níveis (F1) não foi observada necessariamente a maior retenção de umidade. A formulação F3 foi a que apresentou menor teor de umidade e isto provavelmente foi afetado pela excessiva liberação de líquidos no cozimento.

No estudo realizado por Pedroso (2006) a adição de amido e carragena não influenciaram nos teores de umidade e proteína, sendo que estes variaram de 74,06 a 75,85 % para umidade e de 14,65 a 15,78 % para proteína. No entanto, os

presuntos elaborados por Schilling et al. (2003) utilizando carne PSE e 3% de amido modificado *Firm Tex*[®], apresentaram diferenças na composição química.

TABELA 8 – Teores de Umidade, Proteína e Relação Umidade:Proteína das amostras analisadas.

Experimentos	Umidade (%)		Proteína (%)		Relação Umidade:Proteína
	Média	DP	Média	DP	Média
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	75,16 ^{ab}	0,17	15,36 ^a	0,79	4,89
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	76,91 ^b	0,20	13,34 ^a	0,31	5,77
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	73,61 ^a	2,68	15,09 ^a	0,10	4,88
F4 - 0,3% de guar	77,40 ^b	0,50	13,51 ^a	0,41	5,73
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	74,80 ^{ab}	0,17	14,15 ^a	0,78	5,29
F6 - 2% de amido	77,13 ^b	0,18	12,72 ^a	0,60	6,06
F7 - 2% de colágeno	75,31 ^{ab}	0,01	14,03 ^a	0,67	5,37
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	77,53 ^b	0,18	13,51 ^a	0,46	5,74
F9 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	76,87 ^b	0,01	14,18 ^a	1,56	5,42
F10 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	76,68 ^b	0,05	15,33 ^a	0,80	5,00
F11 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	76,50 ^{ab}	0,03	14,32 ^a	0,76	5,34
F12 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	76,91 ^b	0,08	14,30 ^a	0,76	5,38
F13 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	76,82 ^b	0,13	12,76 ^a	0,54	6,02

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

Conforme Pearson; Tauber (1984) de uma maneira geral, a composição físico-química média de presunto apresenta um teor de umidade de 71 % e proteína de 15 %.

Verifica-se também que algumas amostras produzidas (F2, F4, F6 e F8) não se enquadram no Padrão de Identidade e Qualidade de Presunto (BRASIL, 2000), uma vez que os teores de proteína encontrados terem sido inferiores a 14 %, e para outras amostras (F7, F8, F9, F12 e F13) a relação umidade:proteína foi superior a 5,35. Esta relação também é afetada pelo teor de lipídios na matéria-prima, que no caso de coxa de peru é relativamente baixo.

Segundo ORDÓÑEZ (2005), as diferenças nos teores de umidade encontradas no presente estudo podem ser explicadas pelas perdas que a carne sofre durante o transporte, armazenamento, congelamento e descongelamento. Esses fatores influenciam diretamente a CRA da carne, do mesmo modo que influenciam as perdas após o processamento térmico e as propriedades de mistura e liga com outros ingredientes. Este aspecto é relevante na produção de presunto cozido, onde é preciso obter uma adequada proporção de proteína e umidade, tanto

para palatabilidade como para alcançar o peso adequado do produto final.

É importante salientar que não foram adicionadas proteínas de origem vegetal (principalmente proteína de soja), embora esta prática seja muito comum na indústria para garantir o teor mínimo exigido de proteínas (14 %).

A adição de colágeno não contribuiu para o aumento na porcentagem de proteína no produto final (não houve diferença significativa $p > 0,05$). Conforme Almeida et al. (2006) o aumento no conteúdo protéico só ocorre quando o colágeno é adicionado em níveis maiores que 3,63 %.

Os resultados para umidade nas amostras adicionadas de colágeno divergem de Schilling et al. (2003) que citam que o colágeno retém a umidade no cozimento e como consequência disto observa-se maior teor de umidade final.

5.3.4 – Determinação de Lipídios e Cinzas

Na Tabela 9 são apresentados os teores de lipídios e cinzas para as amostras de presunto de peru elaboradas. Observa-se que não foi verificada diferença significativa para cinzas ($p < 0,05$), mas para lipídios foi observada diferença ($p > 0,05$). Como eram esperados os valores de cinzas não variaram entre as amostras de presunto. A mesma situação foi observada por Pedroso (2006), porém os valores encontrados foram superiores àqueles do autor (2,94 a 3,39 %). Este resultado está ligado à quantidade de ingredientes e sólidos adicionados à salmoura. Conseqüentemente a formulação onde os ingredientes testados foram adicionados no nível máximo o teor de sólidos foi maior (F1), porém esta diferença não foi significativa.

A porcentagem de lipídios encontrada variou entre as amostras analisadas, sendo que a formulação F8 apresentou teor de lipídios relativamente mais alto que todas as outras amostras. Esta variação pode ser devido a variações na matéria-prima utilizada visto que foram utilizados 200 kg de carne, e também a forma como os ingredientes testados auxiliaram na retenção da gordura na matriz protéica, dificultando ou não a extração com solvente (Método Soxhlet) (CECCHI, 1999).

Os valores encontrados para o teor de lipídios divergem dos 2 a 3,2% sugeridos por Barbut (2002) e dos valores encontrados por Pedroso (2006). Este último, utilizando como matéria-prima carne de sobrecoxa de peru, encontrou teores de lipídios entre 2,39 e 3,79 %. Comparando os valores mencionados para presunto

de peru com o presunto elaborado com carne suína, os teores de gordura são consideravelmente menores (PEARSON; TAUBER, 1984).

TABELA 9 – Teores de Lipídios e Cinzas das amostras analisadas.

Experimentos	Lipídios (%)		Cinzas (%)	
	Média	DP	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	0,93 ^{ab}	0,32	4,18 ^a	0,03
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	0,69 ^a	0,06	3,98 ^a	0,01
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	1,25 ^{abc}	0,09	4,06 ^a	0,01
F4 - 0,3% de guar	1,31 ^{abcd}	0,03	3,92 ^a	0,08
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	0,70 ^a	0,18	4,12 ^a	0,02
F6 - 2% de amido	0,80 ^{ab}	0,10	2,64 ^a	2,06
F7 - 2% de colágeno	1,86 ^{cde}	0,31	4,06 ^a	0,01
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	2,23 ^e	0,32	4,11 ^a	0,00
F9 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	1,18 ^{abc}	0,13	4,09 ^a	0,01
F10 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	1,18 ^{abc}	0,01	4,20 ^a	0,06
F11 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	1,29 ^{abcd}	0,09	4,10 ^a	0,02
F12 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	1,99 ^{de}	0,23	4,09 ^a	0,03
F13 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	1,47 ^{bcd}	0,03	4,10 ^a	0,03

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

Os baixos teores de lipídios encontrados provavelmente podem estar associados à utilização de carne de coxa de peru que apresenta menos tecidos adiposos que a carne de sobrecoxa.

Os valores estão dentro do limite da legislação para produtos *low-fat* ou *light* que determinam o máximo de 3 % de lipídios (BRASIL, 1998a). Portanto, os presuntos desenvolvidos se enquadram nesta classe de alimentos.

5.4 – DETERMINAÇÃO DO pH

As amostras não apresentaram diferenças significativas entre si quanto aos valores de pH ($p < 0,05$). Os resultados podem ser visualizados na Tabela 10.

Estes dados conferem com os valores de 6,59 a 6,65 encontrados em presunto de peru com adição de amido de mandioca e carragena desenvolvidos por Pedroso (2006). Segundo Pearson; Tauber (1984) o pH do presunto suíno encontra-se numa faixa de 5,9 a 6,1, portanto mais baixa que o presunto cozido de peru.

TABELA 10 – Valores de pH encontrados nas amostras analisadas.

Experimentos	pH	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	6,57 ^a	0,03
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	6,64 ^a	0,00
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	6,61 ^a	0,01
F4 - 0,3% de guar	6,66 ^a	0,01
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	6,52 ^a	0,17
F6 - 2% de amido	6,69 ^a	0,01
F7 - 2% de colágeno	6,55 ^a	0,01
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	6,58 ^a	0,01
Ponto Central (1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar)	6,61 ^a	0,01

*Médias com letras iguais não diferem significativamente ($p>0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

A adição de fosfato na salmoura contribui para elevação do pH da carne e conseqüentemente do produto final de $6,06\pm0,03$ para $6,60\pm0,17$. Segundo Odórñez et al. (2005) os fosfatos deslocam o pH da carne para zonas mais favoráveis para a CRA (pH mais elevados que o do ponto isoelétrico).

5.5– CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA)

Na Tabela 11 estão apresentados os resultados para a capacidade de retenção de água para os presuntos desenvolvidos.

TABELA 11 – Capacidade de Retenção de Água (CRA) das amostras analisadas.

Experimentos	CRA (%)	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	96,94 ^b	1,19
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	97,01 ^b	1,01
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	97,71 ^b	1,04
F4 - 0,3% de guar	92,83 ^a	1,48
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	97,74 ^b	0,48
F6 - 2% de amido	98,02 ^b	0,56
F7 - 2% de colágeno	96,63 ^b	0,99
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	97,15 ^b	0,53
F9 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	97,68 ^b	1,06
F10 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	98,78 ^b	0,05
F11 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	98,55 ^b	0,24
F12 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	98,19 ^b	0,14
F13 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	97,77 ^b	0,28

*Médias com letras iguais não diferem significativamente ($p>0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

Pode-se observar que houve diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$). A formulação F4 apresentou menor CRA demonstrando que o ingrediente testado não foi o suficiente para reter toda água do produto. Além das interpretações individuais dos resultados, por intermédio do planejamento fatorial 2^3 , é possível prever o comportamento dos produtos e medir o efeito da utilização de um determinado ingrediente, bem como a interação entre eles em toda a faixa avaliada.

A amostra F8 mostrou um resultado interessante porque não foi adicionado nenhum dos ingredientes testados, porém, o resultado não foi o pior, concordando com Dineen et al. (2000). Este resultado de CRA reflete a ação dos fosfatos aumentando a CRA da carne (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2002).

Schilling et al. (2004) testaram a utilização de amido modificado Firm Tex® em nível de 3 % e obtiveram um aumento na CRA do produto final.

Pela Tabela 12 é possível verificar os efeitos do experimento ($p < 0,05$). O valor p é uma medida de plausibilidade dos resultados da amostra quando a hipótese nula é assumida como verdadeira. Quanto menor o valor de p , menos provável que os resultados da amostra venham de uma população onde a hipótese nula é verdadeira (OLIVEIRA et al., 2006).

Em relação a CRA houve efeito significativo para os três ingredientes testados individualmente (amido modificado, colágeno hidrolisado e goma guar) e para a interação entre colágeno e amido, colágeno e guar e para a interação entre os três ingredientes juntos. A interação colágeno e amido modificado afeta negativamente a CRA e a interação colágeno e guar afeta positivamente a CRA. O efeito da interação entre os três ingredientes reduziu a CRA.

TABELA 12 – Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta CRA.

	Efeitos	Desvio Padrão	p
Média/Interação	97,306	0,214	0,000*
(1) Colágeno	1,001	0,338	0,041*
(2) Amido	1,348	0,338	0,016*
(3) Guar	-1,262	0,338	0,020*
1X2	-1,178	0,338	0,025*
1X3	1,400	0,338	0,014*
2x3	0,356	0,338	0,692
1x2x3	-1,295	0,338	0,019*

* Significância de 95 %.

5.6– ATIVIDADE DE ÁGUA (Aw)

Os valores encontrados para Aw não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) conforme a Tabela 13. Os resultados ficaram abaixo da faixa de 0,96 a 0,98 conforme Pearson; Tauber (1984). Este resultado é interessante do ponto de vista microbiológico, onde a adição dos ingredientes testados reduziu a quantidade de água disponível e assim contribui também para uma maior vida-de-prateleira do produto.

Pedroso (2006) encontrou valores médios de Aw de 0,979 em presunto de peru adicionado de carragena e amido de mandioca em até 1 %. Estas variações devem-se provavelmente aos níveis e propriedades dos ingredientes adicionados. A formulação F8 em que não foi adicionado nenhum dos ingredientes testados, mostrou um resultado interessante porque não apresentou o maior valor de Aw como era o esperado; pode-se considerar que a ação do tripolifosfato de sódio foi efetiva na redução da água disponível no produto.

TABELA 13 – Atividade de Água (Aw) das amostras analisadas.

Experimentos	Aw	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	0,845 ^a	0,01
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	0,855 ^a	0,01
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	0,850 ^a	0,00
F4 - 0,3% de guar	0,850 ^a	0,00
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	0,845 ^a	0,01
F6 - 2% de amido	0,850 ^a	0,00
F7 - 2% de colágeno	0,850 ^a	0,00
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	0,850 ^a	0,00
F9 a F13 - Ponto Central (1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar)	0,857^a	0,01

*Médias com letras iguais não diferem significativamente ($p > 0,05$). *As médias são referente a determinação em duplicatas.

5.7– PERDAS

No que se refere às perdas, é importante mencionar que a matéria-prima utilizada neste experimento foi previamente congelada e 24 horas antes de serem utilizadas passaram pelo processo de descongelamento sob refrigeração, com a finalidade de reabsorção da água tissular, conforme sugere Ordóñez (2005).

Outro agravante é que o descongelamento prejudica a CRA da carne, no entanto, os resultados foram satisfatórios visto que 100 % da carne utilizada foi descongelada. No nível de indústria é comum a utilização de até 30 % do volume de carne descongelada.

5.7.1 - Perdas por resfriamento

Na Tabela 14 estão apresentadas as perdas por resfriamento, podendo-se observar que houve diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$). O menor valor encontrado foi para F6 e o maior valor para F7. Na formulação F7 foi observada grande quantidade de líquido exsudado.

Pode-se verificar que os ingredientes testados reduziram as perdas no resfriamento. Pedroso (2006) obteve 0,91 a 8,18 % de perdas no resfriamento de presunto cozido de peru adicionado de amido e carragena. Da mesma forma os resultados mostraram menores perdas para as formulações que continham amido (2 %).

TABELA 14 – Perdas por Resfriamento (%) das amostras analisadas.

Experimentos	Resfriamento (%)	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	0,40 ^{ab}	0,09
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	0,55 ^{bc}	0,06
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	2,64 ^h	0,11
F4 - 0,3% de guar	0,88 ^d	0,09
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	1,75 ^g	0,10
F6 - 2% de amido	0,32 ^a	0,02
F7 - 2% de colágeno	3,43 ⁱ	0,06
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	1,61 ^{fg}	0,02
F9 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	0,92 ^d	0,02
F10 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	1,33 ^e	0,06
F11 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	1,50 ^{ef}	0,12
F12 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	1,06 ^d	0,08
F13 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	0,63 ^c	0,04

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a determinação em triplicata.

Avaliando os efeitos (Tabela 15) verifica-se que o amido diminuiu significativamente a porcentagem de perda por resfriamento ($p < 0,05$).

O aumento na concentração de amido reduziu as perdas no resfriamento. O colágeno apresentou efeito contrário, ou seja, agiu negativamente, aumentando as perdas quanto maior a concentração adicionada dentro da faixa estudada.

As diferenças entre as replicatas podem ser justificadas pelas variações na secagem da embalagem com papel toalha, principalmente pela dificuldade de secagem de bordas e extremidades das embalagens.

TABELA 15 – Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Perdas por Resfriamento (%).

	Efeitos	Desvio Padrão	p
Média/Interação	1,309	0,094	0,002*
(1) Colágeno	1,215	0,241	0,007*
(2) Amido	-1,384	0,241	0,004*
(3) Guar	-0,656	0,241	0,053
1X2	-0,574	0,241	0,076
1X3	-0,411	0,241	0,163
2X3	0,099	0,241	0,701
1X2X3	-0,379	0,241	0,191

* Significância de 95 %.

5.7.2 - Perdas por ciclos de congelamento

O congelamento não é recomendado para presuntos, porém devido ao aumento de produtos prontos ou semi-prontos, a indústria de produtos cárneos direciona seus estudos para este segmento. No caso de massas como pizzas e lasanhas congeladas, a utilização de produtos cárneos não pode gerar perda de água durante o descongelamento do produto e o produto deve resistir às falhas na cadeia de frio durante o transporte até os pontos de venda.

Para estimar a resistência aos ciclos de congelamento e descongelamento foram realizados ciclos de congelamento e descongelamento, sendo que o Ciclo 1 corresponde ao 1º ciclo de congelamento e descongelamento, o Ciclo 2 a 2 ciclos de congelamento e descongelamento e assim sucessivamente.

As amostras submetidas a um ciclo de congelamento e descongelamento apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) no percentual de perdas. As perdas variaram de 4,00 % (F6) a 10,18 % (F8) (Tabela 16).

TABELA 16 – Perdas por Congelamento (%) das amostras submetidas ao Ciclo 1.

Experimentos	Ciclo 1 (%)	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	5,16 ^a	0,93
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	4,90 ^a	0,79
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	4,80 ^a	0,35
F4 - 0,3% de guar	5,59 ^a	0,43
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	4,47 ^a	0,18
F6 - 2% de amido	4,00 ^a	0,18
F7 - 2% de colágeno	10,02 ^b	1,85
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	10,18 ^b	0,88
Ponto Central (1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar)	4,32 ^a	0,62

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

A formulação F6 foi a que apresentou as menores perdas, ou seja, resistiu mais ao estresse do congelamento-descongelamento. Esta maior resistência deve-se a utilização de amido modificado que proporciona maior resistência.

A amostra em que não foi adicionado nenhum dos ingredientes testados (F8) as perdas chegaram a 10,18 %, no entanto, a amostra F7 obteve resultados semelhantes a F8, demonstrando a baixa resistência conferida pelo colágeno hidrolisado testado.

Na Tabela 17 é possível verificar os efeitos dos ingredientes testados nas perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 1). O colágeno individualmente não apresentou efeito significativo na % de perdas, no entanto o amido modificado e a goma guar afetaram individualmente e a interação entre eles também afetou as perdas por congelamento (Ciclo 1).

TABELA 17 – Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta perdas por congelamento (Ciclo 1)

	Efeitos	Desvio Padrão	p
Média/Interação	5,442	0,111	0,000*
(1) Colágeno	-0,051	0,176	0,785
(2) Amido	-3,016	0,176	0,000*
(3) Guar	-2,051	0,176	0,000*
1X2	0,411	0,176	0,079
1X3	-0,204	0,176	0,311
2X3	2,846	0,176	0,000*
1x2x3	0,090	0,176	0,069

* Significância de 95 %.

A Tabela 18 apresenta a Análise de Variância (ANOVA) para a porcentagem de perdas por congelamento (Ciclo 1). Com os coeficientes de regressão obtidos pela ANOVA é possível testar a significância dos mesmos através da estatística **F (Fischer-Snedecor)**. A estatística **F** determina a relação significativa entre a variável dependente e o conjunto de variáveis explicativas, testando-se as hipóteses: H0 (hipótese nula) se $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_n = 0$ (não existe relação linear entre a variável dependente e o conjunto de variáveis explicativas), e H1 (hipótese alternativa) se pelo menos um coeficiente de regressão não é igual a zero, existe relação linear. Os valores críticos de **F** são obtidos em tabelas. Se **F** encontrado for maior que o **F** crítico, rejeita-se H0.

O valor de F também é calculado para Falta de Ajuste para avaliar se o modelo está ou não bem ajustado, ou seja, valores altos de F significam muita falta de ajuste. Neste caso o valor de F encontrado para Falta de Ajuste foi menor que o F tabelado, portanto o modelo encontrado para a resposta porcentagem de perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 1) foi preditivo e significativo, tornando adequada a sua utilização.

TABELA 18 – Análise de Variância (ANOVA) para a resposta % de perdas por congelamento (Ciclo 1).

Fonte de variação	Soma quadrática	GL	Média quadrática	F calculado
Regressão	52,347	7	7,478	53,954
Resíduo	0,693	5	0,139	
Falta de ajuste	0,446	1	0,446	7,228
Erro puro	0,247	4	0,062	
Total	53,733	12		

O valor de F encontrado foi 11 vezes maior que o F tabelado (4,88). O teste-F assegurou a validade do modelo, já que o F calculado foi maior que o F tabelado, para um intervalo de confiança de 95 %.

Assim, o modelo (**Equação 1**) foi utilizado na construção das superfícies de resposta, permitindo a visualização do comportamento da porcentagem de perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 1) dos presuntos desenvolvidos em função das variáveis significantes.

Equação (1)

% Perdas por Congelamento Ciclo 1: $4,320 + 1,823C^2 - 1,508A - 1,026G + 1,423 AG$

Coeficiente de correlação $R^2 = 99 \%$

As Figuras 45, 46 e 47 representam as superfícies de resposta que correlacionam as variáveis independentes amido modificado, goma guar e colágeno hidrolisado, com a variável independente porcentagem de perdas por congelamento Ciclo 1, facilitando a visualização da faixa ótima para as menores perdas.

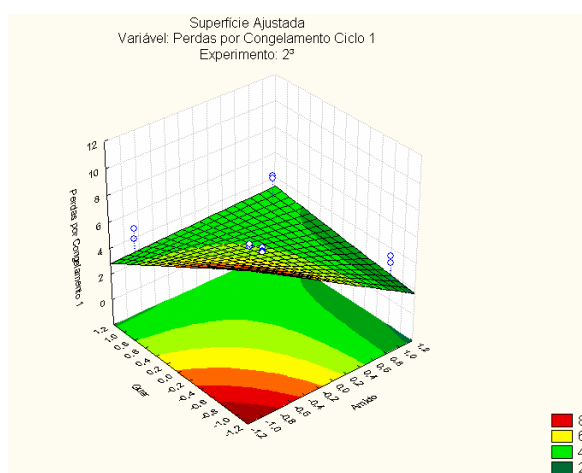


Figura 45 - Superfície de resposta considerando a variável de saída perdas por congelamento-descongelamento Ciclo 1 (%), em função das variáveis amido modificado (%) e goma guar (%). Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statistica® 5.0 (STATSOFT, INC).

Através da interpretação da superfície de resposta (Figura 45) pode-se observar que nas maiores concentrações de amido modificado e goma guar, menores serão as perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo1).

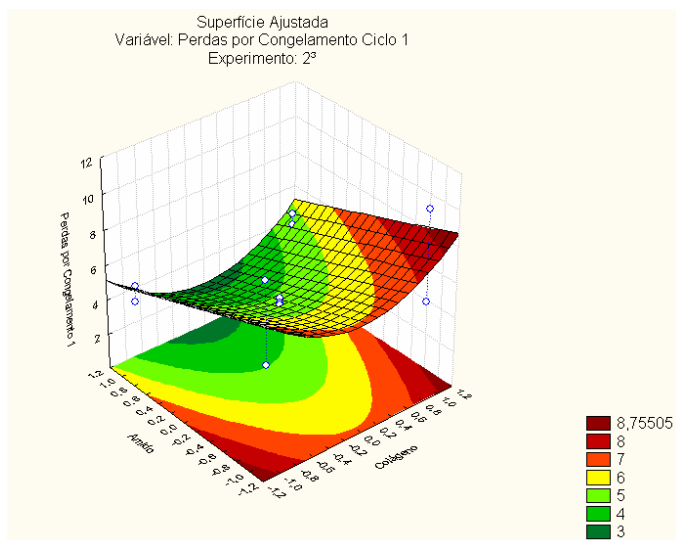


Figura 46 - Superfície de resposta considerando a variável de saída perdas por congelamento-descongelamento Ciclo 1 (%), em função das variáveis amido modificado (%) e colágeno hidrolisado (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statística® 5.0 (STATSOFT, INC).

Analisando a superfície de resposta (Figura 46) pode-se observar que maiores concentrações de amido modificado e menores concentrações de colágeno hidrolisado proporcionam menores perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo1).

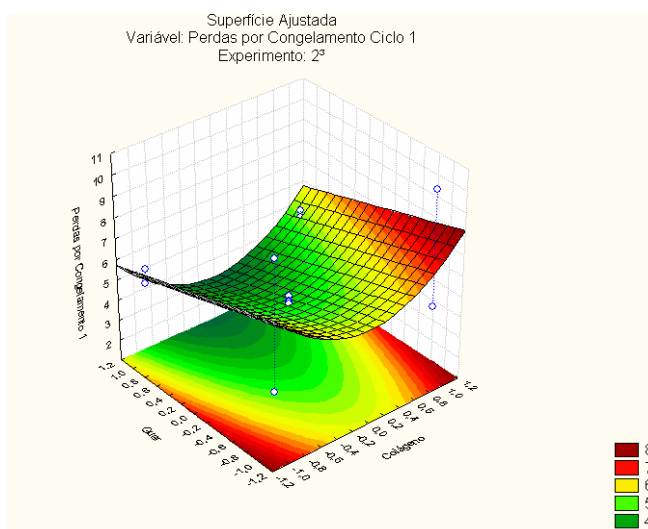


Figura 47 - Superfície de resposta considerando a variável de saída perdas por congelamento-descongelamento Ciclo 1 (%), em função das variáveis colágeno hidrolisado (%) e goma guar (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statística® 5.0 (STATSOFT, INC).

Através da interpretação da superfície de resposta (Figura 47) pode-se observar que nas maiores concentrações de goma guar e menores concentrações de colágeno hidrolisado, menores serão as perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo1).

Avaliando-se as superfícies de resposta verifica-se que a zona de ótimo para perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 1) encontra-se na maior concentração de amido modificado e goma guar e nas menores concentrações para colágeno hidrolisado.

As perdas para as amostras submetidas a 2 ciclos de congelamento-descongelamento podem ser observadas na Tabela 19. Houve diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$).

Na Tabela 19 é possível verificar as perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 2). As amostras submetidas aos 2 ciclos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) no percentual de perdas. A variação das perdas foi de 3,42 a 13,99 %. Como no Ciclo 1 a amostra F7 apresentou as maiores perdas.

Já na Tabela 20 são apresentado os efeitos dos ingredientes testados na % de perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo1). O colágeno individualmente não apresentou efeito significativo na % de perdas, no entanto, a sua interação com os outros ingredientes apresentou efeito significativo. A interação entre os três ingredientes testados apresentou efeito significativo.

TABELA 19 – Perdas por Congelamento (%) das amostras submetidas ao Ciclo 2.

Experimentos	Ciclo 2 (%)	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	3,42 ^a	0,03
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	4,62 ^{ab}	0,61
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	6,38 ^{ab}	0,39
F4 - 0,3% de guar	7,90 ^{abc}	1,53
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	5,29 ^{ab}	0,10
F6 - 2% de amido	6,30 ^{ab}	1,08
F7 - 2% de colágeno	13,99 ^c	4,15
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	10,35 ^{bc}	3,50
Ponto Central (1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar)	4,47 ^{ab}	0,33

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

TABELA 20 – Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta perdas por congelamento (Ciclo 2)

	Efeitos	Desvio Padrão	p
Média/Interação	6,200	0,151	0,000*
(1) Colágeno	-0,027	0,239	0,914
(2) Amido	-4,745	0,239	0,000*
(3) Guar	-3,400	0,239	0,000*
1X2	-1,078	0,239	0,010*
1X3	-1,338	0,239	0,005*
2X3	1,630	0,239	0,002*
1X2X3	1,242	0,239	0,006*

* Significância de 95 %.

O modelo encontrado para perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 2) não foi adequado para utilização na construção das superfícies de resposta porque o F encontrado para falta de ajuste foi maior que o F tabelado, ou seja, o modelo não está bem ajustado e seriam necessários mais experimentos ou repetições para obter resultados melhores.

No ciclo 3 também foram observadas altas porcentagens de perdas para F7 e F8 conforme descrito anteriormente e também houve diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$) (Tabela 21).

TABELA 21 – Perdas por Congelamento (%) das amostras submetidas ao Ciclo 3.

Experimentos	Ciclo 3 (%)	
	Média	DP
F1 – 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	3,21 ^a	0,11
F2 – 2% de amido e 0,3% de guar	5,03 ^a	0,06
F3 – 2% de colágeno e 0,3% de guar	5,74 ^a	0,73
F4 – 0,3% de guar	5,29 ^a	0,66
F5 – 2% de colágeno e 2% de amido	5,58 ^a	0,56
F6 – 2% de amido	7,52 ^a	0,86
F7 – 2% de colágeno	14,00 ^b	1,12
F8 – 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	12,78 ^b	0,61
F 9 a F13 – Ponto Central (1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar)	5,26^a	0,52

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

Na Tabela 22 é possível verificar os efeitos dos ingredientes testados nas perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 3). Novamente o colágeno hidrolisado individualmente não apresentou efeito significativo.

A adição de amido modificado e goma guar afetaram positivamente as perdas, este resultado concorda com Martins et al. (2006) e Munhoz et al. (2004). Segundo estes autores a adição de amido e gomas conferem maior estabilidade ao congelamento e descongelamento.

TABELA 22 – Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta perdas por congelamento (Ciclo 3)

	Efeitos	Desvio Padrão	p
Média/Interação	6,572	0,264	0,000*
(1) Colágeno	-0,520	0,417	0,280
(2) Amido	-4,118	0,417	0,000*
(3) Guar	-5,155	0,417	0,000*
1X2	-1,360	0,417	0,031*
1X3	-0,162	0,417	0,717
2X3	2,725	0,417	0,003*
1X2X3	0,222	0,417	0,622

* Significância de 95 %

A Tabela 23 apresenta a Análise de Variância (ANOVA) para a porcentagem de perdas por congelamento (três ciclos). O valor de F encontrado é 20 vezes maior que o F tabelado (3,97) e para Falta de Ajuste é 9 vezes menor que o F tabelado, portanto o modelo encontrado para a resposta porcentagem de perdas por congelamento-descongelamento (três ciclos) foi preditivo e significativo, tornando adequada a sua utilização.

TABELA 23 – Análise de Variância (ANOVA) para a resposta % de perdas por congelamento (Ciclo 3).

Fonte de variação	Soma quadrática	GL	Média quadrática	F calculado
Regressão	119,642	5	23,928	80,295
Resíduo	2,086	7	0,298	
Falta de ajuste	0,693	3	0,231	0,663
Erro puro	1,394	4	0,349	
Total	121,728	12		

Assim, o modelo (**Equação 2**) foi utilizado na construção das superfícies de resposta, permitindo a visualização do comportamento da porcentagem de perdas

por congelamento-descongelamento dos presuntos desenvolvidos em função das variáveis significantes.

Equação (2)

% Perdas por Congelamento Ciclo 3: $5,258 + 2,135C^2 - 2,058A - 2,577G - 0,680CA + 1,362AG$

Coefficiente de correlação $R^2 = 98 \%$

As Figuras 48, 49 e 50 representam as superfícies de resposta que correlacionam as variáveis independentes amido modificado, goma guar e colágeno hidrolisado, com a variável independente porcentagem de perdas por congelamento Ciclo 3, facilitando a visualização da faixa ótima para as menores perdas.

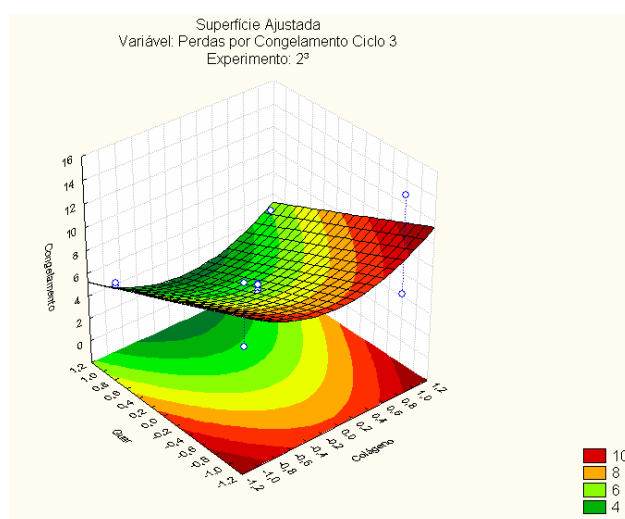


Figura 48 - Superfície de resposta considerando a variável de saída perdas por congelamento-descongelamento Ciclo 3 (%), em função das variáveis colágeno hidrolisado (%) e goma guar (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statistica® 5.0 (STATSOFT, INC).

Através da interpretação da superfície de resposta (Figura 48) pode-se observar que nas maiores concentrações de goma guar e menores parece concentração média concentrações de colágeno hidrolisado, menores serão as perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 3).

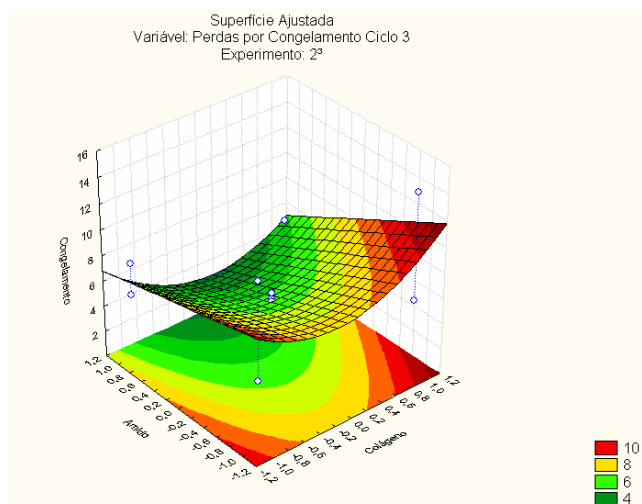


Figura 49 - Superfície de resposta considerando a variável de saída perdas por congelamento-descongelamento Ciclo 3 (%), em função das variáveis amido modificado (%) e colágeno hidrolisado (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statistica[®] 5.0 (STATSOFT, INC).

Analisando a superfície de resposta (Figura 49) pode-se observar que maiores concentrações de amido modificado e menores concentrações de colágeno hidrolisado proporcionam menores perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 3).

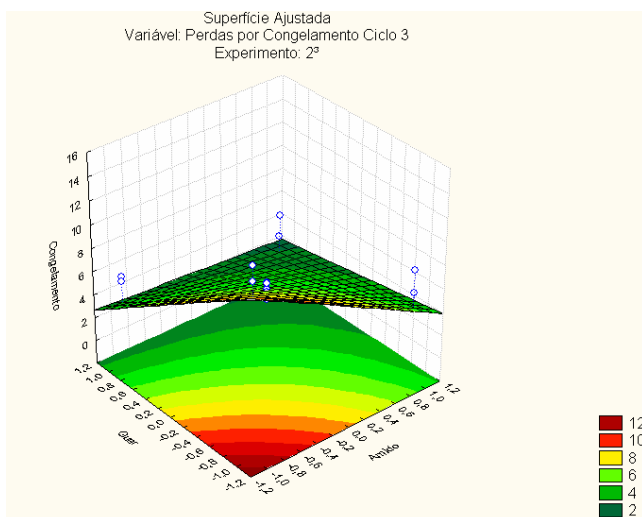


Figura 50 - Superfície de resposta considerando a variável de saída perdas por congelamento-descongelamento Ciclo 3 (%), em função das variáveis amido modificado (%) e goma guar (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statistica[®] 5.0 (STATSOFT, INC).

Através da interpretação da superfície de resposta (Figura 50) pode-se observar que nas maiores concentrações de amido modificado e goma guar, menores serão as perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 3). Como era esperado as superfícies de resposta para os Ciclos 1 e 3 foram semelhantes.

Portanto, a zona de ótimo para perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 3) encontra-se na maior concentração de amido modificado e goma guar e menores para colágeno hidrolisado.

Algumas amostras apresentaram variações entre os ciclos (por exemplo, perdeu mais com apenas um ciclo do que com dois ciclos), o que pode estar relacionado a pequenas variações nas condições de resfriamento, temperatura de descongelamento e possíveis variações na coleta das amostras visto que para cada ciclo foram utilizadas amostras diferentes.

5.7.3 - Perdas por reaquecimento

A perda por reaquecimento é importante para presuntos que serão utilizados em outros pratos, como por exemplo, pizzas e lasanhas, pois esta perda de líquidos pode gerar amolecimento da massa e exsudação excessiva no prato pronto.

Para esta análise considerou-se que a absorção de água pelas amostras de presunto não foram significativas e não afetariam os resultados.

Na Tabela 24 estão apresentadas as porcentagens de perdas por reaquecimento. Houve diferença significativa entre as amostras desenvolvidas ($p < 0,05$).

Dentre os ingredientes testados a amostra F1 foi a que apresentou as menores perdas, o que novamente justifica-se pela utilização dos três ingredientes testados, no entanto, isto não pode ser comprovado pela interação entre os três ingredientes testados pois o efeito não foi significativo.

Através da Tabela 25 verificamos que os efeitos das variáveis de entrada colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar na resposta porcentagem de perdas por reaquecimento.

TABELA 24 – Perdas por Reaquecimento (%).

Experimentos	Reaquecimento (%)	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	12,90 ^a	0,44
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	13,53 ^{ab}	0,99
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	21,60 ^{bc}	0,66
F4 - 0,3% de guar	26,41 ^c	2,33
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	18,94 ^{abc}	3,63
F6 - 2% de amido	13,72 ^{ab}	0,40
F7 - 2% de colágeno	24,96 ^c	0,03
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	20,57 ^{abc}	2,76
F9 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	15,41 ^{ab}	2,76
F10 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	16,19 ^{ab}	0,55
F11 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	18,70 ^{abc}	2,72
F12 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	14,64 ^{ab}	1,29
F13 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	15,45 ^{ab}	3,00

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

TABELA 25 – Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta perdas por reaquecimento (%).

	Efeitos	Desvio Padrão	p
Média/Interação	17,924	0,433	0,000*
(1) Colágeno	1,0387	1,105	0,400
(2) Amido	-8,614	1,105	0,001*
(3) Guar	-0,939	1,105	0,443
1X2	1,254	1,105	0,320
1X3	-3,766	1,105	0,027*
2X3	-2,179	1,105	0,120
1X2X3	0,839	1,105	0,490

* Significância de 95 %.

Demonstrou-se como esperado, que quanto maior a concentração de amido, menor é a perda por reaquecimento, ou seja, maior o rendimento do produto. A adição de goma guar e colágeno apresentaram efeito significativo nas perdas por reaquecimento, mostrando que a interação destes ingredientes confere maior resistência às perdas no reaquecimento, no entanto, individualmente estes dois ingredientes não apresentaram efeito significativo.

Com os resultados obtidos sugere-se que a matriz do amido modificado apresenta boa estabilidade ao reaquecimento retendo a água incorporada ao produto. Este resultado concorda com Hachmeister; Herald (1998), onde afirmaram que a adição de hidrocolóides afeta significativamente as perdas por cozimento de

embutidos elaborados com carne de peru.

É possível verificar que as maiores perdas foram observadas com a utilização de colágeno hidrolisado nos maiores níveis, porém o efeito individual não foi significativo.

Para os produtos desenvolvidos com as formulações F4 e F7 não seria recomendado o reaquecimento devido às elevadas perdas, e isto também inviabilizaria a utilização destes presuntos como matéria-prima para pratos prontos.

A Tabela 26 apresenta a ANOVA para a resposta porcentagem de perdas por reaquecimento em função das variáveis estudadas e suas interações.

TABELA 26 – Análise de Variância (ANOVA) para a resposta porcentagem de perdas por reaquecimento.

Fonte de variação	Soma quadrática	GL	Média quadrática	F calculado
Regressão	204,700	3	68,23	20,656
Resíduo	27,734	9	3,303	
Falta de ajuste	17,965	5	3,593	1,470
Erro puro	9,769	4	2,442	
Total	232,210	12		

O valor de F encontrado é 5 vezes maior que o F tabelado (3,86) e o valor de F para Falta de Ajuste é 4 vezes menor que o F tabelado, portanto o modelo encontrado para a resposta porcentagem de perdas por reaquecimento foi preditivo e significativo, tornando adequada a sua utilização.

Assim, o modelo (**Equação 3**) foi utilizado na construção das superfícies de resposta, permitindo a visualização do comportamento da porcentagem de perdas por reaquecimento dos presuntos desenvolvidos em função das variáveis significantes.

Equação (3)

% Perdas por Reaquecimento: $16,077 + 3,001C^2 - 4,307A - 1,883CG$

Coefficiente de correlação $R^2 = 88 \%$

As Figuras 51, 52 e 53 representam as superfícies de resposta que correlacionam as variáveis independentes amido modificado, goma guar e colágeno

hidrolisado, com a variável independente porcentagem de perdas por reaquecimento facilitando a visualização da faixa ótima para as menores perdas.

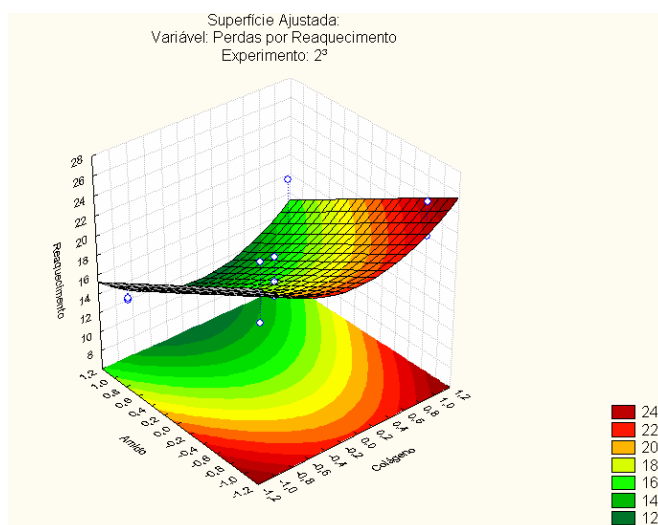


Figura 51 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Perdas por Reaquecimento (%), em função das variáveis amido modificado (%) e colágeno hidrolisado (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statistica® 5.0 (STATSOFT, INC).

Através da interpretação da superfície de resposta (Figura 51) pode-se observar que nas maiores concentrações de amido modificado e menores concentrações de colágeno hidrolisado menores serão as perdas por reaquecimento.

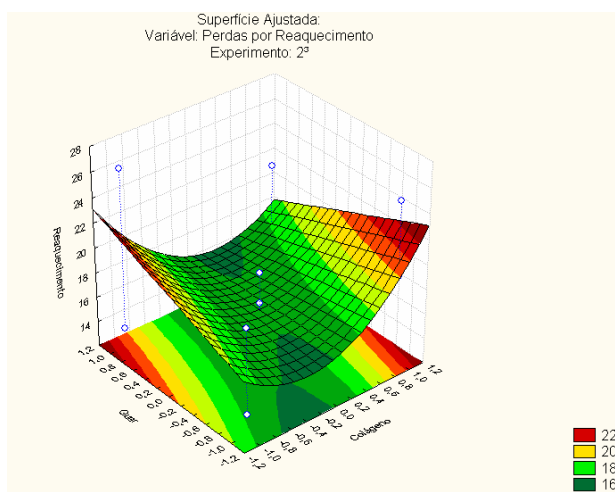


Figura 52 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Perdas por Reaquecimento (%), em função das variáveis goma guar (%) e colágeno hidrolisado (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statistica® 5.0 (STATSOFT, INC).

Através da interpretação da superfície de resposta (Figura 52) pode-se observar que o ponto ótimo encontra-se na região de menor concentração de goma guar e colágeno hidrolisado, o aspecto da superfície é caracterizado pelo “ponto de fuga”.

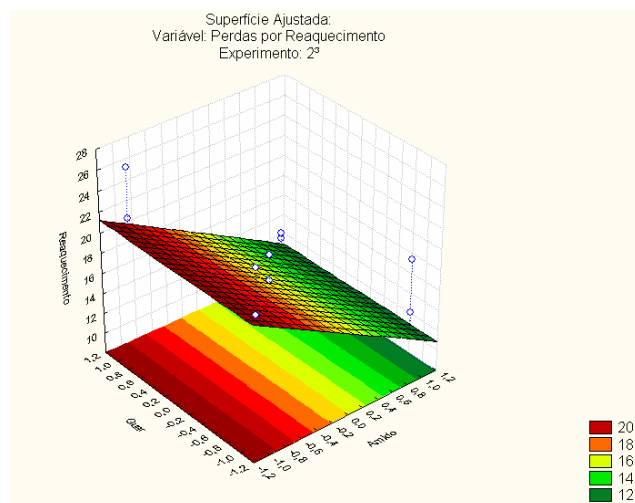


Figura 53 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Perdas por Reaquecimento (%), em função das variáveis goma guar (%) e amido modificado (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statistica® 5.0 (STATSOFT, INC).

Observa-se na superfície de resposta (Figura 53) que as maiores concentrações de amido e menores concentrações de goma guar as perdas por reaquecimento são menores.

Avaliando-se as superfícies de resposta verifica-se que a zona de ótimo para perdas por reaquecimento encontra-se na maior concentração de amido modificado e menores para colágeno hidrolisado e goma guar.

5.8 – FORÇA DE CISALHAMENTO E COMPRESSÃO

Com a finalidade de verificar a interferência dos ingredientes na textura do produto final, foram realizados testes em texturômetro para compressão e força de cisalhamento. Na Tabela 27 podem ser visualizados os resultados para a força de cisalhamento e compressão para as amostras desenvolvidas de presunto cozido de peru. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para a força de cisalhamento e compressão para as amostras analisadas.

TABELA 27 – Força de Cisalhamento e Compressão das amostras analisadas.

Experimentos	Cisalhamento (N)		Compressão (N)	
	Média	DP	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	7,61 ^a	2,49	16,58 ^a	2,18
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	9,32 ^{ab}	2,67	23,51 ^{abc}	2,91
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	8,55 ^{ab}	2,90	22,44 ^{ab}	1,65
F4 - 0,3% de guar	8,18 ^{ab}	2,36	27,93 ^{bcd}	2,28
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	8,94 ^{ab}	1,43	30,65 ^{cde}	3,32
F6 - 2% de amido	9,28 ^{ab}	2,49	49,55 ^g	7,13
F7 - 2% de colágeno	9,77 ^{ab}	3,09	38,11 ^{ef}	5,59
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	11,64 ^b	3,97	61,51 ^h	6,56
F9 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	8,44 ^{ab}	1,19	31,71 ^{de}	2,72
F10 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	7,20 ^a	0,81	26,90 ^{bcd}	4,63
F11 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	8,82 ^{ab}	1,83	43,99 ^{fg}	7,14
F12 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	7,54 ^a	1,76	26,89 ^{bcd}	4,33
F13 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	8,21 ^{ab}	2,40	36,68 ^{ef}	4,73

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a dez repetições.

A maior força de cisalhamento, ou seja, a amostra que ofereceu maior resistência ao corte foi a amostra F8. Este resultado mostra que os ingredientes adicionados nas outras amostras contribuíram para maior retenção de água no interior do produto e conseqüentemente maior maciez e menores forças necessárias para cortar as amostras.

Através da análise dos efeitos (Tabela 28) pode-se verificar que apenas a goma guar afetou a variável de saída força de cisalhamento, ou seja, a variação na concentração de 0 para 0,30 % reduz a força de cisalhamento em média 1,494 N.

TABELA 28 – Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Força de Cisalhamento (N).

	Efeitos	Desvio Padrão	p
Média/Interação	8,731	0,183	0,000*
(1) Colágeno	-0,888	0,466	0,129
(2) Amido	-0,743	0,466	0,186
(3) Guar	-1,494	0,466	0,033*
1X2	-0,134	0,466	0,787
1X3	0,217	0,466	0,666
2X3	0,845	0,466	0,144
1X2X3	-0,906	0,466	0,124

* Significância de 95 %.

O resultado encontrado discorda com Almeida et al.(2006) e com Li (2006) que mencionam que o colágeno apresenta efeito significativo na força de cisalhamento, onde o aumento na concentração aumenta a dureza da amostra. Estas diferenças podem ser explicadas pelo tipo de colágeno utilizado (nativo ou hidrolisado).

Os resultados para compressão mostraram que a F1 apresentou menor valor para compressão, portanto, resistiu menos a compressão. Este resultado explica-se pela maior quantidade de água retida no produto devido a ação do amido modificado, colágeno hidrolisado e goma guar o que proporciona maior maciez ao produto e menor força foi requerida para sua compressão.

Na Tabela 29 pode-se observar que novamente apenas a goma guar apresentou efeito significativo na medida de compressão das amostras. A amostra F8 foi a que mais resistiu a compressão necessitando de maior força para o seu rompimento (devido a maior dureza da amostra). Este resultado coincide com o resultado da força de cisalhamento onde F8 foi a amostra que ofereceu maior resistência ao corte (maior força necessária para cortar a amostra).

TABELA 29 – Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Compressão (N).

	Efeitos	Desvio Padrão	p
Média/Interação	33,574	2,011	0,000*
(1) Colágeno	-13,680	5,127	0,056
(2) Amido	-7,425	5,127	0,221
(3) Guar	-22,341	5,127	0,012*
1X2	0,763	5,127	0,889
1X3	7,465	5,127	0,219
2X3	2,282	5,127	0,679
1X2X3	-1,482	5,127	0,787

* Significância de 95 %.

Motzer et al. (1998), avaliando dureza instrumental em presuntos, constataram que as amostras fabricadas com diferentes ligantes apresentaram diferenças significativas entre si. Amostras adicionadas de amido modificado apresentaram menor dureza que os demais com kappa-carragena e isolado protéico de soja. Hachmeister; Herald (1998) constataram que amido modificado pode acentuar a firmeza em produtos com teor reduzido de gordura.

5.9 – COR INSTRUMENTAL

Na Tabela 30 estão apresentados os resultados para o parâmetro a^* . Não houve diferença significativa entre as amostras avaliadas ($p > 0,05$). Para os valores de L^* e b^* houve diferenças significativas ($p < 0,05$) conformes a Tabelas 31 e 32.

O menor valor de L^* foi encontrado para a amostra F4, mostrando que a adição de goma guar contribuiu para a obtenção de um produto mais opaco. As amostras adicionadas de colágeno hidrolisado e amido modificado não apresentaram grandes variações no parâmetro L^* .

Para parâmetro b^* a amostra com amido modificado (F6) foi a que apresentou menor valor e a amostra elaborada apenas com goma guar (F4) apresentou os maiores valores de b^* , ou seja, os presuntos elaborados com goma guar apresentaram coloração mais escura que os elaborados com amido modificado.

TABELA 30 – Valores de a^* para amostras analisadas.

Experimentos	a^*	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	13,34 ^a	1,10
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	13,26 ^a	1,63
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	13,53 ^a	0,78
F4 - 0,3% de guar	14,61 ^a	1,81
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	12,62 ^a	0,86
F6 - 2% de amido	13,72 ^a	1,04
F7 - 2% de colágeno	14,10 ^a	0,74
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	13,75 ^a	0,80
Ponto Central (1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar)	13,71 ^a	0,85

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a 6 repetições.

No estudo realizado por Pedroso (2006) a adição de carragena e amido de mandioca não afetaram significativamente os valores de L^* e a^* e para os valores de b^* , somente a carragena apresentou efeito significativo ($p < 0,05$). No estudo realizado por Pietrazik; Jarmoluk; Shand (2003) a carragena ocasionou menores valores de L^* e b^* e mais altos de a^* .

A goma guar em associação a goma xantana apresentou coloração menos intensa em salsichas (SUDHAKAR; SINGHAL; KULKARNI, 1996).

TABELA 31 – Valores de L* para amostras analisadas.

Experimentos	L*	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	62,90 ^{ab}	1,13
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	61,62 ^{ab}	0,88
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	62,91 ^{ab}	1,02
F4 - 0,3% de guar	60,95 ^a	2,84
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	63,75 ^{ab}	2,14
F6 - 2% de amido	61,55 ^{ab}	2,19
F7 - 2% de colágeno	63,48 ^{ab}	1,97
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	64,35 ^{ab}	1,17
F9 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	62,64 ^{ab}	3,03
F10 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	61,98 ^{ab}	1,58
F11 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	64,55 ^b	1,20
F12 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	63,22 ^{ab}	0,96
F13 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	62,63 ^{ab}	0,56

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a 6 repetições.

TABELA 32 – Valores de b* para amostras analisadas.

Experimentos	b*	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	4,39 ^{ab}	0,52
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	4,54 ^{ab}	0,85
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	4,57 ^{ab}	0,71
F4 - 0,3% de guar	5,17 ^b	0,63
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	4,56 ^{ab}	0,37
F6 - 2% de amido	3,50 ^a	0,69
F7 - 2% de colágeno	4,68 ^b	0,57
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	4,21 ^{ab}	0,43
F9 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	4,45 ^{ab}	0,54
F10 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	4,20 ^{ab}	0,65
F11 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	4,56 ^{ab}	0,24
F12 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	4,35 ^{ab}	0,42
F13 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	4,93 ^b	0,64

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a 6 repetições.

O mesmo colágeno hidrolisado (Collagel) foi testado por Michelini et al. (2007) em hambúrguer bovino sendo observada alteração na cor. Esta alteração também foi observada por Prabhu; Doerscher (2003) em emulsões cárneas adicionadas de 1% de colágeno.

A adição de 3 % de colágeno nativo em presunto elaborado com carne PSE não afetou a cor do produto final (SCHILLING et al., 2003).

Schilling et al. (2004) verificaram que a adição de 3 % de amido modificado *Firm Tex*[®] alterou a cor de presuntos elaborados com matéria-prima PSE.

5.10 - SINÉRESE

A sinérese foi avaliada com objetivo de simular as condições rigorosas que o produto pode ser submetido, situação semelhante ao armazenamento inadequado, de maneira que possa ser observada a liberação de líquido do produto.

Foram observadas diferenças significativas entre as amostras ($p < 0,05$). Como era esperado, a amostra F1 apresentou o menor valor de sinérese (Tabela 33), novamente comprova-se a ação do amido modificado, colágeno hidrolisado e goma guar no aprisionamento da água na estrutura do presunto.

TABELA 33 – % de Sinérese para as amostras avaliadas.

Experimentos	Sinerese (%)	
	Média	DP
F1 – 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	1,04 ^a	0,11
F2 – 2% de amido e 0,3% de guar	1,84 ^{ab}	0,06
F3 – 2% de colágeno e 0,3% de guar	2,71 ^{abcd}	0,73
F4 – 0,3% de guar	4,72 ^{cd}	0,66
F5 – 2% de colágeno e 2% de amido	1,92 ^{ab}	0,56
F6 – 2% de amido	2,11 ^{ab}	0,86
F7 – 2% de colágeno	3,72 ^{bcd}	1,12
F8 – 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	5,13 ^d	0,61
F9 – 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	1,68 ^{ab}	0,37
F10 – 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	2,25 ^{abc}	0,17
F11 – 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	2,77 ^{abcd}	0,69
F12 – 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	2,29 ^{abc}	0,66
F13 – 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	2,68 ^{abcd}	0,72

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

A amostra F8 apresentou os piores resultados e a mesma situação ocorreu para a análise das perdas por resfriamento. Nesta formulação não foi adicionado nenhum dos ingredientes testados que pudessem auxiliar na redução da liberação de líquidos dos produtos.

Na tabela 34 os efeitos foram significativos para colágeno hidrolisado e amido modificado. A variação na proporção de colágeno propiciou um efeito positivo na sinérese, promovendo uma redução média de 1,11 % na sinérese dos presuntos, enquanto que a variação do amido modificou proporcionou em média uma redução de 2,34 %.

Conforme os resultados das perdas por resfriamento o amido modificado destacou-se entre os ingredientes evitando as perdas de líquidos das amostras de presunto cozido de peru desenvolvidas.

O colágeno apresentou efeito positivo o que concorda com os resultados de Prabhu; Doerscher (2003), sendo que os valores por eles encontrados para sinerese após quatro semanas de armazenamento com a utilização de 2 % de colágeno chegaram a 3,29 %, este valor pode ser considerado próximo do encontrado (3,72 %).

TABELA 34 – Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Sinerese (%).

	Efeitos	Desvio Padrão	p
Média/Interação	2,683	0,120	0,000*
(1) Colágeno	-1,105	0,305	0,022*
(2) Amido	-2,340	0,305	0,001*
(3) Guar	-0,642	0,305	0,103
1X2	0,610	0,305	0,117
1X3	-0,302	0,305	0,378
2X3	0,068	0,305	0,836
1X2X3	-0,003	0,305	0,994

* Significância de 95 %.

Schilling et al. (2003) observaram perdas de líquido superiores as encontradas neste estudo, em torno de 10,95 % para presuntos elaborados com 3 % de colágeno nativo tendo como matéria-prima carnes com características PSE.

Em outro trabalho realizado por Schilling et al. (2004) a aplicação de amido modificado *Firm Tex*® em presunto elaborado com carne PSE levou a perdas de líquidos em até 17 %.

Mittal; Usborne (2006) observaram que a associação de amido e gomas resultaram em menor sinerese quando estas foram aplicadas em até 0,5 %.

5.11 – FATIABILIDADE

Devido a grande parte dos presuntos serem fatiados nos pontos de venda, foi realizada a avaliação dos presuntos desenvolvidos com a finalidade de observar os efeitos da adição de amido modificado, colágeno hidrolisado e goma guar na fatiabilidade dos presuntos.

Houve diferenças significativas ($p < 0,05$) para as amostras de presunto cozido de peru analisadas (Tabela 35). A amostra que apresentou melhor índice de fatiabilidade foi a F6 (88,33 %) enquanto que a amostra F7 apresentou apenas 39,67 %.

Apenas 46,15 % das amostras avaliadas enquadraram-se no mínimo de fatiabilidade de 77 % sugerida por Mittal; Usborne (1986).

As amostras elaboradas apenas com colágeno hidrolisado apresentaram perdas no fatiamento e a presença de gel externamente prejudicou o aspecto visual do produto devido a permanência deste gel nas fatias (Figura 54). As formulações com goma guar no nível máximo também apresentaram gel, porém com menor viscosidade.

TABELA 35 – Avaliação da fatiabilidade das amostras.

Experimentos	Fatiabilidade (%)	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	60,00 ^b	2,65
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	70,33 ^c	1,53
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	42,00 ^a	1,00
F4 - 0,3% de guar	71,00 ^{cd}	1,73
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	75,00 ^{cde}	7,00
F6 - 2% de amido	88,33 ^f	3,06
F7 - 2% de colágeno	39,67 ^a	0,58
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	76,67 ^{cde}	2,08
F9 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	82,67 ^{ef}	2,08
F10 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	80,33 ^{def}	2,52
F11 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	81,67 ^{ef}	3,06
F12 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	83,33 ^{ef}	6,11
F13 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	79,33 ^{cdef}	1,53

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referente a determinação e triplicata com 10 amostras cada.

Na Tabela 36 pode-se observar os efeitos das variáveis de entrada amido modificado, colágeno hidrolisado e goma guar na variável de resposta porcentagem de fatiabilidade. Todas as variáveis estudadas apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) apresentaram efeito significativo na fatiabilidade.



FIGURA 54 – Presença de exsudado gelatinoso

TABELA 36 – Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Fatiabilidade (%).

	Efeitos	Desvio Padrão	p
Média/Interação	71,564	0,456	0,000*
(1) Colágeno	-22,417	1,161	0,000*
(2) Amido	16,083	1,161	0,000*
(3) Guar	-9,083	1,161	0,001*
1X2	10,583	1,161	0,001*
1X3	2,750	1,161	0,077
2X3	-7,417	1,161	0,003*
1X2X3	-1,250	1,161	0,343

* Significância de 95 %.

A Tabela 37 apresenta a ANOVA para a resposta % de fatiabilidade. O teste-F assegurou a validade do modelo. Assim, utilizando este modelo para construção da superfícies de resposta permite-se a visualização da % de fatiabilidade em função dos ingredientes testados.

TABELA 37 – Análise de Variância (ANOVA) para a resposta Fatiabilidade (%).

Fonte de variação	Soma quadrática	GL	Média quadrática	F calculado
Regressão	2818,147	6	469,69	97,00
Resíduo	29,050	6	4,843	
Falta de ajuste	18,250	2	9,126	3,380
Erro puro	10,800	4	2,700	
Total	2847,197	12		

O valor de F encontrado é 22 vezes maior que o F tabelado (4,28) e o valor de F calculado para a Falta de Ajuste é 2 vezes menor que o F tabelado, portanto o modelo encontrado para a resposta % de fatiabilidade foi preditivo e significativo, tornando adequada a sua utilização.

Assim, o modelo (**Equação 4**) foi utilizado na construção das superfícies de resposta, permitindo a visualização do comportamento da % de perdas por reaquecimento dos presuntos desenvolvidos em função das variáveis significantes.

Equação (4)

% Fatiabilidade: $81,467 - 11,208C - 16,092C^2 + 8,042A - 4,542G + 5,292CA - 3,708AG$

Coefficiente de correlação $R^2 = 98\%$

As Figuras 55, 56 e 57 representam as superfícies de resposta que correlacionam as variáveis independentes amido modificado, goma guar e colágeno hidrolisado, com a variável independente % de fatiabilidade facilitando a visualização da faixa ótima.

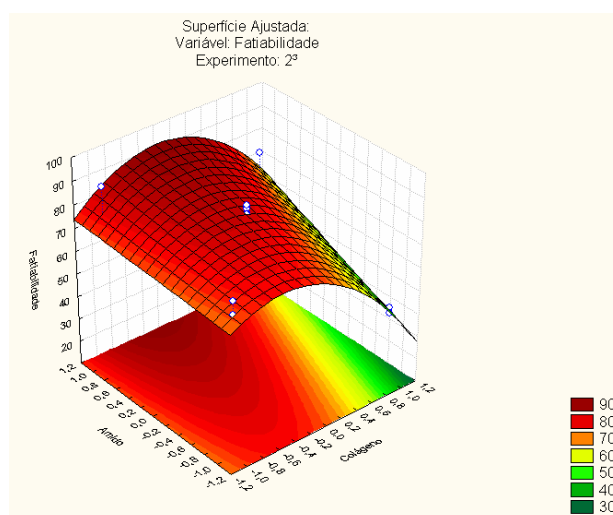


Figura 55 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Fatiabilidade (%), em função das variáveis colágeno hidrolisado (%) e amido modificado (%). Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statistica® 5.0 (STATSOFT, INC).

Observa-se na superfície de resposta (Figura 55) que as maiores concentrações de amido e menores concentrações de colágeno hidrolisado maior é a % de fatiabilidade.

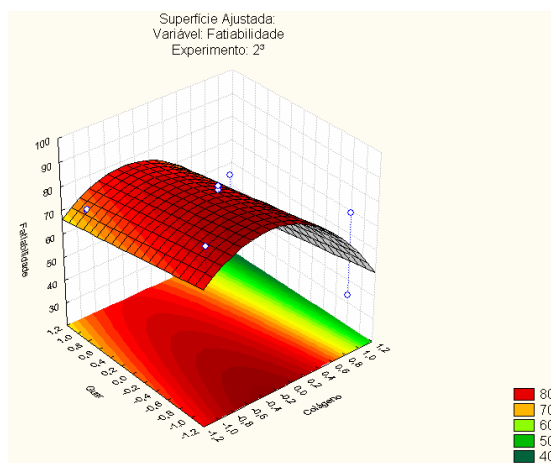


Figura 56 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Fatiabilidade (%), em função das variáveis colágeno hidrolisado (%) e goma guar (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statística[®] 5.0 (STATSOFT, INC).

Através da interpretação da superfície de resposta (Figura 56) pode-se observar que nas maiores concentrações goma guar e menores concentrações de colágeno hidrolisado maior é a % de fatiabilidade dos presuntos.

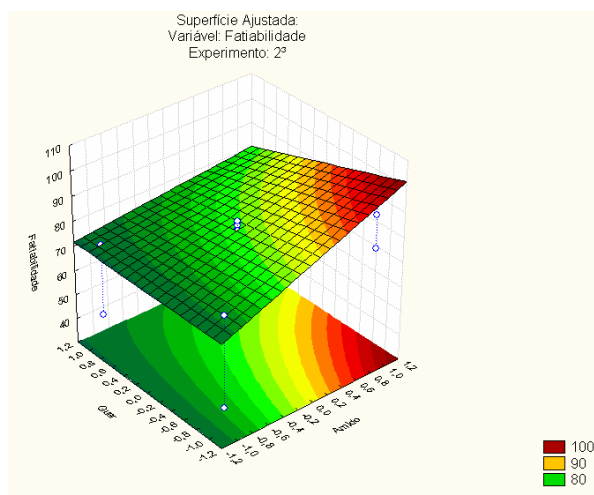


Figura 57 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Fatiabilidade (%), em função das variáveis goma guar (%) e amido modificado (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statística[®] 5.0 (STATSOFT, INC).

Analisando a superfície de resposta (Figura 57) pode-se observar que nas maiores concentrações goma guar e amido modificado maior é a % de fatiabilidade dos presuntos.

Avaliando-se as superfícies de resposta verifica-se que a zona de ótimo para fatiabilidade encontra-se na maior concentração de amido modificado e menores para colágeno hidrolisado e goma guar.

Na Tabela 38 pode-se observar a correlação entre a umidade, compressão, força de cisalhamento e fatiabilidade com as variáveis independentes estudadas (colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar).

Há correlação do colágeno hidrolisado com a umidade, compressão, força de cisalhamento e fatiabilidade. Relacionando com os resultados obtidos nos experimentos pode-se dizer que o colágeno reduz a umidade do produto, reduz a força necessária para compressão e cisalhamento (produto mais macio) e piora a fatiabilidade.

O amido modificado não apresentou correlação com umidade, mas apresentou correlação com compressão, força de cisalhamento e fatiabilidade. Sendo que o amido reduz a força necessária para compressão e cisalhamento (produto mais macio) e aumenta a fatiabilidade do presunto.

Já a goma guar apresentou correlação com umidade, compressão, força de cisalhamento e fatiabilidade. A goma guar tende a reduzir a umidade do produto, reduzir fortemente a força de cisalhamento e compressão (produto mais macio) como foi observado nos resultados, no entanto reduz a fatiabilidade, não tanto quanto o colágeno hidrolisado.

TABELA 38 – Correlação da Umidade, Compressão, Cisalhamento e Fatiabilidade com as variáveis independentes colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar.

Variáveis	Coeficiente de Correlação*			
	Umidade	Compressão	Cisalhamento	Fatiabilidade
Colágeno Hidrolisado	-0,87*	-0,45*	-0,31*	-0,59*
Amido Modificado	0,01	-0,25*	-0,26*	0,43*
Goma Guar	-0,15*	-0,74*	-0,53*	-0,24*

*p<0,05

5.12 – ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

A análise microbiológica (Tabela 39) revelou que as amostras apresentaram condições próprias para consumo conforme a RDC 12 (BRASIL, 2001) o que permitiu a posterior realização da análise sensorial.

TABELA 39 – Resultados da análise microbiológica dos presuntos cozidos de peru.

Análises	Amostras (UFC/g)	Padrões (UFC/g)
Coliformes Totais	<100	<10 ³
Staphylococcus coagulase positiva	<100	<5 x 10 ³
Salmonella sp./25g	Ausente	Ausente

5.13 – ANÁLISE SENSORIAL

5.13.1 - Escala Hedônica

Através dos resultados da Escala Hedônica (Figura 58) foram escolhidas as melhores formulações para dar seqüência à avaliação sensorial. As formulações escolhidas foram: F4, F6, F8 e F9, com as seguintes médias de notas respectivamente: 6,30, 6,80, 6,55 e 6,40 o que corresponde na escala a gostei ligeiramente a gostei moderadamente. A formulação F7 foi a mais rejeitada pelos provadores com média 2,7 (desgostei muito a desgostei moderadamente).

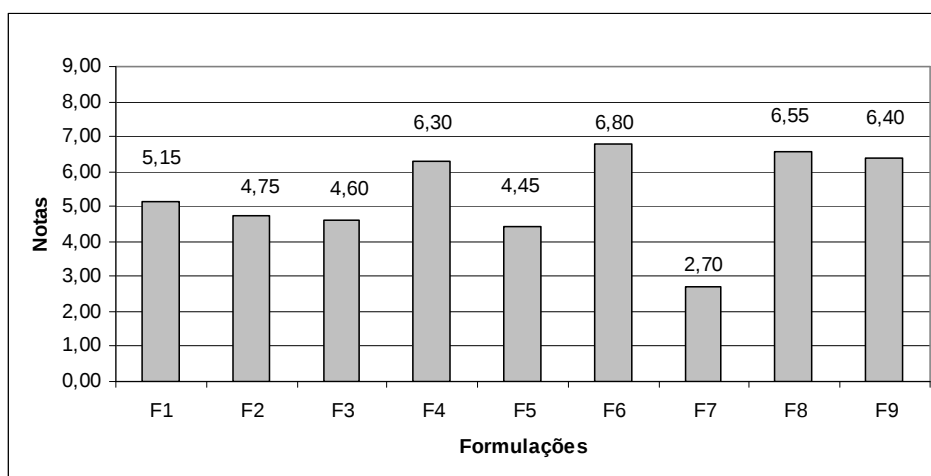


Figura 58 – Resultados da Escala Hedônica de presunto cozido de peru: (9) Gostei extremamente; (8) Gostei muito; (7) Gostei moderadamente; (6) Gostei ligeiramente; (5) Indiferente; (4) Desgostei ligeiramente; (3) Desgostei moderadamente; (2) Desgostei muito; (1) Desgostei extremamente.

Nas formulações que continham colágeno em níveis maiores que 1 % foi observada a presença de exsudado gelatinoso prejudicando sensorialmente estes presuntos. A formulação F6 foi a que obteve melhor nota (6,8). Estes resultados conferem com os resultados obtidos por Pedroso (2006) onde amostras de presunto cozido de peru adicionadas de amido e carragena obtiveram médias entre 6 e 7.

5.13.2 – Comparação com presunto cozido de peru produzido comercialmente

As médias do teste de comparação múltipla obtidas para as amostras selecionadas encontram-se na Tabela 40. Pode-se observar que as médias com mesmas letras na vertical não diferem significativamente ($p>0,05$).

TABELA 40 – Resultado do Teste de Comparação Múltipla de presunto cozido de peru.

Amostras	Comparação	Grau de Diferença
Padrão	1,75 ^a	2,63 ^a
F4	2,21 ^a	3,20 ^a
F6	1,95 ^a	3,45 ^a
F8	1,90 ^a	2,82 ^a
F9	2,25 ^a	2,50 ^a

As amostras foram consideradas iguais ao padrão (amostra comercial) mostrando que a adição dos ingredientes testados não apresentou efeito significativo na textura dos presuntos. Quando os provadores foram questionados sobre o grau de diferença das amostras a média obtida na escala foi 3, indicando diferença regular entre as amostras. As amostras com maior e menor grau de diferença foram respectivamente F6 e F9.

Vale destacar que a formulação F4 (adicionada apenas goma guar) foi uma das formulações escolhidas pelos provadores revelando o potencial deste ingrediente em produtos cárneos.

5.3.3 – Perfil de Características

Os resultados obtidos para o teste de Perfil de Características podem ser visualizados na Tabela 41.

TABELA 41 – Resultados do teste de Perfil de Características para presunto cozido de peru.

Formulações	Textura	Sabor	Odor	Cor	Aparência
F4	3,47 ^{bcd}	3,60 ^d	3,40 ^a	3,20 ^{bc}	3,20 ^{cd}
F6	4,13 ^d	4,27 ^{ab}	3,73 ^a	4,00 ^{abc}	4,27 ^{bc}
F8	2,13 ^a	2,40 ^{ab}	2,87 ^a	3,67 ^{ab}	3,53 ^{ab}
F9 (Ponto Central)	3,27 ^{abcd}	3,80 ^{bc}	3,73 ^a	4,00 ^{abc}	3,60 ^{bc}

De acordo com a Tabela 41 as médias com mesmas letras na vertical não diferem significativamente ($p>0,05$). Houve diferença significativa ($p<0,05$) entre as formulações (F4, F6, F8 e F9) em relação à textura, sabor, cor e aparência e não houve diferença significativa ($p>0,05$) para o odor.

Na Figura 59 pode-se observar que a formulação F6 (elaborada com 2 % de amido modificado) foi considerada a melhor onde pode ser observado as maiores notas em todos os atributos avaliados. F8 apresentou pior classificação com relação à textura, considerada pelos provadores como a amostra mais dura e seca, evidenciando a importância dos ingredientes adicionados (goma guar, amido e colágeno) para obtenção de maior suculência e maciez dos presuntos elaborados.

Para a formulação F9 (Ponto Central) os resultados foram regulares, muitos julgadores a consideraram o aspecto e características similares a de produto tipo apresuntado.

Prabhu; Doerscher (2003) não observaram diferença significativa na textura de presunto suíno adicionado de colágeno na proporção de 0,5 a 3,5 %, porém verificaram alteração na cor e diferença na análise sensorial para níveis maiores que 2 %.

Daigle et al. (2005) realizaram análise sensorial em produtos cárneos fabricados com carne PSE de peru e adição de hidrocolóides como carragena,

colágeno e proteína de soja e não detectaram diferenças sensoriais ($P>0,05$) entre os tratamentos com 0,3 % de carragena, 1,5 % de colágeno e 1,5 % de amido.

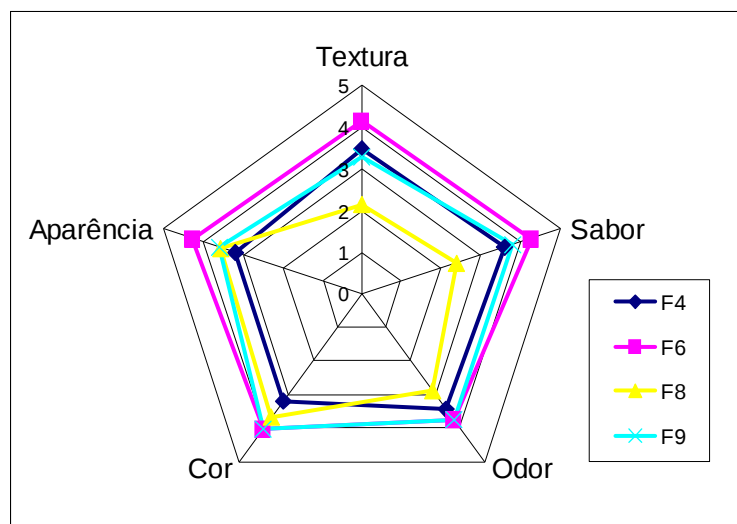


Figura 59 – Perfil de Característica para as formulações de presunto cozido de peru.

6 CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que a adição de amido modificado, goma guar e colágeno hidrolisado alteraram a composição centesimal, características físicas e qualidade do produto final.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras no teor de sal, lipídios, amido (naquelas formulações em que este ingrediente foi adicionado) e umidade.

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para as análises de nitrito, nitrato, proteína, cinzas, pH e A_w . Algumas formulações não atenderam o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) devido o teor de proteínas ter ficado abaixo do mínimo de 14 % e/ou relação umidade:proteína acima de 5,35.

A adição dos ingredientes testados alterou a CRA do produto final e isto refletiu também nas propriedades de resistência ao corte (força de cisalhamento) e compressão dos presuntos. Houve efeitos individuais para os três ingredientes testados e de interação entre eles.

Em relação as perdas, as formulações que continham amido modificado e naquela em que foi adicionado apenas este ingrediente os resultados foram inferiores para perdas por resfriamento, congelamento-descongelamento, reaquecimento e sinérese.

As perdas por resfriamento variaram de 0,32 a 3,43 %. Houve efeito significativo para os ingredientes amido e colágeno, porém não foi observado efeitos de interação.

Com relação as perdas por congelamento seguido de descongelamento das amostras submetidas a 1, 2 e 3 ciclos, as perdas foram: 4 a 10,18 %; 3,42 a 13,99 % e 3,21 a 14 % respectivamente. As melhores condições (menores perdas) foram observadas nas maiores concentrações de amido e guar e menores de colágeno hidrolisado.

No que se refere as perdas por reaquecimento, os resultados variaram de 12,90 % a 26,41 %. Houve diferenças significativas entre as amostras ($p < 0,05$) e a goma guar efeito individual e apenas a interação guar e colágeno hidrolisado foi significativa. As melhores condições foram obtidas nas maiores concentrações de amido e menores de goma guar e colágeno.

A goma guar apresentou baixa resistência ao reaquecimento, no entanto, os

resultados para perdas por resfriamento foram melhores. Além disso, a formulação adicionada de 0,30 % de guar (F4) sem a adição de nenhum outro ingrediente foi uma das formulações escolhidas pelos provadores.

Para as medidas físicas de compressão e cisalhamento houve diferença significativa entre as amostras, porém os efeitos foram significativos apenas para a variável guar e não ocorreram efeitos de interação.

Na avaliação de liberação de líquido (sinérese) as amostras apresentaram perdas em torno de 1,04 a 5,13 %, houve efeito para as variáveis colágeno hidrolisado e amido, e os resultados mostraram que em maiores concentrações de amido menores são as perdas.

Por fim, a análise de fatiabilidade mostrou que 46,15 % das formulações apresentaram comportamento adequado ao mínimo sugerido de 77 %. Houve variação desde 39,67 até 88,33 % de fatiabilidade. Através da superfície de resposta verificou-se que a região de máximo para fatiabilidade encontra-se em maiores concentrações de amido modificado e menores concentrações de guar e colágeno.

Os produtos desenvolvidos foram considerados iguais ao produto comercial em relação à textura ($p < 0,05$). Na avaliação global da qualidade a formulação F6 (2 % amido modificado) foi a que obteve melhor aceitabilidade por parte dos provadores.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Toda a matéria-prima utilizada para elaboração dos presuntos foi congelada e posteriormente descongelada, isso representou uma dificuldade devido a menor CRA quando comparada com a carne fresca, no entanto, os presuntos desenvolvidos apresentaram aspecto adequado.

É importante salientar que as formulações não foram adicionadas de proteína de soja e carragena, apesar de serem ingredientes comumente utilizados em produtos de presuntaria. Além disso, uma das propostas deste trabalho era justamente buscar ingredientes alternativos para a substituição destes, devido à formação de exsudado gelatinoso que prejudica a aparência e a aceitação do produto.

O colágeno hidrolisado testado apresentou resultados insatisfatórios para perdas e os presuntos tiveram baixa aceitação devido a formação de gel. Com base nisso sugerem-se novas pesquisas utilizando a associação de colágeno nativo (fibra) e colágeno hidrolisado (pó) para melhorar o desempenho deste ingrediente.

Pelo motivo de grande interesse comercial na área de amidos modificados, a empresa que cedeu as amostras não forneceu a informação referente ao tipo de processo de modificação que passou o amido testado.

Não foram realizados os experimentos para encontrar a região de máximo, o que poderia ser encontrada através da construção do planejamento estrela, devido à baixa disponibilidade de insumos (ingredientes testados, matéria-prima e disponibilidade de equipamentos), pois para o experimento foram necessários aproximadamente 200 kg de matéria-prima e todos os ingredientes foram gentilmente cedidos pelas empresas além da disponibilidade da estrutura física para realização dos experimentos.

A formulação que obteve os melhores resultados F6 (2 % de amido modificado) apresenta um custo superior ao de uma salmoura elaborada sem amido, no entanto há outros aspectos a serem levados em conta além do custo da salmoura, tais como redução de peças fora do padrão e melhoria na resistência destes presuntos aos processos como reaquecimento e congelamento.

Além disso, os amidos modificados de maneira geral são utilizados em produtos mais caros e sofisticados, enquanto que em embutidos cárneos a maioria

utiliza amidos nativos. Produtos como presuntos têm um valor agregado superior e o consumidor busca outros atributos no produto além do custo o que poderia compensar a utilização de amido modificado em sua elaboração.

O amido modificado apresentou os melhores resultados (F6) tanto para as análises físicas quanto na avaliação sensorial. Parece-nos adequado propor a permissão legal de amido em presunto ou a criação de uma nova classe de produto na qual seja permitida a utilização deste, visto que as formulações que o continham alcançaram os melhores resultados.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14141**: escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 1998.

ARIMA, H. K. **Curso sobre qualidade e processamento de presunto cozido e apressuntado**. Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) – Centro de Tecnologia de Carnes (CTC), Campinas, 1995, 120p.

ALMEIDA, R.B.; BESERRA, F.J.; AZEREDO, H.M.C. FERREIRA, J.C.G.; BITU, L.A.; MONTE, F.B.R. Uso de colágeno solubilizado como substituto de gordura em emulsão cárnea. XX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2006, 1CD-ROM.

BARBUT, SHAI. **Poultry Products Processing: An Industry Guide**. CRC Press, 2002, 548p.

BARRERA, A.M.; RAMÍREZ, J.A.; GONZÁLEZ-CABRIALES, J.J; VÁZQUEZ, M. Effect of pectins on the gelling properties of surimi from silver carp. **Food Hydrocolloids**, v.16, p.441-447, 2002.

BARROS NETO, B. **Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**, Campinas: Editora da Unicamp, 2003, 401p.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998, 318p.

BARRINGER, S.A.; ABU-ALI, J., CHUNG, H. Electrostatic powder coating of sodium erythorbate and GDL to improve color and decrease microbial counts on meat. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.6, p.189-193, 2005.

BEDENDI, R.F. **Estudo da estabilidade de presunto cozido fatiado em atmosfera modificada**. 2003, 123f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de

Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2003.

BOBBIO, F.O. **Introdução à Química de alimentos**. Campinas: Varela, 1985, 230p.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do Processamento de Alimentos**. São Paulo: Varela, 2001, 142p.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresuntado, de Fiambre, de Hambúrguer, de Quibe, de Presunto Cozido**. Diário Oficial, Brasília, nº419. seção 1, p.7-12, 2000.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº12**, de 2 de Janeiro de 2002. Diário Oficial. Brasília, p.68, 2001.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Métodos Físico-Químicos para Análises de Alimentos, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília, Ministério da Saúde, 2005, 1018p.

BRASIL, Vigilância Sanitária. **Portaria nº1004 de 11 de dezembro de 1998**. Atribuição de função dos aditivos e seus limites máximos de uso para a Categoria – Carnes e Produtos Cárneos. [s.1:s.n], 1998.

CAI, W.; XUE, Z. Property and application of complex gel of xanthan end gum xanthan and k-carrageenan to ham. **Shipin Gongye Kgi**, v.21, n.3, p.15-18, 2000.

CAMARGO, R.; FONSECA, H.; PRADO FILHO, L.G.; ANDRADE, M.O.; CANTARELLI, P.R.; OLIVEIRA, A.J.; GRANER, M.; CARUSO, J.G.B; NOGUEIRA, J.N.; LIMA, U.A.; MOREIRA, L.S. **Tecnologia dos produtos agropecuários – Alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984, 295p.

CASIRAGHI, E.; ALAMPRESE, C.; POMPEI, C. Cooked ham classification on the basis of brine injection level and pork breeding country. **LWT – Food Science and Technology**, v.40, p.164-169, 2007.

CASSENS, R.G. Use of sodium nitrite in cured meats today. **Food Technology**, v.49, p.72-79, 1995.

CASSIDY, R.D.; OCKERMAN, H.W.; KROL, B. Effect of tumbling method, phosphate level and final cook temperature on histological characteristics of tumbled porcine muscle tissue. **Journal of Food Science**, v.43, p.1514-1518, 1978.

Catálogo Metalquimia, 2006.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas: Unicamp, 1999, 212p.

CHENG, J.; WANG, S.; OCKERMAN, H.W. Lipid oxidation and color change of salted pork patties. **Meat Science**, v.75, p.71-77, 2007.

CUI, S.W. (ed.) **Food Carbohydrates:Chemistry, Physical Properties and Applications**, Boca Raton : CRC, 2005, 418p.

DAAS, P.J.H.; SCHOLS, H.A.; JONGH, H.H.J. On the galactosyl distribution of commercial galactomannans. **Carbohydrate Research**, v.329, p.609-619, 2000.

DELAHUNTY, C.M.; MCCORD, A.; O'NEILL, E.E.; MORRISSEY, P.A. Sensory characterization of cooked hams by untrained consumers using free-choice profiling. **Food Quality and Preference**, v.8, n.5/6, p.381-386, 1997.

DINEEN, N.M.; KERRY, J.P.; LYNCH, P.B.; BUCKLEY, D.J.; MORISSEY, P.A.; ARENDT, E.K. Reduced nitrite levels and dietary α -tocopheryl acetate supplementation, effects on the colours and oxidative stability of cooked hams. **Meat Science**, v.55, p.475-482, 2000.

DUTCOSKY, Silvia Deboni. **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996, 123p.

DZEUDIE, T.; OKUBANJO, A. Effects of rigor state and tumbling time on quality of goat hams. **Journal of Food Engineering**, v.42, p.103-107, 1999.

ESTELLER, M.S.; PITOMBO, R.N.M.; LANNES, S.C.S. Effect of freeze-dried gluten addition on texture of hamburguers buns. **Journal of Cereal Science**, v.41, p.19-21, 2005.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1993, 1095p.

FERREIRA, M.M.C.; MORGANO, M.A.; QUEIROZ, S.C.N.; MANTOVANI, D.M.B. Reationship of the minerals and fatty acid contents in processed turkey meat products. **Food Chemistry**, v.69, p259-265, 2000.

FRANCISCHETTI, G.; ORTELAN, C.B.; CONTRERAS-CASTILHO, C.J.C; GALLO, C.R., CAVENAGHI, A., MONTENEGRO, L.C., PUGA, D.E. Caracterização e vida-útil do músculo *biceps femoris* (coxão duro) submetidos à marinação com pó de colágeno, fibra de trigo e proteína isolada de soja. IV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes. 2007, **Anais...**,Campinas, p.378 – 380, 2007.

FRANCO, C.M.L.; DAIUTO, E.R.; DEMIATE, I.M.; CARVALHO, L.J.C.B.; LEONEL, M.; CEREDA, M.P.; VILPOUX, O.F.; SARMENTO, S.B.S. Propriedades Gerais do Amido, São Paulo: Fundação Cargill, 2001, 224p.

FOEGEDING, E.A.; RAMSEY, S.R. Effect of gums on low fat meat batters. **Journal of Food Science**, v.51, p.33-36, 1986.

GANTER, J.L.M.S.; CARDOSO, A.T.M.; KAMINSKI, M.; REICHER, F. Galactomannan from the seeds of Mimosa scabrella: a scale-up process. **Biological Macromolecules**, v.21, p.137-140, 1997.

GARCIA-CRUZ, C.H.; SCAMPARINI, A.R.; HOFFMANN, F.L.; Elaboração de Salsichas utilizando goma guar e goma xantana em substituição ao amido de mandioca (*Maniot esculenta*). **Alimentos e Nutrição**, v.7, p.25-35, 1996.

GAVA, A. **Princípios de Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984, 103p.

GILLET, T.A.; CASSIDY, R.D.; SIMON, S. Effect continuous massaging on bind, yield, and color of hams. **Journal of Food Science**, v.46, p.1681-1683, 1981.

GUERREIRO, L.; GOU, P.; ARNAU, J. **Avanços em Análise Sensorial**. São Paulo: Varela, 1999, 286p.

HACHMEISTER, K.A.; HERALD, T.J. Thermal and rheological properties and textural attributes of reduced-fat turkey batters. **Poultry Science**, v.77, p.632-638, 1998.

HONKAVAARA, M. Influence of PSE pork on the quality and economics of cooked, cured ham and fermented dry sausage manufacture. **Meat Science**, v.24, p.201-207, 1998.

HSU, S.Y.; SUN, L. Comparisons on 10 non-meat protein fat substitutes for low-fat Kung-wans. **Journal of Food Engineering**, v.74, p.47-53, 2006.

JAMAS, E.; BOMBO, A.J.; SANT'ANA, L.S. Avaliação da Composição Centesimal e Parâmetros de Cor de Presunto de Peixe Elaborado a partir de Surimi de Carpa (*Cyprinus carpio*). XX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2006, 1CD-ROM.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Technologies for developing low-fat meat products. **Trends in Food Science and Technology**, v.7, p.41-48, 1996.

JOBLING, A. New applications for collagenous proteins in meat products. **J.Sci. Food Agric.**, v.35, p.1264, 1984.

JUDGE, M.; ABERLE, E.; FORREST, J. **Principles of meat science**. Iowa: Kendall Hunt Publication, 1989, 351p.

JULAVITTAYANUKUL, O.; BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W. Effect of

phosphate compounds on gel-forming ability of surimi from bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*). **Food Hydrocolloids**, v.20, p.1153-1163, 2006.

KANBE, T.; OSHIBA, K.; FUJITA, T.; AKEHASHI, H. Nutricional analysis of the pressed hams graded according to the JAS. **Seikatsu Eisei**, v.3, n.23, p.43-48, 1979.

KATSARAS, K.; BUDRAS, K. The relationship of the microstructure of cooked ham to its properties and quality. **Lebensm Wiss Technology**, v.26, n.3, p.229-234, 1993.

LACHOWICZ, K.; SOBCZAK, M.; GAJOWIECKI, L.; ZYCH, A. Effects of massaging time on texture, rheological properties, and structure of three pork ham muscles. **Meat Science**, v.63, p.225-233, 2003.

LAWRIE, R.A. **Ciência da Carne**. Porto Alegre: Artmed, 2005, 384p.

LEE, M.H.; BAEK, M.H.; CHA, D.S.; PARK, H.J.; LIM, S.T. Freeze-thaw stabilization of sweet potato starch gel by polysaccharide gums. **Food Hydrocolloids**, v.16, p. 345-352, 2002.

Li, C-T. Myofibrillar protein extracts from spent hen meat to improve whole muscle processed meat. **Meat Science**, v.72, p.581-583, 2006.

LIGUTOM, H.; MESINA, A.; GANJI, V. Use of seed gums in low-fat ground pork: effect on physical and sensory characteristics. **Meat Science**, v.70, n.4, p.691-698, 1999.

MARTINS, F.; WEBER, F.H. Efeito das gomas guar e xantana na estabilidade de géis de amido de milho. XX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2006, 1CD-ROM.

MICHELINI, R.P.; NADAI, A.C.; KAMEI, C.A.K.; SANTANA, J.; YAMADA, E.A, ANDRADE, J.C.; LEMOS, A.L.S.C. Elaboração de hambúrguer bovino com baixo teor de gordura adicionado de colágeno. IV Congresso Brasileiro de Ciência e

Tecnologia de Carnes. 2007, **Anais...**, Campinas, p.378-380, 2007.

MITTAL, G.S.; USBORNE, W.R. Meat emulsion functionality related to fat-protein ratio and selected dairy and cereal products. **Meat Science**, v.18, p.1-21, 2006.

MONTEIRO, E.M.; TERRA, N.N. Processamento do Presunto “Cook-in” de Cordeiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.4, p.721-725, 1999.

MORI, E.M.; YOTSUYANAGI, K.; FERREIRA, V.L.F. Análise sensorial de goiabadas de marcas comerciais. Disponível em: <http://www.scielo.com.br> Acesso em: 16/06/07.

MULLER, W.D. Tecnologia de los productos curados cocidos. **Fleischwirtschaft**, v.1, p.66-70, 1990.

MUNHOZ, M.P.; WEBER, F.H.; CHANG, Y.K. Influência de hirocolóides na textura de gel de amido de milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, p. 403-406, 2004.

NABESHIMA, H.E. Amidos modificados em produtos cárneos de baixo teor de gordura. **Higiene Alimentar**, v.12, n.54, p.36-41, 1998.

NAMPO, A.K.; SOARES, A.L.; MARCHI, D.F.; SHIMOKOMAKI, M. Avaliação do perfil de ácidos graxos em filés de frango. XV EAIC E VI EUEPG, 2006, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa:UEPG, 2006. 1 CD ROM.

NOVAPROM FOOD INGREDIENTS LTDA. **Apostila Pó de Colágeno**, Lins, 2006, 5p.

O'NEILL, D.J.; LYNCH, P.B.; TROY, D.J.; BUCKLEY, D.J.; KERRY, J.P. Effects of PSE on the quality of cooked hams. **Meat Science**, v.64, p.113-118, 2003.

OCKERMAN, H.W.; ORGANISCIK, C.S. Difusion of curing brine in tumbled and non-tumbled porcine muscle tissue. **J. Food Prot.**, v.41, p178-181, 1978.

OFFER, G.; KNIGHT. The structural basis of water-holding in meat: the swelling and shrinking of myofibrils. **Meat Science**, v.8, p.245-281, 1988.

OLIVO, Rubison; SHIMOKOMAKI, Massami. **Carnes: No Caminho da Pesquisa**. Cocal do Sul: Imprint, 2001, 155p.

OLIVEIRA FILHO, J.H. Estudo da viscosidade do amido modificado em diferentes concentrações e na presença de aditivos alimentares. XX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2006, 1CD-ROM.

ORDÓÑEZ, J.A. (coord.) **Tecnologia de Alimentos**, Porto Alegre: Artmed, 2005, 279p.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. Goiânia: UFMG, 1996, v.2, 1109p.

PANEGASSI, V.R.; SERRA, G.E.; BUCKERIDGE, M.S. Potencial tecnológico do galactomanano de sementes de faveiro (*Dimorphandra mollis*) para uso na indústria de alimentos. <http://www.scielo.com.br> , Acesso em: 10/02/07.

PEARSON, A.M.; TAUBER, F.W. Composition and Nutritive Value of Materials and Processed Meats. **AVI Publishing Company**, 1984, 367p.

PEDROSO, R.A. **Avaliação da influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru**. 2006, 74f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

PERISSUTI, G.E.; BRESOLIN, T.M.B.; GANTER, J.L.M.S. Interaction between the galactomannan from Mimosa scabrella and milk proteins. **Food Hydrocolloids**, v.16, p.403-417, 2002.

PIETRASIK, Z.; JARMOLUK, A.; SHAND, P.J. Effect of non-meat proteins on hydration and textural properties of pork meat gels enhanced with microbial transglutaminase. **LWT – Food Science and Technology**, p.34-38, 2006.

PIETRASIK, Z.; SHAND, P.J. The effect of quantity and timing of brine addition on water binding and textural characteristics of cooked beef rolls. **Meat Science**, v.65, p.771-778, 2003.

PRABHU, G.; DOERSCHER, D. Utilizing pork collagen protein in emulsified and whole muscle meat products. In: 49th INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY – 2nd BRAZILIAN CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2003. **Proceedings...** Campinas:CTC-ITAL, 2003. p.413-414.

PRANOTO, Y.; LEE, C.M.; PARK, H.J. Characterizations of fish gelatin films added with gellan and k-carrageenan. **LWT – Food Science and Technology**, 345-349p, 2006.

PUOLANNE, E.J.; RUUSUNEN, M.H.; VAINIONPÄÄ, J.I. Combined effects of NaCl and raw meat pH on Water-holding in cooked sausage with and without added phosphate. **Meat Science**, v.58, p.1-7, 2001.

RAMOS, E.M.; RAMOS, A.L.S.; VIOLIN, L.M.; BISPO, K.C.S.; FONTES, P.R. Influência da deformação e da velocidade de compressão na textura objetiva de produtos curados. In: 49th INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY – 2nd BRAZILIAN CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2003. **Proceedings...** Campinas:CTC-ITAL, 2003. p.423-426.

ROÇA, R.O., SERRANO, A.M.; BONASSI, L.A. A influência da utilização da proteína texturizada de soja nas características sensoriais, químicas e funcionais e de processamento de fiambres de frango. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v.29, n.11, p.1763-1768, 1994.

SAMS, Alan R. **Poultry Meat Processing**. CRC Press, 2001, 333p.

SCHILLING, M.W.; MINK, L.E.; GOCHENOUR, P.S.; MARRIOTT, N.G.; ALVARADO, C.Z. Utilization of pork collagen for functionality improvement of boneless cured ham manufactured from pale, soft, and exudative pork. **Meat Science**, v.65, p.547-553, 2003.

SCHILLING, M.W.; MARRIOTT, N.G.; ACTON, J.C.; ANDERSON-COOK, C., ALVARADO, C.Z., WANG, H. Utilization of response surface modeling to evaluate the effects of non-meat adjuncts and combinations of PSE and RFN pork on water holding capacity and cooked color in the production of boneless cured pork. **Meat Science**, v.66, p.371-381, 2004.

SCHEID, D. Manufacture of cook-in ham. **Fleischwirtschaft**, v.2, p31-34, 1986.

SEIGEL, D.G.; THENO, D.M.; SCHIMDT, G.R. Meat massaging: the effect of salt, phosphates and massaging on the presence of specific skeletal muscle protein in the exudate of a sectioned and formed ham. **J. Food Science**, v.43, p.327-330, 1978.

SHAHIDI, F.; SYNOMIECKI, J. Protein hydrolyzates from seal meat as phosphate alternatives in food processing applications. **Food Chemistry**, v.60, n.1, p.29-32, 1997.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N.N.; FRANCO, B.D.G.M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**, São Paulo: Varela, 2006, 236p.

SILVEIRA, E.T.F. **Curso sobre qualidade e processamento de presunto cozido e apressado**. Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) – Centro de Tecnologia de Carnes (CTC), Campinas, 1995, 120p.

SLAUGHTER, S.L.; ELLIS, P.R.; JACKSON, E.C.; BUTTERWORTH, P.J. The effect of guar galactomannan and water availability during hydrothermal processing on the hydrolysis of starch catalysed by pancreatic α -amilase. **Biochimica et Biophysica**, p.55-63, 2002.

SMITH, D.M. Meat proteins: functional properties in comminuted meat products.

Food Technology, v.41, p.166-171, 1988.

SLOPE, S.; BUDRAS, K.D.; WEBER, H. Electron Microscopy study of tumbled pork and turkey meat produced with or without phosphate. In: 49th INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY – 2nd BRAZILIAN CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2003. **Proceedings...** Campinas:CTC-ITAL, p.389-390, 2003.

SOMBOONPANYANKUL, P.; BARBUT, S.; JANTAWAT, P.; CHINPRAHAST, N. Textural and sensory quality of poultry meat batter containing malva nut gum, salt and phosphate. **LWT – Food Science and Technology**, p.43-47, 2005.

SOSULSKI, F.W. The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats. **Cereal Chemistry**, v.39, n.4, p.344-350, 1962.

SUDHAKAR, V.; SINGHAL, R.S.; KULKARNI, P.R. Starch-galactomannan interactions: functionality and rheological aspects. **Food Chemistry**, v.55, n.3, p.259-264, 1996.

TEIXIDOR, M.X. **Metalquimia**, v.22, 2006, 120p.

TAKAHASHI, G. Ingredientes e suas funções na fabricação de produtos cárneos. **Curso Internacional sobre tecnologia da carne. Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL**, Campinas, 1978.

TERRA, N.N.; TERRA, A.B.; TERRA, L.M. **Defeitos nos Produtos Cárneos: origens e soluções**. São Paulo: Varela, 2004, 88p.

THENNO, D.M.; SIEGEL, D.G.; SCHMIDT, G.R. Meat massaging: effects of salt and phosphates on the ultrastructural composition of cured porcine muscle, **Journal of Food Science**, v.43, p.3327-3330, 1978.

TORLEY, P.J.; D'ARCY, B.R.; TROUT, G.R. The effect of ionic strength, polyphosphates type, pH, cooking temperature and preblending on the functional

properties of normal and pale, soft, exudative (PSE) pork. **Meat Science**, v.55, p.451-462, 2000.

TORNBERG, E. Effects of heat on meat proteins – Implications on Structure and Quality of meat products. **Meat Science**, v.70, p.493-508, 2005.

TROUT, G.R.; SCHMIDT, G.R. Effect of phosphate type and concentration salt level and method of preparation on binding in restructured beef rounds. **Journal of Food Science**, v.49, p.687-694, 1984.

TSAI, S.; UNKLESBAY, N.; UNKLESBAY, K.; CLARKE, A. Water and absorptive properties of restructured beef with five binders of four isothermal temperatures. **LWT – Food Science Technology**, v. 31, p.78-83, 1998.

ÜNAL, S.B.; ERDÖDĞÜ, F.; EKİZ, H.I. Effect of temperature on phosphate diffusion in meats. **Journal of Food Engineering**, v.76, p.119-127, 2006.

USA, **Federal Register**. Use of soy protein concentrate, modified food starch and Carrageenan as binders in certain meat products, v.64, n.99, 1999.

VAN DER BERG, L.; VAN VLIET, T.; VAN DER LINDEN, E.; VAN BOEKEL, M.A.J.S. Serum release: The hidden quality in fracturing composites. **Food Hydrocolloids**, p. 54-58, 2006.

VERBEKEN, D.; NEIRINCK, N.; MEEREN, P.U.D.; DEWETTINCK, K. Influence of k-carrageenan on the thermal gelation of salt-soluble meat proteins. **Meat Science**, v.70, p.161-166, 2005.

XIONG, Y.L. Role of myofibrillar proteins in water-binding in brine-enhanced meats. **Food Research International**, v. 38, p.281-287, 2005.

WANG, S.H.; ROCHA, G. O.; NASCIMENTO, T.; ASCHERI, J.L.R. Absorção de água e propriedades espumantes de farinhas extrusadas de trigo e soja. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, v. 26, n.2, p.475-481, 2006.

WESTPHALEN, A.D.; BRIGGS, J.L.; LONERGAN, S.M. Influence of muscle type on rheological properties of porcine myofibrillar protein during heat induced gelation. **Meat Science**, v.72, p.697-703, 2006.

WIRTH, F. **Tecnología de los embutidos escaldados**. Zaragoza: Acribia, 1992, 237p.

ZIEGLER, G.R.; FOEGEDING, E.A. The gelation of proteins. **Advances in Food Nutrition Research**, v.34, p.203-298, 1990.

ANEXOS**ANÁLISE SENSORIAL DE PRESUNTO COZIDO DE PERU**

NOME:.....DATA:...../...../.....

Conforme escala abaixo, avalie as amostras e atribua nota para as mesmas, segundo sua preferência em relação ao produto.

1 = Desgostei muitíssimo

2 = Desgostei muito

3 = Desgostei regularmente

4 = Desgostei ligeiramente

5 = Indiferente

6 = Gostei ligeiramente

7 = Gostei regularmente

8 = Gostei muito

9 = Gostei muitíssimo

Amostra:

Comentário:.....

Amostra:

Comentário:.....

Amostra:

Comentário:.....

ANÁLISE SENSORIAL DE PRESUNTO COZIDO DE PERU

NOME:.....DATA:...../...../.....

Você irá receber uma amostra padrão marcada com “P” e 4 amostras codificadas. Compare cada amostra com o padrão e identifique se ela é melhor, igual ou pior que o padrão em relação à TEXTURA.

Em seguida, assinale o grau de diferença de acordo com a escala:

PARÂMETROS				
Melhor que o padrão				
Igual ao padrão				
Pior que o padrão				
GRAU DE DIFERENÇA				
Nenhum				
Ligeiro				
Regular				
Muito				
Extremo				

Comentários:.....

.....

.....

.....

PERFIL DE CARACTERÍSTICAS PRESUNTO COZIDO DE PERU

NOME:.....DATA:...../...../.....

Prove as amostras, lavando as papilas entre uma amostra e outra, coma biscoito de água e sal e espere um tempo de 30 segundos até a próxima avaliação. Atribua notas de 1 a 5 para cada característica avaliada conforme escala abaixo:

1 = Péssimo

2 = Regular

3 = Bom

4 = Muito bom

5 = Excelente

AMOSTRAS	Aparência	Cor	Odor	Sabor	Textura

Comentários:.....

.....

.....

.....

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu*

Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos

ROSA CRISTINA PRESTES

AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE COLÁGENO HIDROLISADO, AMIDO MODIFICADO E
GOMA GUAR EM PRESUNTO COZIDO DE PERU

PONTA GROSSA
2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu*

Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos

ROSA CRISTINA PRESTES

AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE COLÁGENO HIDROLISADO, AMIDO MODIFICADO E
GOMA GUAR EM PRESUNTO COZIDO DE PERU

Dissertação apresentada como requisito para a
obtenção do grau de Mestre em Ciência e
Tecnologia de Alimentos, no Programa de Pós-
Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos
da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Dr. Ivo Mottin Demiate

Co-orientadora: Dra. Eliana Beleski B. Carneiro

PONTA GROSSA
2008

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Processos Técnicos BICEN/UEPG

P936a Prestes, Rosa Cristina
Avaliação da adição de colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar em presunto cozido de peru / Rosa Cristina Prestes. Ponta Grossa, 2008.
133f.
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) , Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Orientador : Prof. Dr. Ivo Motin Demiate
Co-orientadora : Profa. Dra. Eliana Beleski B. Carneiro
1. Presunto cozido de peru. 2. Amido modificado.
3. Colágeno hidrolisado. 4. Goma guar. 5. Qualidade I. Demiate, Ivo Motin II. Carneiro, Eliana Beleski B. II. T.

CDD: 641.36

TERMO DE APROVAÇÃO

ROSA CRISTINA PRESTES

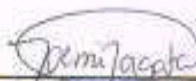
AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE COLÁGENO HIDROLISADO, AMIDO MODIFICADO E GOMA GUAR EM PRESUNTO COZIDO DE PERU*

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte Banca Examinadora:

Ponta Grossa, 28 de Fevereiro de 2008.



Prof. Dr. Ivo Mottin Demiate
UEPG/PR



Profa. Dra. Noemi Nagata
UEPG/PR



Prof. Dr. Nelcindo Nascimento Terra
UFSM/RS

Ponta Grossa
2008

A meus pais,

A meu irmão e irmãs.

AGRADECIMENTOS

A minha família, por me incentivar e acreditar mesmo nas horas mais difíceis!

A minha mãe, por tudo que você faz por mim mesmo distante.

Ao Ivo, pela paciência, dedicação e orientação neste trabalho e por fazer acreditar em mim mesma.

As professoras Eliana, Nelci e Noemi, por toda ajuda, sugestões e orientação.

Ao Sr. Flávio Kaiber, por permitir novamente a interação Universidade e Indústria, pelo incentivo e apoio que servirão para vida toda!

A empresa Perdigão Agroindustrial S/A pelo apoio financeiro e por permitir utilizar toda a estrutura física e fornecimento das matérias-primas para este trabalho.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa pela estrutura física e profissional e por propiciar a interação com a indústria.

A querida amiga Marcela Stahl, pela amizade e apoio nos momentos de decisão.

Ao Engº. Químico Sr. Leonardo W. Voorsluys pela orientação, sugestões e apoio para realização das análises.

Aos meus ex-colegas de trabalho: Juliana, João, Bianca, Altair, Lourival, Farias, Lorinei, Ana e Jerônimo pela ajuda com os horários e pelo apoio!

Em especial ao meu ex-colega Roque por me ensinar o muito que sabe sobre presuntaria e me ajudar com as dúvidas!

A querida professora Deise, pela orientação e apoio com as análises sensoriais.

Ao Ricardinho pelas informações e ajuda nas discussões e resultados.

A todos do CETEC de Videira, pelo agradável período em que trabalhamos juntos!

A Macia Mayumi e Manoel do CTC (ITAL), pelas sugestões e auxílio.

A Sheila pela estadia e ajuda nos testes na UEM em Umuarama.

Ao meu querido amigo Marcelo Cardoso pela ajuda com a análise dos resultados.

Ao pessoal do Laboratório de Alimentos: Denise e Dani pela ajuda com as análises.

A Professora Katiucia, Ligia e Fábio do laboratório de alimentos da UEM em Umuarama (PR) pela ajuda nos testes de cisalhamento e compressão.

As minhas queridas colegas de mestrado pelo companheirismo.

A Cristiane e Roger pela grande ajuda no trabalho.

A Hiandra e Rodicler pela ajuda, compreensão e por terem me recebido super bem!

Aos meus colegas da Aurora, pela acolhida.

A empresa Gelita South América (Maringá-PR) pela doação das amostras de colágeno.

A empresa National Starch (São Paulo-SP) pelo fornecimento das amostras de amido modificado.

A empresa Danisco (São Paulo-SP) pela doação das amostras de goma guar.

Ao meu irmão, pela ajuda e incentivo mesmo nas horas de maior cansaço.

A amiga Kelly Silveira pela ajuda na adaptação em Chapecó e companheirismo.

A todos que de alguma maneira me ajudaram no decorrer deste trabalho.

A Deus, por me dar força e guiar meu caminho.

*“No meio de toda dificuldade,
sempre existe uma oportunidade”.*
Albert Eistein

RESUMO

Os principais problemas observados em presuntos são a má fatiabilidade e a perda excessiva de líquidos após o cozimento (sinérese). Para reduzir estes problemas a indústria utiliza ingredientes não-cárneos (proteínas, polissacarídeos e suas interações), porém segundo a legislação brasileira, não é permitida a adição de amido ou amido modificado. Neste trabalho foram testados três ingredientes, em presunto cozido de peru: amido modificado Firm Tex® (0 a 2%), goma guar Grindsted® Guar 178-B (0 a 0,30%) e colágeno hidrolisado Collagel (0 a 2%), seguindo um delineamento fatorial 2^3 com ponto central. A adição dos ingredientes testados alterou a composição centesimal e as características físicas dos produtos. Não houve diferença significativa para pH e atividade de água (A_w). Os resultados mostraram que, nas formulações com amido modificado, as perdas foram inferiores, indicando a capacidade deste ingrediente em reter água no produto. Parece-nos adequado propor a permissão legal de amido em presunto ou a criação de uma nova classe de produto para a qual se permita a utilização deste ingrediente. A goma guar apresentou baixa resistência ao reaquecimento, no entanto, nas perdas por resfriamento os resultados foram adequados. O colágeno hidrolisado testado não proporcionou resultados satisfatórios, sendo que os produtos apresentaram baixa aceitação devido a formação de gel e perdas superiores aos demais ingredientes testados. Os produtos desenvolvidos foram considerados iguais ao produto comercial em relação à textura ($p < 0,05$). Na avaliação global da qualidade, a formulação F6 (2% amido modificado) foi a que obteve melhor aceitabilidade por parte dos julgadores.

Palavras-chave: Presunto cozido de peru, amido modificado, colágeno hidrolisado, goma guar, qualidade.

ABSTRACT

The main problems observed in cooked hams are bad sliceability and excessive fluids loss after cooking (purge). To reduce these problems the industry uses non-meat ingredients (proteins, polysaccharides and their interactions), but under Brazilian law, it is not allowed to add starch or modified starch in hams. In the present work three ingredients were tested: Firm Tex® modified starch (0 to 2%), Grindsted® Guar 178-B gum guar (0 to 0.30%) and Collagel hydrolyzed collagen (0 to 2%), following a 2³ factorial design with central point. The ingredients addition changed physical characteristics and centesimal composition of the products. There was no significant difference in pH and water activity (A_w). The results showed that for losses (by cooling, freeze-thawing and cooking) the formulations with modified starch presented lower values, indicating the ability of this ingredient to retain water in the product. It seems appropriate to propose the legal permission of starch in ham or the creation of a new class of product in which starch addition would be allowed. The guar gum produced low resistance to cooking however in losses by cooling the results were adequate. The hydrolyzed collagen tested did not give satisfactory results, showing low acceptance due to formation of gel in the ham and losses higher than that of the other ingredients tested. The developed products were considered equal to the commercial product in relation to the texture ($p < 0.05$). In assessing overall quality, the formulation F6 (2% of modified starch) was the one with the best acceptance as detected by the tasters.

Keywords: Turkey ham, modified starch, hydrolyzed collagen, guar gum, quality.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Esquemas: A) estrutura da fibra muscular, B) miofibrila e C) sarcômero.	21
FIGURA 2 - Estrutura molecular do colágeno	31
FIGURA 3 - Estrutura molecular do amido	35
FIGURA 4 - Estrutura molecular das galactomananas	39
FIGURA 5 - Diagrama de fluxo de elaboração de presunto cozido	45
FIGURA 6 - Modelos de agulhas para injeção	46
FIGURA 7 - Modelo de agitador para salmoura	47
FIGURA 8 - Deficiências de injeção	47
FIGURA 9 - Diferença entre tambeamento e massageamento	48
FIGURA 10 - Microfotografias da carne antes e após a injeção e massageamento	49
FIGURA 11 - Microfotografias da carne após o completo massageamento	49
FIGURA 12 - Microfotografias da carne após a cura e depois do cozimento	51
FIGURA 13 - Sinérese em presunto fatiado	54
FIGURA 14 - Sinérese em presunto	54
FIGURA 15 - Amido modificado	57
FIGURA 16 - Colágeno hidrolisado	57
FIGURA 17 - Goma guar	57
FIGURA 18 - Matéria-prima	58
FIGURA 19 - Matéria-prima cortada	58
FIGURA 20 - Preparo da salmoura	58
FIGURA 21 - Adição de salmoura	58
FIGURA 22 - <i>Tumbler</i>	58
FIGURA 23 - Abastecimento da Embutideira	59
FIGURA 24 - Embutimento	59
FIGURA 25 - Fechamento	59

FIGURA 49 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Perdas por 93
Congelamento- Descongelamento Ciclo 3 (%) em função das variáveis amido
modificado (%) e Goma guar (%)

FIGURA 50 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Perdas por 93
Congelamento- Descongelamento Ciclo 3 (%) em função das variáveis amido
modificado (%) e goma guar (%)

FIGURA 51 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Perdas por 97
Reaquecimento (%) em função das variáveis amido modificado (%) e colágeno
hidrolisado (%)

FIGURA 52 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Perdas por 97
Reaquecimento (%) em função das variáveis colágeno hidrolisado (%) e goma guar (%)

FIGURA 53 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Perdas por 98
Reaquecimento (%) em função das variáveis amido modificado (%) e goma guar (%)

FIGURA 54 - Presença de exsudado gelatinoso 106

FIGURA 55 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Fatiabilidade (%) 107
em função das variáveis colágeno hidrolisado (%) e amido modificado (%)

FIGURA 56 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Fatiabilidade (%) 108
em função das variáveis goma guar (%) e amido modificado (%)

FIGURA 57 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Fatiabilidade (%) 108
em função das variáveis amido modificado (%) e goma guar (%)

FIGURA 58 - Resultados da Escala Hedônica de presunto cozido de peru 110

FIGURA 59 - Perfil de Características para as formulações de presunto cozido de peru 113

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Características físico-químicas obrigatórias para presuntos cozidos	28
TABELA 2 - Níveis utilizados no Planejamento Fatorial	61
TABELA 3 - Planejamento Fatorial 2 ³	62
TABELA 4 - Formulações de presuntos cozidos de peru	62
TABELA 5 - Capacidade de Absorção de Água (CAA) dos ingredientes	73
TABELA 6 - Teores de Amido Modificado e Sal das amostras analisadas	74
TABELA 7 - Teores de Nitrato e Nitrito das amostras analisadas	76
TABELA 8 - Teores de Umidade, Proteína e Relação Umidade:Proteína das amostras analisadas	77
TABELA 9 - Teores de Lipídios e Cinzas das amostras analisadas	79
TABELA 10 - Valores de pH encontrados nas amostras	80
TABELA 11 - Capacidade de Retenção de Água (CRA) das amostras analisadas	80
TABELA 12 - Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Capacidade de Retenção de Água (CRA)	81
TABELA 13 - Atividade de Água (Aw) das amostras analisadas	82
TABELA 14 - Perdas por Resfriamento (%) das amostras analisadas	83
TABELA 15 - Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Perdas por Resfriamento (%)	84
TABELA 16 - Perdas por Congelamento (%) das amostras analisadas submetidas ao Ciclo 1	85
TABELA 17 - Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Perdas por Congelamento (Ciclo 1) (%)	85
TABELA 18 - Análise de Variância (ANOVA) para a resposta % de perdas por congelamento (Ciclo 1)	86
TABELA 19 - Perdas por Congelamento (%) das amostras analisadas submetidas ao Ciclo 2	89
TABELA 20 - Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Perdas por Congelamento (Ciclo 2) (%)	90

TABELA 21 - Perdas por Congelamento (%) das amostras analisadas submetidas ao Ciclo 3	90
TABELA 22 - Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Perdas por Congelamento (Ciclo 3) (%)	91
TABELA 23 - Análise de Variância (ANOVA) para a resposta % de perdas por congelamento (Ciclo 3)	91
TABELA 24 - Perdas por Reaquecimento (%) das amostras analisadas submetidas	95
TABELA 25 - Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para resposta Perdas por Reaquecimento (%)	95
TABELA 26 - Análise de Variância (ANOVA) para a resposta % de perdas por reaquecimento	96
TABELA 27 - Força de Cisalhamento e Compressão das amostras analisadas	99
TABELA 28 - Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Força de Cisalhamento (N)	99
TABELA 29 - Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Força de Compressão (N)	100
TABELA 30 - Valores de a^* para as amostras analisadas	101
TABELA 31 - Valores de L^* para as amostras analisadas	102
TABELA 32 - Valores de b^* para as amostras analisadas	102
TABELA 33 - % de Sinérese para as amostras avaliadas	103
TABELA 34 - Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta % de Sinérese	104
TABELA 35 - Avaliação da fatiabilidade das amostras	105
TABELA 36 - Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta % de Fatiabilidade	106
TABELA 37 - Análise de Variância (ANOVA) para a resposta % de Fatiabilidade	106
TABELA 38 - Correlação da Umidade, Compressão, Cisalhamento e Fatiabilidade com as variáveis independentes colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar	109
TABELA 39 - Resultados da Análise Microbiológica dos presuntos cozidos de peru	110
TABELA 40 - Resultados do teste de Comparação Múltipla de presunto cozido de peru	111
TABELA 41 - Resultados do teste de Perfil de Características para presunto cozido de peru	112

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANOVA	Análise de Variância
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
Aw	Atividade de Água
CAA	Capacidade de Absorção de Água
CRA	Capacidade de Retenção de Água
DFD	Dark Firm and Dry (Escura, Firme e Seca)
PIQ	Padrão de Identidade e Qualidade
PSE	Pale Soft and Exsudative (Pálida, Flácida e Exsudativa)
USDA	United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1	COMPOSIÇÃO E PROPRIEDADES FUNCIONAIS DA CARNE.....	21
2.1.1	PROTEÍNAS MIOFIBRILARES.....	22
2.1.2	PROTEÍNAS SARCOPLASMÁTICAS.....	22
2.1.3	PROTEÍNAS ESTROMAIS.....	23
2.1.4	COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CARNE.....	23
2.1.5	CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA) E CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (CAA).....	23
2.1.6	PH.....	24
2.1.6.1	ANOMALIAS PSE E DFD.....	25
2.1.7	GELEIFICAÇÃO, COAGULAÇÃO E DESNATURAÇÃO.....	26
2.2	HISTÓRICO.....	27
2.3	DEFINIÇÃO DE PRESUNTO.....	27
2.4	INGREDIENTES.....	27
2.4.1	ÁGUA.....	28
2.4.2	SAL.....	29
2.4.3	PROTEÍNAS.....	29
2.4.3.1	COLÁGENO.....	30
2.4.4	CARBOIDRATOS.....	33
2.4.4.1	AÇÚCARES.....	33
2.4.4.2	AMIDOS.....	34
2.4.4.2.1	RETROGRADAÇÃO.....	36
2.4.4.2.2	AMIDOS MODIFICADOS.....	37
2.4.4.2.3	AMIDOS EM PRODUTOS CÁRNEOS.....	37
2.4.4.3	GOMAS.....	38
2.4.4.3.1	GOMA GUAR.....	39
2.4.4.3.2	CARRAGENA.....	40
2.4.5	CONDIMENTOS.....	41
2.4.6	ADITIVOS.....	41
2.4.6.1	ANTIOXIDANTES.....	41
2.4.6.2	CONSERVANTES.....	42
2.4.6.2.1	NITRITO E NITRATO DE SÓDIO.....	42
2.4.6.3	ESTABILIZANTES.....	43
2.4.6.3.1	TRIPOLIFOSFATO DE SÓDIO.....	44
2.5	PROCESSAMENTO DE PRESUNTO COZIDO.....	44
2.5.1	SELEÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA.....	45
2.5.2	ADIÇÃO DE SALMOURA	46
2.5.3	TUMBLEAMENTO.....	47
2.5.4	CURA.....	51
2.5.5	EMBALAGEM E ENFORMAGEM.....	51
2.5.6	COZIMENTO.....	52
2.5.7	RESFRIAMENTO.....	53
2.6	ADIÇÃO DE INGREDIENTES PARA RETER UMIDADE E MODIFICAR TEXTURA.....	53
3	OBJETIVOS.....	56

3.1	OBJETIVO GERAL.....	56
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	56
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	57
4.1	MATÉRIA-PRIMA E PROCESSAMENTO.....	57
4.2	PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL.....	61
4.3	FORMULAÇÕES.....	62
4.4	DETERMINAÇÃO DO PH E TEMPERATURA DA MATÉRIA-PRIMA.....	62
4.5	DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (CAA) DOS INGREDIENTES.....	63
4.6	ENSAIOS NO PRODUTO FINAL.....	63
4.6.1	DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	63
4.6.2	DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA).....	63
4.6.3	ATIVIDADE DE ÁGUA (AW).....	64
4.6.4	PERDAS.....	65
4.6.4.1	PERDAS POR RESFRIAMENTO.....	65
4.6.4.2	PERDAS POR CICLOS DE CONGELAMENTO.....	66
4.6.4.3	PERDAS POR REAQUECIMENTO.....	66
4.6.5	MEDIDA DA FORÇA DE CISALHAMENTO E COMPRESSÃO.....	67
4.6.6	COR INSTRUMENTAL.....	67
4.6.7	SINÉRESE.....	69
4.6.8	FATIABILIDADE.....	69
4.6.9	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA.....	70
4.6.10	ANÁLISE SENSORIAL.....	70
4.6.10.1	TESTE DE PREFERÊNCIA.....	70
4.6.10.2	COMPARAÇÃO MÚLTIPLA.....	71
4.6.10.3	PERFIL DE CARACTERÍSTICAS.....	71
4.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	72
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	73
5.1	DETERMINAÇÃO DO PH E TEMPERATURA DA MATÉRIA-PRIMA.....	73
5.2	DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (CAA) DOS INGREDIENTES.....	74
5.3	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	74
5.3.1	DETERMINAÇÃO DE AMIDO E SAL.....	75
5.3.2	DETERMINAÇÃO DE NITRATO (NANO3) E NITRITO (NANO2).....	75
5.3.3	DETERMINAÇÃO DE UMIDADE E PROTEÍNA.....	78
5.3.4	DETERMINAÇÃO DE LIPÍDIOS E CINZAS	79
5.4	DETERMINAÇÃO DO PH.....	80
5.5	DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA).....	82
5.6	ATIVIDADE DE ÁGUA (AW).....	82
5.7	PERDAS.....	82
5.7.1	PERDAS POR RESFRIAMENTO.....	83
5.7.2	PERDAS POR CICLOS DE CONGELAMENTO.....	84
5.7.3	PERDAS POR REAQUECIMENTO.....	94
5.8	FORÇA DE CISALHAMENTO E COMPRESSÃO.....	98
5.9	COR INSTRUMENTAL.....	101
5.10	SINÉRESE.....	104
5.11	FATIABILIDADE.....	104
5.12	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA.....	110
5.13	ANÁLISE SENSORIAL.....	110

5.13.1	ESCALA HEDÔNICA.....	111
5.13.2	COMPARAÇÃO COM PRESUNTO COZIDO DE PERU PRODUZIDO COMERCIALMENTE.....	111
5.13.3	PERFIL DE CARACTERÍSTICAS.....	112
6	CONCLUSÃO.....	114
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	116
	REFERÊNCIAS.....	118
	ANEXOS.....	131

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas enfrentados pela indústria de carnes, no que se refere à produção de presuntos, são os elevados índices de perdas provocados pela quebra das peças e liberação excessiva de líquidos após o cozimento. Comparando presunto suíno com presunto de peru, as perdas são maiores para o presunto de peru, dependendo do tipo de músculo utilizado (coxa e/ou sobrecoxa), ingredientes adicionados e da tecnologia de fabricação. Os dados fornecidos pela indústria mostram que as perdas de líquido após o cozimento chegam a 4% e além das perdas financeiras há aumento do custo de produção do produto.

A indústria utiliza ingredientes não-cárneos tais como proteínas e polissacarídeos buscando melhorar a liga e a retenção de água, sendo que os mais utilizados em presunto são a carragena e a proteína de soja. Porém, sob determinadas condições, a utilização destes ingredientes pode provocar a formação de gel em alguns produtos após o cozimento, resultando em produtos com baixíssima qualidade sensorial, considerados exsudativos e mal ligados.

Visando buscar soluções tecnológicas para evitar este problema estudou-se o efeito do uso de ingredientes alternativos que não modificassem as características sensoriais e contribuíssem para a melhoria da textura do produto. Os ingredientes testados foram: colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar.

O amido já é amplamente utilizado na indústria alimentícia com grande disponibilidade e baixo custo, porém a nível nacional não é permitida a adição de amido em presunto, ao contrário dos Estados Unidos e Japão. A proibição de sua adição resulta das dificuldades de quantificação pelos órgãos de fiscalização o que, inclusive, aumenta os índices de fraudes nos produtos cárneos que utilizam amido em sua composição, tais como apresuntados e mortadelas.

Com o intuito de avaliar a possível elaboração de presunto apenas com a utilização de amido, e se este ingrediente é notado pelo consumidor (avaliação sensorial), foi utilizado amido modificado com elevado teor de amilopectina (maior resistência a retrogradação e maior capacidade de hidratação) na elaboração de presuntos cozidos.

O colágeno hidrolisado apresenta ampla disponibilidade e baixo custo, é comumente utilizado como agente de liga com baixo valor nutricional, sendo interessante sua aplicação principalmente pela capacidade de retenção de água.

Algumas indústrias já utilizam colágeno na forma nativa (fibra) e existem alguns estudos em produtos emulsionados. Em certos países como a Argentina, há proibição da adição de proteína de soja em algumas classes de presuntos e o colágeno é uma opção para produção de presuntos sem a utilização de proteínas vegetais.

A goma guar apresenta boa sinergia com outros hidrocolóides, principalmente amido, o que amplia suas possibilidades de uso industrial, sendo uma alternativa a ser avaliada na produção de presunto.

Neste trabalho utilizou-se um planejamento fatorial 2^3 com ponto central com objetivo de estudar os efeitos individuais e interações entre o colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar na composição centesimal, características físicas e sensoriais de presunto cozido de peru.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 COMPOSIÇÃO E PROPRIEDADES FUNCIONAIS DA CARNE

O tecido muscoesquelético é um componente importante do corpo dos animais e o principal da fração comestível. É formado por feixes de fibras musculares, que são células longas e multinucleadas de comprimento e diâmetro variáveis e recobertos por tecido conjuntivo, composto de colágeno. Existem três tipos de fibras musculares: brancas, vermelhas e intermediárias. Comparada com a branca, a fibra da carne vermelha tem diâmetro menor e alta densidade capilar (JUDGE; ABERLE; FORREST, 1989).

No interior da fibra muscular (Figura 1) encontram-se as miofibrilas que são estruturas contráteis responsáveis pela aparência estriada do músculo esquelético. Por fim, a unidade da estrutura muscular é o sarcômero que é delimitado por duas linhas Z (LAWRIE, 2005).

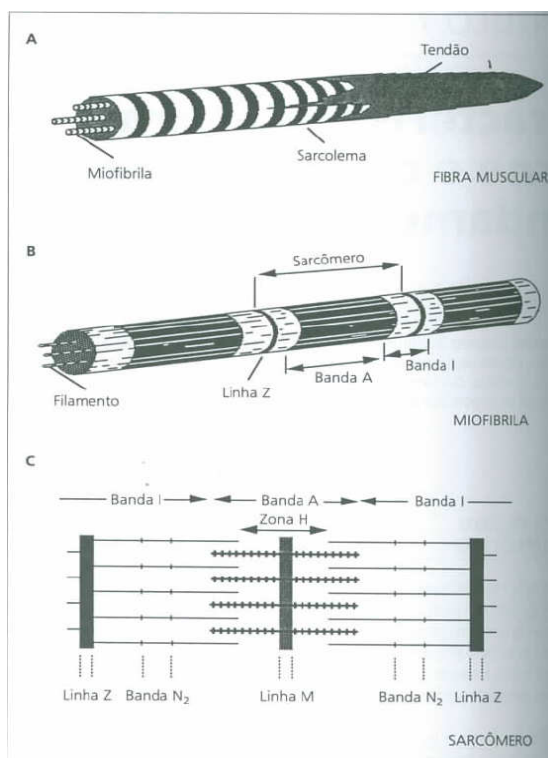


Figura 1 – Esquemas: A) estrutura da fibra muscular, B) miofibrila e C) sarcômero.

FONTE: Ordóñez et al., 2005.

O sarcolema ou membrana da fibra é similar à de outras estruturas celulares e apresenta diversas funções, entre as quais se destacam a compartimentalização das unidades contráteis e a regulação da entrada e saída de determinadas substâncias na fibra muscular (ORDÓÑEZ et al, 2005).

Segundo Verbeken (2005) as proteínas musculares podem ser divididas em três grupos baseados nas características de solubilidade: sarcoplasmáticas (solúveis em água), miofibrilares (solúveis em sal) e estromais (insolúveis).

2.1.1 Proteínas Miofibrilares

As proteínas miofibrilares são as mais abundantes, representando cerca de 60% do total das proteínas musculares. São importantes durante o processamento da carne por produzirem géis tridimensionais quando aquecidas e depois resfriadas, tendo grande influência no rendimento e nas propriedades dos produtos cárneos processados (SMITH, 1988).

Estas proteínas retêm água porque formam um retículo tridimensional de filamentos e esta estrutura permanece mesmo após a homogeneização, sendo que a quantidade de água imobilizada dependerá dos espaços existentes entre os filamentos. Se a fibra muscular estiver contraída o espaço será menor e diminuirá a quantidade de água imobilizada (VERBEKEN et al., 2005).

Destacam-se a actina (principal componente dos filamentos delgados) e miosina (em forma de bastão com duas saliências em uma das extremidades). A união da actina e miosina forma o complexo actomiosina que constitui a maioria das proteínas miofibrilares encontradas na carne. Estas duas proteínas têm ponto isoelétrico de 4,7 e 5,4, respectivamente. Para serem extraídas se faz necessária a utilização de tampões de força iônica média ou alta (LAWRIE, 2005).

2.1.2 Proteínas Sarcoplasmáticas

As proteínas sarcoplasmáticas são solúveis em água ou em tampões de pouca força iônica e representam cerca de 30 a 35% do total das proteínas (ORDÓÑEZ et al., 2005). Pertencem a este grupo as enzimas, mioglobina e hemoglobina.

2.1.3 Proteínas Estromais

As proteínas insolúveis ou do estroma constituem as fibras extracelulares de colágeno, elastina e reticulina que por sua vez, fazem parte do tecido conectivo que recobre as fibras e os feixes musculares (PARDI, 1996).

2.1.4 Composição físico-química da carne

A composição da carne é muito variável dependendo da espécie do animal, raça, sexo, tipo de alimentação, tipo de corte e músculo. Os componentes majoritários da carne são: água (65 a 80%), proteína (16 a 22%), gordura (3 a 13%) e minerais (BARBUT, 2002). Segundo este mesmo autor, as carnes de frango e peru apresentam níveis de gordura inferiores aos das carnes suína e bovina.

A proporção de gordura na parte muscular é um fator importante na produção de presunto, pois a gordura pode provocar a liga inadequada entre os pedaços de carne e perdas na cocção (TEIXIDOR, 2006). Para Theno; Siegel; Schmidt (1978) a gordura entre os músculos tende a reter líquido gerando aspecto esponjoso. Também é importante o aspecto visual do produto que dependerá da região onde será consumido. Nos Estados Unidos, por exemplo, se exige que os produtos sejam completamente isentos de gordura visual, já na Itália e França, o produto apresenta a gordura exterior para dar um aspecto de produto artesanal. A gordura influenciará também na mastigabilidade do produto.

2.1.5 Capacidade de retenção de água (CRA) e Capacidade de Absorção de água (CAA)

A capacidade de retenção de água refere-se à capacidade da carne reter sua própria água durante a aplicação de forças externas, como cortes, aquecimento, trituração e prensagem (JUDGE; ABERLE; FORREST, 1989) e também se refere à capacidade da carne reter total ou parcialmente a água adicionada durante o processamento (ORDÓÑEZ, 2005). Quanto maior a CRA, maior é a suculência das carnes, com aumento de percepção sensorial de maciez.

A capacidade de retenção de água (CRA) e o processo de gelatinização exercem influência sobre a aceitação sensorial dos produtos pelos consumidores

(WESTPHALEN; BRIGGS; LONERGAN, 2006). Muitas propriedades físicas, como a cor, a textura e a firmeza da carne crua, assim como a suculência, a palatabilidade e a dureza quando cozida, dependem em parte da CRA da carne.

A CRA está intimamente relacionada com o pH final devido ao ponto isoelétrico provocado pelo aumento nas cargas da molécula de proteína. Segundo Monteiro; Terra (1999) o valor de pH recomendado para a produção de presunto, que assegura uma boa CRA é acima de 5,8.

Aproximadamente 95% da “água livre” da carne é mantida por interações eletrostáticas e é responsável pelas mudanças na CRA. O restante, 5%, está fortemente ligado na superfície das moléculas de proteína e é pouco influenciado pelas mudanças na estrutura e nas proteínas musculares (TSAI et al., 1998).

A propriedade de reter umidade é economicamente importante para a indústria processadora de carne, pois a perda de umidade afetará negativamente o rendimento e os atributos de qualidade como maciez, textura e *flavor* dos produtos (ORDÓÑEZ et al., 2005).

A Capacidade de Absorção de Água (CAA) é uma propriedade relevante para aplicações em produtos cárneos, pães e bolos. Segundo Wang et al. (2006) altos valores de capacidade de absorção de água são importantes para ajudar a manter a umidade.

2.1.6 pH

O pH do músculo de um animal sadio e devidamente descansado no momento imediatamente anterior ao abate varia de 7 a 7,3. Após o sacrifício do animal, o pH diminui devido à degradação do ATP até chegar ao chamado pH final, entre 5,5 e 5,8 (LAWRIE, 2005).

A velocidade de decréscimo do pH é influenciada por muitos fatores, como a espécie do animal, o tipo de músculo, a temperatura em que ocorre o processo *post-mortem* e fatores de estresse. Nos músculos em que predominam as fibras de contração rápida ou fibras brancas, o pH final atinge valores de 5,5 a 5,8, já nos músculos de contração lenta (principalmente fibras vermelhas) o pH atinge valores entre 6,1 a 6,4 (ORDÓÑEZ et al., 2005).

No momento do abate, o músculo é mole e extensível, mas em poucas horas converte-se em uma estrutura inextensível e relativamente rígida, o que é conhecido

como *rigor mortis* ou rigidez cadavérica. A maturação da carne ou resolução do *rigor mortis* compreende as mudanças posteriores ao desenvolvimento da rigidez cadavérica que determinam o relaxamento lento do músculo provocando amolecimento da carne após 3 a 4 dias de armazenamento em refrigeração (HONKAVAARA, 1998).

2.1.6.1 Anomalias PSE e DFD

PSE (*pale, soft, exudative*) é uma anomalia de qualidade comumente encontrada em suínos, contudo, a sua ocorrência em aves, particularmente em perus, ganhou relevância há apenas alguns anos (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2001).

O que caracteriza o desenvolvimento de PSE é uma glicólise *post-mortem* muito rápida, resfriamento lento ou uma combinação de várias condições que resultam em um músculo com alta temperatura e baixo pH ($\text{pH} < 6,0$) (SHIMOKOMAKI et al., 2006).

Pode-se atingir o pH final em 15 a 20 minutos *post-mortem* quando a temperatura do músculo está próxima de 37°C. A combinação de pH baixo e hipertermia provoca a precipitação das proteínas sarcoplasmáticas (particularmente a miosina) e menor capacidade de retenção de água (OFFER; KNIGHT, 1988).

A miosina determina propriedades funcionais tais como a textura, e sua desnaturação está relacionada a perdas no cozimento e aspecto inadequado do produto. A miosina do músculo PSE difere no tamanho da cadeia, menos espaços entre os filamentos, menor atividade do ATP (OFFER; KNIGHT, 1988) e estas diferenças nas propriedades bioquímicas conseqüentemente afetam a solubilidade.

Carnes PSE apresentam propriedades funcionais comprometidas, como pobre capacidade de retenção de água (CRA), excessiva perda de água no descongelamento e cozimento, palidez excessiva e são consideradas impróprias para o processamento (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2001).

Estas carnes quando utilizadas em presuntos apresentam efeitos no produto final, principalmente na liberação de líquido (sinerese), perdas por cozimento, fatiabilidade, cor, textura, oxidação lipídica e menor rendimento (NAMPO et al., 2006; HONKAVAARA, 1998). Outro fator importante é o impacto econômico referente às perdas de 50%, comparadas com a carne normal.

Nas carnes DFD (*dark, firm, dry*) a queda do pH é muito pouco acentuada

devido à baixa concentração de glicogênio muscular, fazendo com que a combinação pH-temperatura tenha pouca incidência sobre as proteínas sarcoplasmáticas e miofibrilares, dando lugar a carnes mais secas e escuras, reflexo de sua maior capacidade de retenção de água. Devido ao pH elevado estas carnes têm maior susceptibilidade a alterações de origem microbiana (O'NEILL et al., 2003).

2.1.7 Geleificação, Coagulação e Desnaturação

A geleificação, ligação de água e retenção de gordura são as propriedades funcionais mais importantes em produtos cárneos cozidos. A geleificação é definida como uma rede protéica tridimensional que exibe um certo grau de ordem, formada por moléculas desnaturadas ou não. A coagulação apresenta uma rede protéica desordenada, ao acaso, formando coágulos. E por fim a desnaturação é uma mudança conformacional, pela qual a proteína é transformada de um estado ordenado para um estado desordenado, sem ruptura das ligações covalentes (ZIEGLER; FOEGEDING, 1990).

Segundo Smith (1988) a formação de géis requer a desnaturação parcial das proteínas com desdobramento das cadeias polipeptídicas (estado SOL), que depois se associam para formar redes tridimensionais (estado GEL), por meio de pontes de hidrogênio, forças eletrostáticas, de Van der Waals, pontes dissulfeto e interações hidrofóbicas. Essas redes podem reter água e outros componentes do sistema, principalmente gordura (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Entre os parâmetros críticos para formação do gel estão temperatura, força iônica, pH, concentração de sal e natureza da proteína. Os géis mais interessantes são aqueles formados pela miosina, que é a proteína cárnea emulsificante por excelência (LAWRIE, 2005).

A desnaturação da miosina ocorre em pH em torno de 6,0 e temperatura de 45°C. Os géis formados pela miosina surgem como resultado do aparecimento de agregações entre as cabeças e as caudas das moléculas de miosina, adquirindo maior firmeza em presença de concentrações salinas entre 3 a 4 % (SCHEID, 1986).

2.2 HISTÓRICO

Entre os produtos cárneos salgados, o presunto é um dos que é elaborado há mais tempo. Era fabricado na Europa e na China há pelo menos 2.500 anos. Já no século II a.C., Catão descreve o processo de elaboração de presunto que praticamente não se diferencia do que se utiliza hoje na Itália, França, Estados Unidos ou na China (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Em seus primórdios, a elaboração do presunto surge como um meio de conservação cuja finalidade era dispor de um alimento rico em proteínas durante períodos prolongados (WIRTH, 1992). Hoje o presunto cozido constitui cerca de 30% das *delicatessen* na Europa. Os maiores consumidores são a Espanha (GUERREIRO et al., 1999), França e Itália, sendo que neste último país o consumo médio por habitante chega a 4,9 kg por ano (CASIRAGHI; ALAMPRESE; POMPEI, 2007).

Segundo Bedendi (2003) no Brasil o consumo de presuntos tem um mercado exigente, expressivo e a tecnologia utilizada no processo de elaboração é muito diversificada.

2.3 DEFINIÇÃO DE PRESUNTO

Segundo o Padrão de Identidade e Qualidade de Presunto (BRASIL, 2000) define-se como presunto o produto cárneo industrializado obtido dos cortes do membro posterior de suíno, desossado ou não, adicionado de ingredientes e submetido a um processo térmico adequado. Quando o membro posterior utilizado não for de suíno, o produto será denominado de Presunto, seguido do nome da espécie animal de procedência.

2.4 INGREDIENTES

No Brasil os ingredientes obrigatórios na produção de presunto cozido são: carne, sal, nitrito e/ou nitrato de sódio e/ou potássio em forma de salmoura. Os ingredientes considerados opcionais são: proteínas de origem animal e/ou vegetal, açúcares, malto-dextrina, condimentos, aromas, especiarias e aditivos intencionais (BRASIL, 2000).

Para presunto cozido superior ou presunto tenro (obrigatoriamente deve ser submetido à defumação), é proibida a utilização de qualquer proteína que não aquela proveniente da massa muscular do pernil, exceto o caseinato de sódio no limite máximo de 1,0%. Para os outros presuntos cozidos é permitida a adição de proteínas não-cárneas em no máximo 2%. Na Tabela 1 podem ser observadas as características físico-químicas obrigatórias para presuntos cozidos segundo o (PIQ) Padrão de Identidade e Qualidade para Presunto (BRASIL, 2000).

Não é permitida a adição de amido ou amido modificado. Porém, o uso de outros polissacarídeos é permitido segundo a Portaria 1004 de 1998 (BRASIL, 1998), com destaque para: ácido algínico e alginatos, ágar, carragena, goma guar, xantana, jataí, alfarroba e garrofin.

Os ingredientes (sal, fosfatos, gomas, etc.) melhoram a eficiência na retenção de água (funcionalidade), o que influencia diretamente na maciez e na suculência, que são considerados os atributos mais importantes na qualidade da carne fresca e dos produtos cárneos (PARDI, 1996).

TABELA 1 – Características físico-químicas obrigatórias para presuntos cozidos.

Características físico-químicas	Quantidade permitida	Valor (%)
Carboidratos totais	Máximo	2,0%
Relação Umidade:Proteína	Máximo	5,35
Proteína	Mínimo	14%

FONTE: BRASIL (2000).

2.4.1 Água

A função da água é dispersar uniformemente os ingredientes e aditivos na massa cárnea e extrair as proteínas do interior da carne para a superfície, solubilizando-as. Na cocção, as proteínas coagulam e estabelecem a liga entre os pedaços de carne (ou entre os músculos) (SEIGEL; THENO; SCHMIDT, 1978).

Além de influenciar nas propriedades funcional (CRA) e sensorial (suculência), o teor de água tem ação importante no produto cárneo, uma vez que existe uma relação com a atividade de água (TEIXIDOR, 2006).

2.4.2 Sal

Usualmente adicionado a níveis de 2,5 a 3,0 %, o sal é utilizado para preservar e melhorar o *flavor* dos alimentos, participando também do processo de cura da carne e da solubilização das proteínas (OCKERMANN, 1985).

Uma vez que as proteínas sarcoplasmáticas e as miofibrilares são solubilizadas em soluções salinas, o sal tem uma importância fundamental na extração destas proteínas do interior do músculo para a superfície (PUOLANNE; RUUSUNEN, VAINIONPÄÄ, 2001).

Os íons cloreto do NaCl atacam os filamentos das proteínas miofibrilares elevando as cargas negativas, aumentando as forças eletrostáticas repulsivas entre os filamentos, penetrando entre as moléculas de proteína dos filamentos e iniciando um parcial afrouxamento das cadeias polipeptídicas (KATSARAS; BUDRAS, 1993).

O sal induz o inchamento através do aumento do eixo transversal da fibra, porém mantendo constante o eixo longitudinal (LACHOWICZ et al., 2003). Simultaneamente, o aumento das cargas negativas causa a desintegração dos filamentos numa força iônica de 0,8 (sem fosfato) e 0,4 (com fosfato) e a máxima CRA é atingida em pH no valor de 6,0 (PUOLANNE, 2001).

Além de potencializar o sabor, o sal atua desidratando e modificando a pressão osmótica, dificultando o crescimento microbiano e, portanto, limitando a alteração bacteriana. O uso do sal também pode provocar a oxidação do pigmento mioglobina, liberação do ferro cataliticamente ativo da molécula levando à oxidação lipídica e conseqüentemente ao ranço. Por sua vez, os radicais livres produzidos durante o ranço lipídico podem oxidar o pigmento heme, bem como provocar a desnaturação protéica, levando a mudanças de cores indesejáveis (LACHOWICZ et al., 2003; SHIMOKOMAKI et al., 2006).

2.4.3 Proteínas

Em presuntos, podem ser adicionadas proteínas de origem vegetal e animal. Estas proteínas apresentam comportamento muito parecido com as proteínas da própria carne, promovendo liga entre os pedaços de carne e retenção de água porque interagem diretamente com as proteínas cárneas ocupando espaços intersticiais na matriz do gel (PIETRASIK; JARMOLUK; SHAND, 2006).

As proteínas são freqüentemente utilizadas como agentes geleificantes em produtos cárneos por aumentarem o rendimento e textura através das propriedades de retenção de água (PIETRASIK; JARMOLUK; SHAND, 2006).

As proteínas atuam também como estabilizantes naturais devido à sua natureza hidrofóbica e hidrofílica (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2001). Segundo Hsu e Sun (2005) existem diversos estudos da incorporação de proteínas nos mais diversos tipos de produtos cárneos, entre eles os embutidos emulsionados, presuntos, almôndegas e hambúrguer, com a finalidade de reduzir perdas no cozimento, reduzir custos de formulação, melhorar a capacidade emulsificante, aumentar a retenção de água, melhorar o valor nutritivo e as características de fatiamento.

2.4.3.1 Colágeno

O termo colágeno deriva das palavras gregas KOLLA (cola) e GENNO (produção), e literalmente tem sido empregado como matéria-prima na produção de cola animal (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2001).

O colágeno constitui 1/3 do total das proteínas dos vertebrados, sendo encontrado sob várias formas em tecidos de todas as espécies de organismos multicelulares, exercendo funções diversas dependendo de sua localização (SHIMOKOMAKI, 1992). Os tecidos ricos em colágeno compreendem os ossos, cartilagens, tendões e pele. Cerca de 13 a 14% dos resíduos de aminoácido que formam o colágeno são de hidroxiprolina. O teor de hidroxiprolina é usado como parâmetro para estabelecer a quantidade de colágeno na carne e produtos cárneos (SCHILLING et al., 2003).

São conhecidos dezenove tipos de colágeno sendo que o mais abundante é o tipo I, que é o maior constituinte da pele, tendões, ligamentos e ossos. Este colágeno é uma proteína macromolecular constituída de três cadeias polipeptídicas de tamanhos iguais (Figura 2), que em sua porção central estão sob a forma helicoidal e nas extremidades amínica e carboxílica permanecem na forma globular (TORLEY; D'ARCY; TROUT, 2000).

Nestas porções globulares localizam-se as pontes cruzadas intermoleculares que estabilizam a estrutura das fibrilas colagenosas o que, como consequência resulta em alteração da textura (enrijecimento) da carne na medida em que o animal

envelhece (PRABHU; DOERSCHER, 2003).

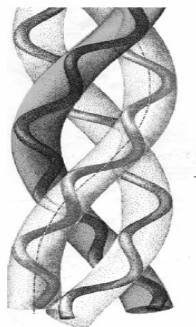


Figura 2 – Estrutura molecular do colágeno

FONTE: Tornberg, 2005.

O colágeno é o maior responsável pela textura da carne e dos produtos cárneos (SCHILLING et al., 2002). A influência do colágeno na qualidade dos produtos cárneos dependerá do grau de cominuição e extensão da gelatinização durante o cozimento.

Pesquisas com utilização de colágeno para melhorar CRA, mostraram que, mesmo em baixos níveis, este ingrediente é um efetivo estabilizante, contribuindo para melhoria do sabor e da suculência (ALMEIDA et al., 2006).

A desnaturação do colágeno nativo ocorre quando o mesmo é aquecido entre 65 e 68°C e há a formação subsequente de gelatina (BARBUT; MITTAL, 1991). Um fator limitante ao uso de fibras de colágeno é a diluição da miosina (proteína de alta funcionalidade). Jobling (1984) observou que altos níveis de colágeno em salsichas resultaram em aumento nas perdas no cozimento e liberação de gordura, porém a adição de fosfatos foi capaz de moderar este efeito.

O colágeno parcialmente hidrolisado, pó de colágeno ou colágeno hidrolisado é obtido pela hidrólise parcial do colágeno. A diferença do colágeno nativo é que estas proteínas são solúveis em água ou em salmoura e apresentam um elevado conteúdo protéico (84 a 90 %). Sua utilização se deve a capacidade de retenção de água, propriedades geleificantes e alto teor protéico (FRANCISCHETTI, 2007).

O colágeno hidrolisado é extraído da pele ou de ossos de animais devidamente inspecionados, em água a 60°C ou utilizando-se enzimas (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2001). Em função do método de extração utilizado, as frações obtidas podem apresentar propriedades de geleificação distintas.

Os estudos do colágeno iniciaram na década de 30, mas vêm se intensificando nos últimos trinta anos, especialmente o desenvolvimento de aplicações e a abordagem nutricional (MICHELINI et al., 2007). Produzido sob ciclo controlado de tempo e temperatura, suas características naturais são mantidas sem desnaturar ou modificar a estrutura inicial da proteína.

As principais funcionalidades do colágeno hidrolisado em carnes são: aumento da retenção de água, melhoria de textura, melhoria da retenção de gordura, aumento do rendimento após cozimento, melhoria do fatiamento, não interferir na cor natural do produto ao qual é adicionado e diminuição da exsudação de líquidos em produtos frescos (NOVAPROM, 2006; MICHELINI et al., 2007).

A aplicação de colágeno hidrolisado em produtos cárneos pode constituir uma alternativa para incrementar a ingestão de colágeno pelo consumidor moderno e criando uma oportunidade para a indústria frigorífica introduzir produtos cárneos funcionais (FRANCISCHETTI, 2007).

Michelini et al. (2007) estudaram o uso de colágeno hidrolisado *Collagel*[®] (Gelita South America) no nível de 4,89 %, como substituto de gordura em hambúguer bovino e observaram que o colágeno hidrolisado influenciou na cor, tornando-a mais clara e atribuindo um certo amarelamento ao produto. O produto desenvolvido foi considerado macio, porém a avaliação sensorial foi negativa. As perdas observadas no cozimento chegaram a 36,80 % e o mesmo estudo sugeriu a utilização de colágeno em pó em associação com a fibra (colágeno nativo).

A maior diferença entre a fibra e o pó é que a fibra além de reter água quimicamente (tanto pela matriz protéica quanto pelas pontes feitas com a água) devido a sua forma física, incha ao entrar em contato com a água e bloqueia a saída de umidade e gordura do sistema. Este efeito confere textura e coesão à massa, propriedade inexistente no pó (NOVAPROM, 2006).

Em termos de dimensões a fibra tem tamanho de partículas entre 1,80 a 1,92 mm e o pó entre 0,45 a 0,57 mm. Uma desvantagem da fibra é que não pode ser injetada e ambos apresentam capacidade de retenção de água em até seis vezes o seu peso.

A aplicação de colágeno nativo na proporção de 2 % mostrou efeito benéfico em emulsões cárneas. No estudo feito por Prabhu; Doerscher (2003) a adição de 1 % de colágeno em presuntos reduziu as perdas no cozimento e em níveis de 2 a 3% reduziu a sinérese após quatro semanas de armazenamento. Não houve diferença

na textura, leve alteração de cor foi observada, mas houve diferença sensorial quando o colágeno foi adicionado em quantidade acima de 2 %. Neste mesmo estudo, a sinérese observada após quatro semanas de armazenamento foi de 3,57, 3,29 e 2,50 % para adição de colágeno nos níveis de 1, 2 e 3 %, respectivamente.

Segundo Almeida et al. (2006) os níveis de proteína dos produtos cárneos adicionados de colágeno aumentam a partir da adição de 3,63 %, demonstrando incorporação do colágeno no gel cárneo formado. Como o colágeno retém umidade no cozimento observa-se maior teor de umidade final nos produtos elaborados com este ingrediente (SCHILLING et al., 2003).

No estudo realizado por SCHILLING et al. (2003) foi utilizado colágeno nativo na proporção de até 3 % em presuntos elaborados com carnes PSE. A adição de colágeno resultou em melhor funcionalidade, diminuição das perdas por cozimento, redução dos custos da formulação e não foi observada alteração na cor, porém o emprego do colágeno não foi suficiente para evitar as perdas de líquidos que chegaram a 10,95 % no produto final.

2.4.4 Carboidratos

Os carboidratos constituem a classe de compostos orgânicos mais abundantes que ocorrem na natureza (CUI, 2005). São definidos como poli-hidróxi-aldeídos, poli-hidroxi-cetonas, poli-hidroxi-ácidos e seus derivados simples, e polímeros desses compostos unidos por ligações hemiacetálicas (BOBBIO, 1995).

Neste grupo de compostos, que são hidratos de carbono, têm-se os mais variados tipos de substâncias, desde os monossacarídeos, representados pela glicose, os dissacarídeos, dos quais os mais freqüentes em alimentos são a sacarose e a lactose, até os polissacarídeos, como amido e celulose. O açúcar, sem outra designação específica, é a sacarose obtida da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) ou de beterraba (*Beta vulgaris*) (BRASIL, 1998).

2.4.4.1 Açúcares

Embora não sejam essenciais, são empregados como nutrientes para bactérias que transformam nitrato em nitrito e auxiliam na cor do produto, evitam o salgamento excessivo e moderam o sabor, além de contribuírem para o retardo do

crescimento microbiano (ARIMA, 1995). Segundo Gava (1988) a presença de açúcar aumenta a pressão osmótica do meio e conseqüentemente irá ocorrer uma diminuição no valor da atividade de água (A_w), criando condições desfavoráveis para o crescimento e reprodução da maioria das bactérias, leveduras e mofo.

O açúcar contribui para o desenvolvimento de reações de escurecimento, criando condições redutoras durante o processo de cura, o que, provavelmente faz com que carnes curadas não desenvolvam aromas de oxidado. Estas condições de redução influenciam na cor devido à estabilização do Fe^{2+} . As condições redutoras também auxiliam na redução de nitratos a nitritos, e destes a óxido nítrico, substância ativa que reage com os pigmentos da carne (ORDÓÑEZ et al., 2005).

2.4.4.2 Amidos

Conforme Bobbio (1985), o amido constitui uma importante reserva de nutrição de todas as plantas superiores (sementes, tubérculos, rizomas e bulbos). Pelo fato de ser facilmente hidrolisado e digerido, é um dos elementos mais importantes na alimentação, representando de 70 a 80 % das calorias ingeridas na dieta humana.

Segundo Sams (2001) os amidos mais comuns são originados de batata, mandioca, milho, trigo e arroz. O amido não é doce, tem baixo custo, grande disponibilidade e facilidade de armazenamento e manipulação. O amido pode ser usado na indústria de alimentos principalmente sob três formas: os hidrolisados, os modificados e os amidos naturais.

O amido é um homopolissacarídeo neutro formado por duas frações: amilose e amilopectina (Figura 3). A amilose é um polímero linear composto de moléculas de maltose que são constituídas de unidades de glicose unidas através de ligações glicosídicas α -1,4. A amilopectina possui além das ligações α -1,4, também ligações α -1,6 e como conseqüência disso a cadeia é ramificada (FENEMA, 1993, CAMARGO et al., 1984).

Comparando as moléculas de amilose e amilopectina totalmente hidratadas e com o mesmo peso molecular, verifica-se que, ao se moverem, a amilopectina cobre uma área cuja superfície é muitas vezes maior que aquela coberta pela amilose.

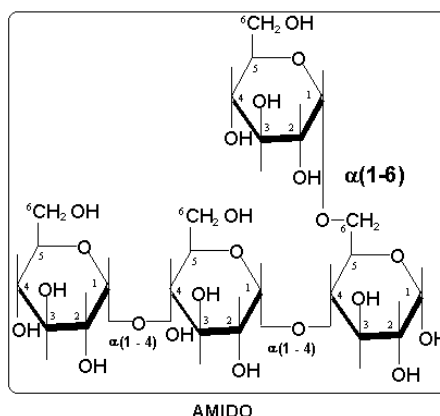


Figura 3 – Estrutura molecular do amido

FONTE: Bobbio, 1995.

Por outro lado, a aproximação de duas ou mais moléculas de amilose é suficientemente livre para permitir a formação de agregados e as pontes de hidrogênio entre as moléculas são numerosas, formando regiões micelares onde há estrutura cristalina (MUNHOZ; WEBER; CHANG, 2004). Na amilopectina a aproximação só poderá ser parcial e pelas extremidades das cadeias e só aí poderá haver formação de zonas cristalinas.

O amido nativo não se dissolve em água fria e suas soluções são instáveis quando em contato com ácidos. Estas limitações, contudo, podem ser alteradas quando se modifica o amido por reações com variados agentes químicos (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998). Quando tratado com ácido nítrico se converte em amido solúvel. A alteração do amido permite a obtenção de misturas de grande aplicação comercial, como maltodextrinas, maltose e xaropes concentrados de glicose. Esses produtos são bastante utilizados na indústria alimentícia, especialmente em doces (BOBBIO, 1995; FRANCO et al., 2001).

Cada amido apresenta um intervalo de temperatura de gelatinização característico, correspondente ao ponto de máxima viscosidade. Este intervalo é medido a partir do início do desaparecimento das zonas cristalinas do grânulo até o seu fim, visível em microscópio com luz polarizada.

Quando aquecido a temperaturas de 60 a 70 °C, o amido aumenta a quantidade de água absorvida (inchamento) e é observada a formação de pasta (OLIVEIRA FILHO, 2006). Este inchamento é iniciado pelo aquecimento que causa a

vibração vigorosa das macromoléculas constituintes do amido, havendo rompimento das pontes de hidrogênio com a água, ou seja, ocorre a ruptura das estruturas cristalinas do grânulo o qual absorve água e intumescce irreversivelmente, adquirindo tamanho maior que o original (MUNHOZ; WEBER; CHANG, 2004).

Segundo Garcia-Cruz; Scamparini; Hoffmann (1996), com o aquecimento, o volume dos grânulos aumenta, podendo ocupar todo o espaço possível. Durante este processo, parte da amilose de menor peso molecular é lixiviada para a solução. Chega-se então a um sistema em que não há mais água livre, pois toda ela estará associada às cadeias de amilose e amilopectina, ou presa nos espaços entre os grânulos, formando uma solução com amilose. A viscosidade do sistema aumenta até o máximo e a transparência também. Tem-se nesta situação uma solução viscosa de amido.

Com a redução da temperatura, a solução pode passar gradualmente a gel e a viscosidade aumenta após várias horas. O gel será mais ou menos firme conforme a proporção e o tipo de amido.

Na formação e na dureza dos géis de amido, além da natureza do amido e de sua concentração, influem o pH, teor de açúcar, proteínas, gorduras e sais presentes (BOBBIO, 1985).

2.4.4.2.1 Retrogradação

É o fenômeno de desarranjo das moléculas após a gelatinização do amido quando a temperatura é reduzida (LEE et al., 2002) resultando em perda de água do sistema e endurecimento do produto final (MUNHOZ; WEBER; CHANG, 2004). Na retrogradação ocorre uma reconstituição de uma estrutura mais rígida (formam-se novamente partes cristalinas como aquelas destruídas na formação do gel), devido às cadeias de amilose ficarem mais disponíveis para se rearranjarem durante o *shelf-life* do produto, com isso há uma diminuição de volume e expulsão de água ligada às moléculas (sinérese). A retrogradação é irreversível e é mais rápida em temperaturas próximas de 0°C (FRANCO et al., 2001).

Na Europa, a maioria dos alimentos industrializados usa amidos modificados, o que não ocorre no Brasil. O amido modificado é usado principalmente no processamento de alimentos que passam por algum tipo de estresse (esterilização, congelamento, armazenamento em pH ácido, adição de aditivos alimentares, etc.).

2.4.4.2.2 Amidos Modificados

Cada amido modificado pode adquirir propriedades, em maior ou menor grau, prestando-se assim para usos específicos na indústria de alimentos. Muitos tipos de amidos modificados têm vantagens de serem termicamente mais estáveis, menos frágeis e evitar a retrogradação (OLIVEIRA FILHO, 2006).

2.4.4.2.3 Amido em produtos cárneos

Na indústria de carnes o amido é muito utilizado já que o mesmo apresenta capacidade de ligar duas a quatro vezes o seu peso em umidade, estabilidade ao congelamento/descongelamento, podendo ser utilizado como substituto de gordura, contribuindo para a firmeza e textura (SAMS, 2001).

Através da formação de uma rede tridimensional que retém abundantes quantidades de água, a utilização de amido aumenta o rendimento dos produtos cozidos (OLIVEIRA FILHO, 2006).

No Brasil não é permitido o emprego de amido nativo ou modificado em presuntos, ao contrário dos Estados Unidos, onde é utilizado amido a nível máximo de 2 % em uma classe de presuntos desde que conste no rótulo “presunto com água agregada” (USA 1999). Cai; Xue (2000) e Kanbe et al. (1979) citam o emprego de amido em presunto no Japão e China variando de 3,26 a 7,0 %.

Apesar do presunto não poder conter amido em sua composição, diversos outros produtos cárneos similares tais como apresuntados, lanches, mortadelas e salsichas, comumente utilizam este ingrediente (PEDROSO, 2006).

No estudo realizado por Pedroso (2006) concluiu-se que amido adicionado no nível de 2 % reduziu a formação de exsudado gelatinoso em presunto cozido de peru quando este foi adicionado de carragena em nível de 1 % e que a adição de amido não interferiu nas características físico-químicas e sensoriais quando comparado com o padrão brasileiro. Também foi observado que tanto o amido quanto a carragena apresentaram efeitos negativos para as perdas por cozimento e reaquecimento, indicando que a presença destes hidrocolóides favoreceu a permanência de água nos produtos.

No trabalho de Jamas; Bombo; Sant'ana (2006) foram avaliadas a composição química, valor energético e parâmetros de cor de presunto de carpa

elaborado com 0,5 % de transglutaminase e 5 % de amido. Pôde ser observado que a concentração de amido influenciou na retenção da cor e que o presunto desenvolvido apresentou coloração semelhante ao presunto suíno.

Schilling et al. (2004) avaliaram a utilização de 3 % de amido modificado Firm Tex[®] em presunto reestruturado elaborado com 50 % de carne PSE. Obtiveram como resultado maior CRA, diferenças na composição química e na cor do produto. A liberação de líquido aparente foi de 17 % quando foi utilizada a proporção de 3 % de amido modificado.

2.4.4.3 Gomas

Na indústria de alimentos as gomas desempenham funções como espessantes, geleificantes, emulsificantes, estabilizantes e como formadoras de filmes (revestimento de salsichas). A definição técnica corretamente aceita de goma é o material que pode ser dissolvido ou dispersado em água fria ou quente produzindo soluções viscosas ou dispersões (BOBBIO, 1985).

As gomas podem ser obtidas de sementes, extratos de plantas e de origem microbiana (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998). Algumas gomas como a carragena (extraída de *Chondrus crispus*, *Gigartina stellata* e outras espécies de algas marinhas vermelhas) goma xantana (heteropolissacarídeo produzido pela *Xanthomonas campestris*) e locusta (proveniente do feijão de alfarroba característico da região do Mediterrâneo) são muito utilizadas em produtos de peixe (surimi) para melhorar suas propriedades mecânicas (BARRERA et al., 2002).

As gomas de sementes permitidas em alimentos são galactomananas, que são polissacarídeos de reserva característicos de sementes pertencentes à família Leguminosae que possuem endosperma (Meer et. al. citado por PANEGASSI et al., 2000). Apresentam uma cadeia principal formada por unidades de manose em ligação e cadeias laterais de galactose, responsáveis pela solubilidade dos polímeros. Estes polímeros são pouco afetados pela acidez, em decorrência da ausência de cargas em baixos valores do pH. Podem ser utilizados em alimentos ácidos e na presença de carragena e/ou xantana, formando géis mesmo a baixas temperaturas (PANEGASSI; SERRA; BUCKERIDGE, 2000).

Conforme Ganter et al. (1997) as galactomananas têm baixo custo quando

comparadas à carragena e xantana e sua interação sinérgica cria possibilidades de nova funcionalidade com ampla aplicação industrial.

2.4.4.3.1 Goma Guar

Goma guar é uma galactomanana neutra contendo manose e galactose na proporção de 2:1 extraída da *Cyamopsis tetragonolobus* (LIGUTOM; MESINA; GANJI, 1999). Conforme a Figura 4, pode-se observar que as galactomananas são formadas por cadeias lineares de D-manopiranosil ligadas entre si por ligações $\beta(1-4)$ e unidades de D-galactopiranosil, ligadas entre si por ligações $\alpha(1-6)$.

É uma goma de alto peso molecular, estável ao calor, capaz de formar dispersões coloidais em água com elevada viscosidade, no entanto, não forma géis e sua viscosidade é pouco afetada pelo pH (valores entre 4 e 9). Interage bem com outras gomas alterando a viscosidade, sendo utilizada como estabilizante em molhos, bebidas, sorvetes (BOBBIO, 1985) e em produtos de panificação para aumentar a viscosidade e volume.

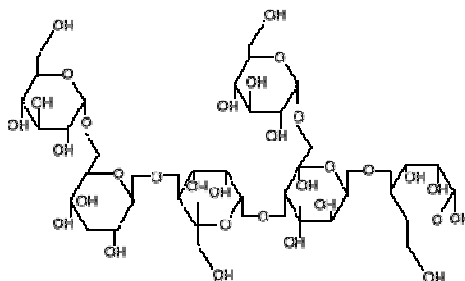


Figura 4 – Estrutura molecular das galactomananas

FONTE: Daas; Schols; Okubanju, 2000.

Uma das propriedades mais importantes da goma guar é que ela é facilmente dissolvida em água formando uma solução viscosa. Esta propriedade é amplamente explorada comercialmente pela indústria de alimentos, por exemplo, como agente estabilizante e espessante em uma variedade de alimentos em concentrações menores que 1 % (SLAUGHTER et al., 2002).

A goma guar é muito utilizada em mortadelas e salsichas com a finalidade de reter água e facilitar o embutimento (PEARSON; TAUBER, 1984). Em concentrações excessivas pode provocar dificuldade na geleificação das proteínas miofibrilares o

que resulta em aumento das perdas no cozimento e falta de liga entre os pedaços de carne (OLIVEIRA FILHO, 2006).

Ligutom; Mesina; Ganji (1999) avaliaram a adição de goma guar em almôndegas e verificaram que não afetou a aparência, mas interferiu no sabor e na aceitabilidade do produto. Já a aplicação de goma guar em associação com goma xantana em salsichas resultou em coloração menos intensa (SUDHAKAR; SINGHAL; KUKARNI, 1996).

2.4.4.3.2 Carragena

Carragena é o nome dado aos hidrocolóides encontrados entre as fibras celulósicas de algumas espécies de algas vermelhas, pertencentes à família Rhodophyceae (LEE et al., 2002). Quimicamente as carragenas são polissacarídeos lineares sulfatados, compostos por unidades repetitivas de galactose e anidro galactose (VERBEKEN et al., 2005).

Contêm várias frações ou tipos, que se diferenciam em suas propriedades físicas e químicas, em função do número e posição dos grupos éster sulfatos nas unidades de galactose. As frações mais estudadas são denominadas tipo *Kappa*, *Iota* e *Lambda*.

A kappa-carragena é a mais utilizada em produtos cárneos pasteurizados. É solúvel em água e pode ser adicionada na salmoura (1,5 a 2,0%) ou no “cutter” (1,3 a 1,4 %) juntamente com o sal no início da trituração. Também pode substituir gordura sem alterar a coloração e nem alterar o sabor do produto final (ROÇA et al., 1994).

A principal propriedade da carragena é a habilidade de modificar as características reológicas do sistema, mesmo em baixa quantidade, o que se deve à sua capacidade de formar géis ou tornar uma solução viscosa. Devido a estas características possuem diversas aplicações como geleificantes, espessantes e estabilizantes (VERBEKEN et al., 2005).

A capacidade de geleificação da carragena pode ser explicada pela formação de uma rede tridimensional de hélices duplas, resultante do entrelaçamento de cadeias adjacentes. Este tipo de estrutura somente é possível nos tipos *kappa* e *iota*, que formam géis termicamente reversíveis no aquecimento e resfriamento de soluções aquosas. Na temperatura acima do ponto de fusão do gel e no

resfriamento, uma rede polimérica tridimensional é formada, na qual as hélices duplas formam as pontes de junção das cadeias. À medida que o gel se resfria há uma agregação desses pontos de junção para formar a estrutura fina do gel. A fração *lambda* forma apenas um arranjo helicoidal e, conseqüentemente, não se geleifica (SAMS, 2001; BARBUT, 2002).

Ao formar gel a carragena auxilia na retenção dos líquidos, evitando a perda de proteínas solúveis e desequilíbrio do produto final. Esta maior retenção de umidade proporciona um aumento da suculência e a sua propriedade geleificante melhora a textura, beneficiando o fatiamento e aspecto final do produto (SCHEID, 1986). É utilizada na proporção máxima de 0,5 % (BRASIL, 2000).

Algumas desvantagens da sua utilização compreendem: o entupimento de agulhas e/ou filtros da injetora, formação de grumos na salmoura, alta viscosidade da salmoura (temperatura deve ser mantida em no máximo 2°C) e precipitação de partículas no tanque da injetora. Também podem ocorrer bolhas de gel na massa ou na superfície do produto final (ARIMA, 1995). Pedroso (2006) sugere a utilização de kappa-carragena misturada com a iota-carragena para evitar a *sinérese* em presunto cozido de peru.

2.4.5 Condimentos

Conferem odor agradável e ajudam a melhorar o sabor dos produtos (TEIXIDOR, 2006). Normalmente os condimentos são constituídos de água, etanol, corante natural de urucum e óleos essenciais de louro e cravo.

2.4.6 Aditivos

São adicionados para melhorar a conservação, as propriedades sensoriais e as tecnológicas.

2.4.6.1 Antioxidantes

Os produtos cárneos podem ser deteriorados por processos microbiológicos ou oxidativos durante o armazenamento. A oximioglobina é oxidada a metamioglobina e este efeito é percebido pela mudança de cor de vermelho para

marrom, o que não é aceitável sensorialmente (CHENG; WANG; OCKERMAN, 2007).

O eritorbato de sódio é acelerador da transformação do nitrito a óxido nitroso e estabilizante da cor formada por aquecimento a nitrosohemocromo (BARRINGER et al., 2005). Sua aplicação tem sido muito estudada, pois aumenta o *shelf-life* e estabilidade da cor.

2.4.6.2 Conservantes

Segundo Gava (1988) os conservantes são utilizados para evitar a deterioração dos alimentos, principalmente aquelas ocasionadas por microorganismos. No caso de presuntos os mais utilizados são os nitritos e nitratos, pois além do seu efeito conservador são utilizados por causa do efeito antioxidante durante o processo de cura.

2.4.6.2.1 Nitrito e Nitrato de Sódio

Os nitratos e nitritos têm as funções de estabilizar a cor, contribuir para o desenvolvimento de aroma, inibir o crescimento de *Clostridium botulinum* e retardar o desenvolvimento de rancificação (CASSENS, 1995).

A ação antimicrobiana dos nitratos é dirigida fundamentalmente contra as bactérias anaeróbias já que para muitos destes microorganismos, estes representam uma fonte de nitrogênio. Do nitrato, por si só, não se pode esperar ação antimicrobiana direta inibidora do crescimento bacteriano; a ação antimicrobiana deve-se em maior parte aos nitritos resultantes e, concretamente, ao ácido nitroso gerado e aos ácidos que se formam a partir dele (DINEEN et al., 2000). Conforme os mesmos autores, o nitrito atua apenas sobre as bactérias e não afeta o crescimento de fungos nem de leveduras.

A cor é um componente extremamente crítico na aparência da carne e tem influência substancial na decisão de compra pelos consumidores (DELAHUNTY et al., 1997). O uso de nitrito de sódio em carnes curadas é responsável pelas características de carne rosada e estabilidade do *flavor*.

As condições que favorecem as reações que provocam a formação dos pigmentos da carne curada (óxido nitroso mioglobina ou nitrosomioglobina e nitroso-

hemocromogênio) devem ser criadas com a cura da carne. O pigmento normal da carne curada não-tratada pelo calor é a nitrosomioglobina que, pelo aquecimento, transforma-se em nitroso-hemocromogênio. A quantidade mínima a ser adicionada nos produtos cárneos para produzir a cor adequada é estimada em 30 mg kg^{-1} , no entanto, a legislação brasileira permite a utilização de até 50 mg kg^{-1} (BRASIL, 2000). Para o produto final o teor residual máximo da soma de nitrito e nitrato é de 150 ppm.

As perdas de nitrito durante o processamento estão na faixa de 22 a 34%, porém, outros autores mencionam perdas entre 10 a 20% em relação ao nitrito adicionado inicialmente (CHENG; WANG; OCKERMAN, 2007).

2.4.6.3 Estabilizantes

Estabilizantes são substâncias que favorecem e mantêm as características físicas de emulsões e suspensões. Alguns estabilizantes possuem capacidade de aumentar o grau de viscosidade de soluções, emulsões e suspensões caracterizando-se, portanto como espessantes (BARUFFALDI et al., 1998).

Na indústria da carne, os fosfatos mais utilizados são os sais de sódio ou potássio de tripolifosfato ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$), hexametáfosfato (NaPO_3)₆ e pirofosfato ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$). Cada um destes fosfatos apresenta propriedades características de solubilidade, higroscopicidade, poder complexante de sais, capacidade emulsificante e estabilizante e diferentes pH. Além disso, os fosfatos reduzem perda por cozimento, melhoram textura e suculência, especialmente pelo aumento da CRA, retardam rancidez oxidativa (DINEEN et al., 2000), desenvolvem cor e reduzem o crescimento microbiano (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2002).

A principal função destes compostos está relacionada com a ação sobre o pH, que é elevado a um valor adequado, conferindo características de uma estrutura elástica; esta estrutura é semelhante a encontrada em animais recentemente abatidos; pela ação dilatadora do fosfato sobre as fibras musculares, a qual implica em aumento da CRA e diminuição no encolhimento durante o processo de cozimento (TAKAHASHI, 1978).

2.4.6.3.1 Tripolifosfato de Sódio

As três funções principais dos fosfatos são: controlar pH, seqüestrar íons metálicos e melhorar a força iônica. É importante ressaltar que pH (entre 6,0 e 7,0) e força iônica (0,6) são os mais importantes fatores responsáveis pelo aumento da CRA das proteínas da carne (ÜNAL; ERDÖDÜ; EKİZ, 2006). O tripolifosfato de sódio é o mais utilizado em produtos cárneos pois exibe maior característica poliônica comparada com outros fosfatos (SHAHIDI; SYNOMIECKI, 2005).

A melhoria na capacidade de retenção de água é explicada pelo aumento do pH e da força iônica que provocam um aumento no espaço em torno das proteínas onde se aloja a água; isto ocorre porque os polifosfatos quebram as ligações entre actina e miosina (complexo formado no *rigor mortis*), permitindo a formação de espaços interfilamentares e facilitando a ligação protéica (XIONG, 2005).

A separação do complexo actomiosina resulta em finos fragmentos de miofibrilas, porém géis não são formados. Ao mesmo tempo, alteram a força iônica do sarcoplasma, aumentando com isso a repulsão eletrostática entre os filamentos (expansão) e posterior aumento na quantidade de espaço disponível para ligar água (OCKERMANN, 1985).

A melhoria na cor e aroma deve-se à ação antioxidante dos fosfatos e é explicada pela possível formação de complexos com metais pesados presentes em quantidades residuais como contaminantes dos sais de cura.

Segundo USDA (1982) o máximo que pode ser incorporado de fosfatos é 0,5 % e este mesmo percentual é o permitido pela legislação brasileira (BRASIL, 2000).

2.5 PROCESSAMENTO DE PRESUNTO COZIDO

No Brasil, a tecnologia de fabricação é muito diversificada, o que faz com que os presuntos apresentem variações na sua composição (BEDENDI, 2003). Mas de uma maneira geral, a composição físico-química média apresenta um teor de umidade de 71 %, proteína de 15 %, gordura de 9 %, pH entre 5,9 e 6,1 e A_w de 0,96 a 0,98 (PEARSON; TAUBER, 1984).

As etapas do processamento de presunto cozido estão descritas na Figura 5. Segundo Casiraghi; Alamprese; Pompei (2007) a qualidade do produto depende principalmente da injeção, do tumbleamento e do cozimento.

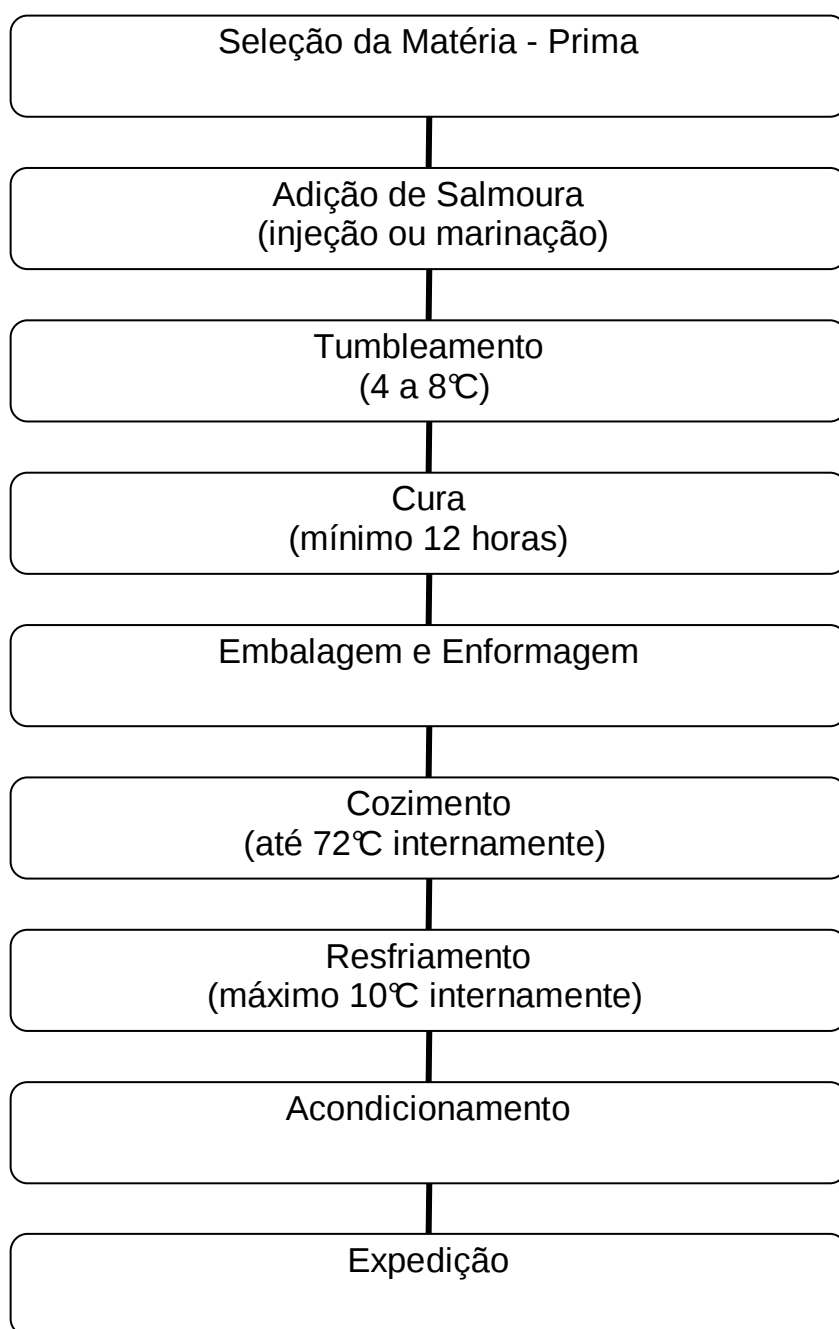


Figura 5 – Diagrama de fluxo de elaboração de presunto cozido

FONTE: Pardi, 1996.

2.5.1 Seleção da Matéria-Prima

No caso de presunto de peru a matéria-prima básica é coxa e/ou sobrecoxa de peru. A preparação (nível de “refile”), composição e uniformidade do tamanho dos músculos são importantes na etapa de preparação da matéria-prima. A retirada de

cartilagens, tendões e excesso de gordura facilitarão a liga e união dos pedaços de carne nas etapas subseqüentes do processamento (ORDÓÑEZ, 2005).

A idade dos animais e a presença de excesso de gordura podem afetar a composição química da carne de peru, que segundo Pearson; Tauber (1984) encontra-se na faixa de 15 a 18 % de proteína, 2 a 7 % de lipídios e entre 72 a 80 % de umidade.

Dependendo do tipo de presunto e do tipo de matéria-prima cárnea os cortes podem passar pelo processo de moagem ou serem destinados íntegros para a etapa posterior de injeção.

Além do teor de gordura e nível de refile das carnes a temperatura máxima ideal para injeção é de 7 °C (PARDI, 1996).

2.5.2 Adição de Salmoura

A adição da salmoura pode ser feita por injeção ou marinação dos pedaços de carne, a escolha do processo dependerá do tipo de produto e matéria-prima. A injeção permite uma distribuição uniforme de cloreto de sódio, nitritos e outros ingredientes possíveis. O nível de injeção e ingredientes utilizados confere a qualidade do presunto cozido. Geralmente quanto maior o nível de injeção, maior o nível de sal e maior a umidade. Pode-se considerar que os produtos de alta qualidade são elaborados sem polifosfatos e com baixo nível de injeção de salmoura (ORDÓÑEZ et al, 2005). A Figura 6 representa um modelo de agitador para elaboração da salmoura.



Figura 6 – Modelo de agitador para salmoura

FONTE: Catálogo Metalquimia, 2006.

Segundo Monteiro; Terra (1999) os ingredientes da salmoura devem ser

adicionados obedecendo a seguinte ordem: fosfato, sal, ingredientes de cura, condimentos e antioxidantes.

Na Figura 7 podem ser observados dois modelos de agulhas para injeção. Uma distribuição irregular de salmoura origina uma deficiência ou excesso de elementos em diferentes zonas, provocando irregularidades de cor, liga e sabor.

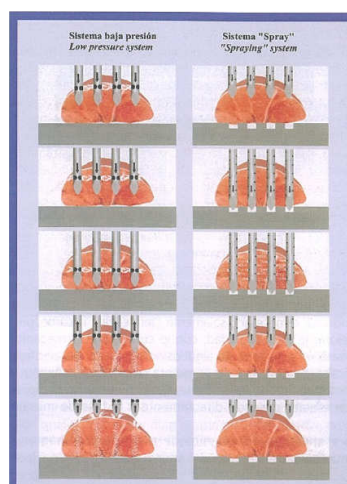


Figura 7 – Modelos de agulhas para injeção

FONTE: Catálogo Metalquimia, 2006.

É possível verificar (Figura 8) se houve uma correta distribuição da salmoura cortando as peças e analisando as linhas de salmoura e diferenças de cor (TEIXIDOR, 2006).



Figura 8 – Deficiências de injeção

FONTE: Catálogo Metalquimia, 2006.

2.5.3 “Tumbleamento”

“Tumbleamento” ou tombamento é definido como a operação mecânica que distribui a salmoura injetada, aumentando a migração dos ingredientes de cura entre

as fibras musculares e causando a extração das proteínas. A operação de “tumbleamento” da carne é realizada em equipamentos denominados de *tumblers* que são tambores rotativos que produzem o efeito de massageamento das peças de carne umas contra as outras na presença de salmoura (LAWRIE, 2005; PARDI, 1996; BARBUT, 2002).

Gillett; Cassidy; Simon (1981) diferenciaram massageamento de tumbleamento com base no tipo de energia. Massageamento é associado com a energia friccional (atrito pela fricção das peças de carne entre si e dessas com pás do massagedor), enquanto que o tumbleamento é associado com impacto e energia friccional (a ação física é mais intensa e envolve além do atrito uma energia de impacto relativo a quedas das peças de carne dentro do tambor que segue girando) (Figura 9). Para Pietrasik; Jarmoluk; Shand (2003) os efeitos do massageamento variam em função da força iônica do meio e a presença ou não de fosfatos.

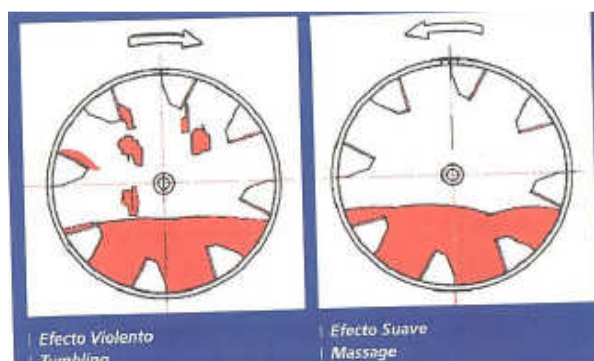


Figura 9 – Diferenças entre tumbleamento e massageamento

FONTE: Catálogo Metalquimia, 2006.

Segundo Lawrie (2005) o tombamento contribui para que a cura ocorra mais rapidamente, pois a salmoura penetra mais facilmente na carne e é melhor absorvida devido à estrutura aberta da carne (ruptura do endomísio e sarcolema) como pode ser observado nas Figuras 10 e 11. O inchaço e dissolução das proteínas miofibrilares aumenta a capacidade de retenção de água e isto contribui para a maciez, coesividade e firmeza do presunto cozido.

O fenômeno de liga ou união das peças de carne depende principalmente da extração das proteínas miofibrilares (miosina e/ou actomiosina) proporcionada por este processo (KATSARAS; BUDRAS, 1993) e da coagulação das proteínas no

cozimento (LACHOWICZ et al., 2003).



Figura 10 – Microfotografias da carne antes e após a injeção e massageamento

FONTE: Catálogo Metalquimia, 2006.

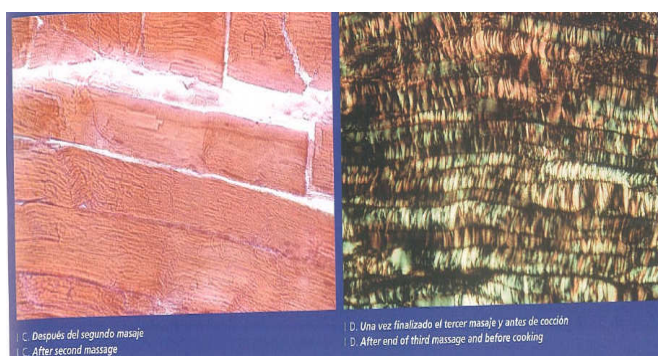


Figura 11 – Microfotografias da carne após o completo massageamento

FONTE: Catálogo Metalquimia, 2006.

Inúmeros fatores, tais como diferenças no conteúdo de umidade da carne, fricção entre as partículas de carne, habilidade de absorver salmoura/água e extração protéica podem promover diferentes efeitos nas propriedades de hidratação. Quanto maiores os níveis de injeção mais diluída estarão as proteínas e menor será a liga. Quanto maior a extração protéica maior o potencial de interação das cadeias polipeptídicas durante o aquecimento (LACHOWICZ et al, 2003).

No massageamento são importantes os seguintes aspectos: qualidade da carne, salmoura, tempo, velocidade de giro, capacidade e ambiente interno no *tumbler*.

Com relação à velocidade de giro deve haver um equilíbrio, pois a velocidade excessiva vai gerar ruptura dos músculos enquanto que velocidades muito baixas

não provocarão a solubilização adequada das proteínas (TEIXIDOR, 2006).

A capacidade do *tumbler* é importante porque é necessário o efeito da queda das peças de carne, e se o mesmo estiver sobrecarregado, não terá o efeito desejado na solubilização das proteínas (DZEUDIE; OKUBANJU, 1999).

A temperatura ideal de tombamento encontra-se na faixa de 4 a 8 °C, sendo que temperaturas mais elevadas representam risco de contaminação e excesso de extração ressecando a superfície da carne.

A utilização de vácuo no tumbleamento é vantajoso porque permite a melhor absorção dos ingredientes de cura e coesão das peças de carne. Além disso, as bolhas de ar presentes entre as porções cárneas e no exsudado são removidas prevenindo a expansão das bolhas durante o cozimento e subsequentemente diminuição da coesão entre os pedaços de carne (KATSARAS; DUDRAS, 1993).

Os *tumblers* que operam sob vácuo têm sido utilizados também com a finalidade de reduzir as perdas causadas pelo cozimento, tornando possível a produção de presunto com maior conteúdo de salmoura do que o produzido de modo tradicional (LAWRIE, 2005). O baixo conteúdo de gordura dos músculos atualmente utilizados também contribui para o aumento do conteúdo de salmoura no tecido muscular. Dzeudie; Okubanju (1999) ressaltam que o vácuo excessivo aumenta a liberação de proteína da carne resultando em menor CRA.

O tumbleamento contínuo comparado com tumbleamento com intervalos de tempo constante apresenta a vantagem de maior ruptura celular (CASSIDY; OCKERMAN; KROL, 1978). O massageamento contínuo também apresenta melhor intensidade e uniformidade de cor, maior rendimento e liga. Siegel; Theno e Schmidt (1976) mostraram que o tempo de massageamento aumenta o nível de proteína no exudado e isto é mais pronunciado na presença de sal e fosfato.

Ciclos longos de massageamento melhoram a dispersão da salmoura (LACHOWICZ et al., 2003). Entretanto, se o massageamento ocorrer por mais de 12 horas a força de ligação do presunto tende a diminuir.

O nível de injeção afeta o tumbleamento, e produtos com altos níveis de água podem ter extração limitada. O abaixamento da força iônica da salmoura (TROUT; SCHMIDT, 1984) e a redução da funcionalidade da matriz protéica durante o aquecimento, gera relação umidade : proteína não favorável. Excessiva quantidade de água resulta em pior textura podendo causar falhas na formação do gel ou excessivo número de ligações intermoleculares que reduzem a capacidade de

retenção de água (SMITH, 1988, TROUT ; SCHMIDT, 1984).

2.5.4 Cura

A operação de cura ou maturação refere-se à conservação por adição de sal, compostos fixadores de cor (nitratos e/ou nitritos), açúcares e condimentos, obtendo-se a melhora das propriedades sensoriais (LAWRIE, 2005; PARDI, 1996, BARBUT, 2002).

Na produção de presunto, a combinação de cura e tumbleamento podem causar desintegração do tecido conectivo (endomísio e sarcolema) e significativa destruição das fibras musculares (KATSARAS; BUDRAS, 1993) como pode ser observado na Figura 12. Recomenda-se que a duração da operação de cura seja de 12 a 15 horas, uma vez que os filamentos musculares são capazes de inchar durante este tempo e a água imobilizada é então depositada na estrutura do músculo.



Figura 12 – Microfotografias da carne após a cura e depois do cozimento

FONTE: Catálogo Metalquimia, 2006.

2.5.5 Embalagem e Enformagem

Após a cura, o presunto é destinado à máquina de envase, moldagem e selagem. O mecanismo de funcionamento consiste na extração do ar da massa, moldagem e selagem da tampa. Uma moldagem em temperaturas demasiadamente baixas ou altas afeta negativamente a retração (processo que ocorre após embalagem/moldagem na cavidade). Uma retração total de 30 % é uma das condições mais importantes para obtenção de um presunto cozido em filme plástico

livre de gelatina (SILVEIRA, 1998).

A quantidade de material dosado deve ser correta para a obtenção de um bom resultado final, porque se a quantidade de carne for demasiada ocorrerão problemas durante o processo de vácuo, onde o material em excesso poderá obstruir e resultar em vácuo insuficiente. Como consequência aparece entre a carne e o filme (SCHEID, 1986) espaços que após o cozimento dão lugar ao depósito de gelatina (ARIMA, 1995).

Após a selagem, os envases plásticos são destinados para enformagem onde as peças de presunto são colocadas em fôrmas metálicas cuja função é dar forma ao produto final.

2.5.6 Cozimento

O aquecimento (65 a 70 °C) induz a ligação proteína-proteína o que transforma o extrato protéico viscoso na matriz tridimensional durante o processamento da carne (Li, 2006). Este extrato une os músculos e torna o presunto uma peça compacta (CASIRAGHI, 2007) favorecendo o aparecimento da textura desejada.

O cozimento escalonado na primeira fase de 30 a 60 minutos a 90 °C para em seguida diminuir até 75 a 85 °C é sugerido para se conseguir o fechamento dos poros, aumentando assim o rendimento, reduzindo a perda de peso, aumentando a suculência, melhorando a consistência, cor e coesão das peças. Outra vantagem é a redução do consumo de energia elétrica em até 42 %.

A força de cisalhamento (*shear force value*) aumenta durante o cozimento enquanto que a retenção da água ligada decresce durante o cozimento devido à desnaturação protéica (SOMBOONPANYAKUL et al., 2005).

Segundo Li (2006) outro objetivo do cozimento é o desenvolvimento das características sensoriais desejadas: sabor, textura e cor no caso dos produtos curados e cozidos. O cozimento é aplicado para conferir certa vida-de-prateleira associado também à exclusão de microorganismos que causam mudanças de cor (esverdeamento por *Lactobacillus viridescens*), destruição das formas vegetativas dos microorganismos e inativação de enzimas cárneas que poderiam causar alterações posteriores no produto.

2.5.7 Resfriamento

Após o tratamento térmico e a fim de assegurar sua eficácia, procede-se o resfriamento rápido das peças de preferência em banhos ou duchas de água fria (0 a 4 °C), seguido de armazenamento até 10 °C (MULLER , 1990).

2.6 ADIÇÃO DE INGREDIENTES PARA RETER UMIDADE E MODIFICAR TEXTURA

Com aumento do consumo de produtos industrializados e das exigências por parte dos consumidores, a textura passou a ter um papel muito importante na percepção do consumidor no que se refere à qualidade de presunto. Diferenças na textura, observadas durante a degustação, podem conferir a um produto de uma determinada marca uma melhor ou pior posição no mercado (RAMOS et al., 2007).

A textura relaciona-se às propriedades reológicas e estruturais (geométricas e de superfície) dos produtos. Relaciona-se também com a sensibilidade térmica e sinestésica. A avaliação da textura é mais complexa nos alimentos sólidos, como nos ensaios de corte, compressão, relaxação, penetração, cisalhamento, dobramento.

A textura pode afetar o processamento, manipulação, conservação e aceitabilidade de um produto. É também conhecida como parâmetro sensorial multidimensional (PIETRASIK; JARMOLUK; SHAND, 2006).

Segundo Delahunty et al. (1997) as principais características de qualidade desejadas em presuntos são: coesividade, cor, flavor, textura firme e suculência, sendo a textura a mais importante entre elas porque está diretamente relacionada com a fatiabilidade do produto.

Os principais problemas observados após o processamento de presuntos são: fatiabilidade difícil (quebra das peças) e perda excessiva de líquidos após o cozimento (sinérese) como pode ser observado nas Figura 13 e 14 (PARDI, 1996).



Figura 13 – Sinérese em presunto fatiado



Figura 14 – Sinérese em presunto

Segundo Pedroso (2006) a perda de água pode gerar acúmulo de líquidos em embalagens, causando má impressão ao consumidor. Outro problema é que os presuntos normalmente são fatiados no ponto de venda e a liberação de líquido pode causar prejuízo devido a perda de massa.

A sinérese ou liberação de líquido é a exsudação de pequenas quantidades de água e nutrientes solúveis que ocorre devido à aproximação das moléculas durante o cozimento (MORI; YOTSUYANAGI; FERREIRA, 1998; CASSENS, 1995).

Para Sams (2001) a quebra das peças durante o fatiamento está relacionada com a má qualidade dos músculos utilizados, balanço da salmoura deficiente, falhas na extração das proteínas solúveis, relação gordura-proteína desfavorável, carne com pH muito ácido, falta de vácuo no tumbleamento, falhas na extração de vácuo no envase e excesso de cozimento. A fatiabilidade considerada padrão em presunto suíno é de 77 (MITTAL; USBORNE, 1986).

Vários ingredientes são utilizados com objetivo de reduzir a quebra de cozimento, aumentar a vida-de-prateleira, reduzir custos da formulação, aumentar a capacidade de retenção de água, melhorar o valor nutritivo e fatiamento (MITTAL; USBORNE, 1986, LANIER, 1991, BARBUT, 2002). É muito raro que um ingrediente por si só possa suprir todas as características funcionais desejadas em um produto

cárneo. Usualmente combinações são necessárias, tais como, a inclusão de proteína de soja, amido e gomas para dar textura semelhante a dos produtos cárneos (SAMS, 2001).

Tratando-se de presunto de peru, os ingredientes mais utilizados são combinações de gomas e proteína de soja. Estes ingredientes influenciam na formação de uma matriz contínua durante o aquecimento e gelatinização, modificando a viscosidade, mobilidade e outras propriedades da fase aquosa e influenciando na aparência e no tamanho das partículas, distribuição e propriedades reológicas (textura) e fração volumétrica do gel (BARRERA et al., 2002).

No estudo realizado por Martins e Weber (2006) e Munhoz; Weber e Chang (2004), a associação de amido e gomas conferiu maior estabilidade ao congelamento e descongelamento e reduziu a sinérese quando estas foram aplicadas na proporção de 0,5% em géis de amido de milho.

No estudo realizado por Mittal; Usborne (1986) verificaram-se os efeitos da utilização de amido de milho (1,25 a 3,47 %) e amido modificado (1,25 a 3,75 %) em salsichas. Os resultados mostraram que o amido de milho apresentou correlação positiva com sabor e negativa com coesividade e estabilidade da emulsão. Já o amido modificado obteve correlação positiva com aceitabilidade de cor, no entanto, apresentou correlação negativa com coesividade e dureza.

Li (2006) avaliou o emprego de 6 % de extrato protéico de galinhas de descarte em presunto cozido. A adição deste ingrediente conferiu maior dureza, sugerindo que as proteínas de pequeno tamanho quando adicionadas afetaram a textura dos presuntos, o que foi verificado pelo aumento da dureza de 11,96 para 16,91 N. As perdas durante o cozimento foram reduzidas de 21,3 % para 19,75 %. A adição deste extrato não provocou diferença nas propriedades de adesividade, elasticidade, coesividade e mastigabilidade.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos da adição de colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar na qualidade de presunto cozido de peru.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver diferentes formulações de presunto cozido de peru contendo colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar;
- Avaliar a influência da adição de colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar em presunto cozido de peru nos seguintes parâmetros: composição centesimal, pH, perdas (durante o resfriamento, por reaquecimento e por congelamento), medida da força de cisalhamento e compressão, fatiabilidade, sinérese, cor, análise microbiológica e atividade de água;
- Avaliar sensorialmente os efeitos da adição de colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar na textura do presunto cozido de peru;
- Comparar sensorialmente os presuntos elaborados com presunto produzido comercialmente.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATÉRIA-PRIMA E PROCESSAMENTO

Os presuntos foram elaborados com coxas de peru desossadas e congeladas fornecidas pela empresa Perdigão Agroindustrial S/A de Carambeí-PR, nas instalações da planta piloto e laboratórios do Centro de Tecnologia de Carnes da Empresa Perdigão Agroindustrial S/A em Videira -SC.

O colágeno utilizado foi obtido de colágeno nativo com frações superiores a 10.000 Da contendo 90 a 95% de proteínas (Collagel), cedido pela Gelita South America de Maringá - PR. O amido modificado (Firm Tex®) foi fornecido pela National Starch de São Paulo/SP e a goma guar (Grindsted® Guar 178-B) foi fornecida pela Danisco – SP. As Figuras 15, 16 e 17 ilustram os ingredientes testados.



Figura 15 - Amido modificado



Figura 16 - Colágeno hidrolisado



Figura 17 – Goma guar

Depois de previamente descongelada, mas ainda sob refrigeração, a matéria-prima (Figura 18) foi cortada (Figura 19) em dois pré-discos no picador (Saydmam®) e retirada uma amostra para leitura de pH.



Figura 18 – Matéria-prima



Figura 19 – Matéria-prima cortada

A carne foi então adicionada à salmoura previamente preparada diretamente no Tumbler Inject Star[®] (Figuras 20, 21 e 22) com capacidade para 30 litros (o volume de salmoura adicionada correspondeu a 40 % de injeção).



Figura 20 – Preparo da salmoura



Figura 21 – Adição de salmoura



Figura 22 – *Tumbler*

A salmoura básica foi composta por 77 % de água, 9,45 % de cloreto de sódio (Romani), 1,75 % de tripolifosfato de sódio (ICL), 1,75 % de sacarose (Guarani), 1,05 % de sal de cura composto de nitrito e nitrato de sódio (Kraki), 0,88 % de condimento concentrado para presunto PL4-2000 (ICL) e 0,18 % de antioxidante (Wenda). Nas Figuras 20 e 21 podem ser observados o preparo e adição de salmoura a carne.

A etapa de massageamento no *tumbler* foi de 4 horas, sob refrigeração (de 0 a 4 °C) e vácuo de 70 % e com rotação de aproximadamente 12 rpm conforme o recomendado por Arima (1995). Em seguida, as peças foram embutidas com embutideira Heinrich Frey Mascherenbauer GmbH®, em tripa de poliamida não termoencolhível (espessura de 13 micras), grampeadas em grampeadeiras Polyclip® e enformadas em fôrmas de 2,5 kg (Zeus S/A) e posteriormente deixadas para maturação por 18 horas (Figuras 23, 24, 25 e 26).



Figura 23 – Abastecimento da Embutideira



Figura 24 – Embutimento



Figura 25 – Fechamento



Figura 26 – Enformagem

O cozimento foi realizado em estufa Reich em etapas (escalonado), sendo: 1 hora a 55 °C (calor úmido, renovação de ar aberta e exaustor desligado), 2 horas a 75 °C (calor úmido, renovação de ar fechada e exaustor desligado) e aproximadamente 1 hora a 85 °C (calor úmido, renovação de ar aberta e exaustor desligado) até as peças atingirem 72 °C internamente. Em seguida ocorreu o resfriamento em banho de água fria e gelo por 2 horas. As amostras foram mantidas sob refrigeração (7 °C) até serem utilizadas nos demais testes. As Figuras 27 e 28 correspondem as etapas de cozimento e resfriamento.



Figura 27– Estufa de cozimento



Figura 28 – Resfriamento

As análises no produto final foram realizadas nos laboratórios da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) - PR, no laboratório de Tecnologia de Carnes da Universidade Estadual de Maringá - Campus de Umuarama (UEM) - PR, no laboratório da Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária em Castro - PR e nas dependências da empresa Perdigão Agroindustrial S/A em Carambeí-PR.

4.2 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

Para o delineamento experimental foi utilizado um Planejamento Fatorial 2^3 com cinco repetições no Ponto Central, conforme a Tabelas 2 e 3. As concentrações de amido modificado e colágeno hidrolisado foram definidas com base nas recomendações dos fabricantes (até 2,0 %). Para goma guar foi utilizado 0,30 % que é o limite máximo permitido pela legislação (BRASIL, 1998). Os gráficos e cálculos dos efeitos foram obtidos pelo programa computacional Statistica[®] 5.0 (STATSOFT, INC) e para a ANOVA, Microsoft Excel[®] 2000 (Microsoft Co.).

Foram avaliadas as seguintes respostas: capacidade de retenção de água (CRA), sinérese, perdas por reaquecimento, congelamento e resfriamento, fatiabilidade, força de cisalhamento e compressão.

TABELA 2 – Níveis utilizados no Planejamento Fatorial

	Nível -1	Nível 0	Nível +1
% Colágeno Hidrolisado	0	1	2
% Amido Modificado	0	1	2
% Goma Guar	0	0,15	0,30

TABELA 3 – Planejamento Fatorial 2^3

Experimentos	Colágeno Hidrolisado	Amido Modificado	Goma Guar
1	1	1	1
2	-1	1	1
3	1	-1	1
4	-1	-1	1
5	1	1	-1
6	-1	1	-1
7	1	-1	-1
8	-1	-1	-1
Ponto Central (9, 10, 11, 12, 13)	0	0	0

4.3 FORMULAÇÕES

Seguindo o Planejamento Fatorial foram desenvolvidas nove formulações conforme descrição dos ingredientes na TABELA 4.

TABELA 4 – Formulações de presuntos cozidos de peru.

Ingredientes	Formulações (%*)								
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	PC**
Carne	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4
Água	20,22	22,22	22,22	24,22	20,52	22,22	22,22	24,52	22,37
Cloreto de sódio	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
Tripolifosfato de sódio	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Sacarose	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Sal de cura	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Condimento	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Antioxidante	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Amido Modificado	2	2	----	---	2	2	---	---	1
Colágeno	2	---	2	---	2	---	2	---	1
Hidrolisado									
Goma Guar	0,3	0,3	0,3	0,3	----	---	---	---	0,15

* % refere-se ao percentual do ingrediente adicionado em relação ao produto final.

** Ponto Central refere-se às formulações F9, F10, F11, F12 e F13.

4.4 DETERMINAÇÃO DO pH e TEMPERATURA DA MATÉRIA-PRIMA

Foram feitas leituras de pH e temperatura na carne. Foi utilizado um potenciômetro de pH DIGIMED DM-20. O eletrodo de pH foi inserido na massa muscular previamente cortada e diluída em 100 mL de água no momento da elaboração dos presuntos (BRASIL, 2005). Esta determinação foi realizada em triplicata.

4.5 DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (CAA) DOS INGREDIENTES

A absorção de água foi determinada em duplicata para os ingredientes testados: amido modificado (Firm Tex[®]), goma guar (Grindsted[®] Guar 178-B) e colágeno hidrolisado (Collagel). Segundo o método descrito por Wang et al (2006) foram pesados 5 g de amostra em um tubo de centrífuga de 50 mL e adicionados 30 mL de água destilada. Agitou-se a amostra por 30 segundos e o conteúdo foi deixado em repouso por 10 min e em seguida, centrifugou-se a amostra a 2.300 rpm por 25 min. Decantou-se e esgotou-se o sobrenadante.

O tubo foi colocado inclinado para baixo (ângulo de 15° a 20°) numa estufa a 50°C, com circulação de ar, durante 25 min. Esfriou-se o tubo em dessecador e pesou-se. A absorção de água foi calculada em relação a 100 g de amostra. Como efeito de comparação foi analisado também a CAA da carragena (Griffth) e do tripolifosfato de sódio (ICL).

4.6 ENSAIOS NO PRODUTO FINAL

4.6.1 Determinação da Composição Centesimal

Foram realizadas as seguintes determinações em base seca e em duplicatas: umidade (Método de gravimetria Indireta a 105 °C), cinzas (Método de incineração em mufla a 550 °C), proteínas (Método de Kjeldahl), lipídios (Método de Soxhlet), teor de sal (NaCl) (Método volumétrico), amido (Método gravimétrico), teor de nitrato (NaNO₃) e nitrito (NaNO₂) (Método espectrofotométrico) e pH (Método eletrométrico) conforme metodologia recomendada pela A.O.A.C (2000) e BRASIL (2005).

4.6.2 Determinação da Capacidade de Retenção de Água (CRA)

A Capacidade de Retenção de Água (CRA) foi avaliada em triplicata utilizando o método de Ockermann; Organisciak (1989) adaptado. O método consistiu em retirar amostras de presunto com 3 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura e pesá-las. As amostras foram comprimidas (50 %) com uso de uma placa de 3 Kg durante 15

minutos (foi utilizada uma placa de vidro para proteger a amostra). Esta avaliação foi realizada a temperatura ambiente de 22 °C e do produto a 7 °C. Após este período foram secas com papel toalha e pesadas novamente. O valor percentual de água retida foi determinado pela diferença de peso. Nas Figuras 29 a 32 podem ser observadas as etapas da determinação da CRA.



Figura 29 – Amostras para avaliação da CRA



Figura 30 – Material para avaliação da CRA



Figura 31 – Prensagem da amostra

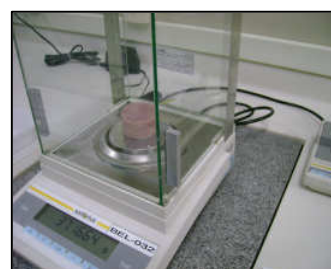


Figura 32 – Pesagem

4.6.3 Atividade de Água (A_w)

A A_w foi medida com o aparelho Aqualab[®], modelo CX2 (Decagon Device inc.) a uma temperatura de aproximadamente 20 °C em triplicata. AquaLab[®] utiliza a técnica de determinação do ponto de orvalho em espelho encapsulado para medir a A_w de um produto. Quando a amostra é medida no AquaLab[®], uma câmara com um

espelho de aço inoxidável é repetidamente esfriada e aquecida, enquanto o orvalho se forma e é subseqüentemente dissipado. O instrumento possui uma ventoinha que faz circular o ar em uma câmara, acelerando o processo de equilíbrio da pressão de vapor. A cada instante através do orvalho formado no espelho, o *AquaLab*[®] mede a temperatura e A_w da amostra, guardando esses valores para comparar com valores posteriores através de repetidas leituras.

4.6.4 Perdas

As perdas foram avaliadas com objetivo de analisar o comportamento dos presuntos quando submetidos ao resfriamento, ciclos de congelamento e descongelamento e reaquecimento visto que atualmente a utilização deste produto em pratos prontos tem se tornado significativa.

A tripa artificial utilizada no experimento foi de poliamida impermeável à água, assim não houve interferência nas perdas observadas nos presuntos. Outro aspecto a ser levado em consideração é que a tripa utilizada não era termo-encolhível assim, nas amostras em que houve a liberação de líquido a embalagem não mascarou o problema.

4.6.4.1 Perdas por resfriamento

As perdas por resfriamento foram analisadas em triplicata por metodologia segundo Yang et al. (2001), citado por Pedroso (2006), onde as amostras de presunto com aproximadamente 2.500 g foram mantidas por 10 dias a temperatura de refrigeração, pesadas individualmente e retiradas das embalagens (Figuras 33 e 34). As peças e embalagens foram secas com papel absorvente e novamente pesadas. O valor percentual foi determinado pela diferença de peso.



Figura 33 – Pesagem Inicial



Figura 34 – Produto sem embalagem

4.6.4.2 Perdas por ciclos de congelamento

Seguindo a metodologia de Lee et al. (2002), com algumas adaptações, as amostras foram cortadas em retângulos de aproximadamente 1 cm de altura e foram divididas em quatro partes. As amostras foram então pesadas e embaladas individualmente em pacotes plásticos e levadas ao congelamento a -18°C . Após 24 horas de congelamento as peças foram descongeladas a temperatura ambiente por 4 horas e então embaladas em papel filtro de 12,5 cm de diâmetro. Posteriormente, as amostras foram prensadas entre duas placas de vidro usando 2.000 g por 5 minutos (Figuras 35 e 36). Após prensagem foram retiradas do papel filtro e novamente pesadas e o percentual de água perdido foi determinado pela diferença de peso. Ao total foram feitos três ciclos de congelamento em duplicatas para cada um.



Figura 35 – Amostra após descongelamento



Figura 36 – Compressão da amostra

4.6.4.3 Perdas por reaquecimento

Seguindo metodologia proposta por Hachmeister; Herald (1998) as amostras foram cortadas em tamanhos uniformes de 2,0 x 2,0 x 6,0 cm e pesadas. Foram mergulhadas em aproximadamente 300 mL de água em ebulição em bquer de 500

mL, coberto com vidro relógio e mantidas por 6 minutos. Após o tratamento foram escorridas em papel toalha e colocadas sob refrigeração por 6 minutos. O percentual de perda por reaquecimento foi dado pela diferença de peso. Esta análise foi realizada em duplicata.



Figura 37 – Reaquecimento da amostra



Figura 38 – Amostras após o reaquecimento

4.6.5 Medida da Força de Cisalhamento e Compressão

Foi utilizado o texturômetro modelo TAX.T2i (*Stable Micro Systems*) para se obter os valores de tensão de cisalhamento e compressão das amostras de presunto (Figuras 39, 40 e 41). As amostras foram cortadas em cubos de 1,5 x 1,5 x 2,0 cm. Os pedaços foram comprimidos utilizando célula cilíndrica de 25 mm (P25) com distância de 10 mm e compressão de 66,67% e a coleta dos dados foi feita utilizando o *software Texture Expert V1.19 (Stable Micro Systems)*, sendo os valores de picos máximos de compressão apresentados em Newton (N). O teste foi realizado em dez repetições. Para avaliação da tensão de cisalhamento as amostras de presunto de peru foram cortadas em fatias de 1,5 x 1,5 x 4,0 cm, e o *probe* utilizado foi o Warner-Bratzler Blade (HDP/BS) com uma distância de 25 mm onde

foi efetuado o corte transversal. Para esta análise também foram realizadas 10 repetições.

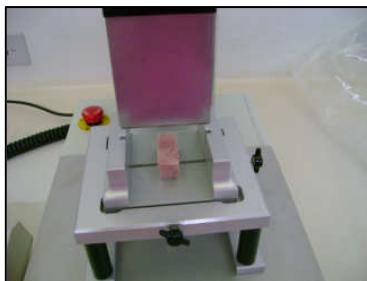


Figura 39 – Medida da Força de Cisalhamento



Figura 40 – Antes da compressão



Figura 41 – Depois da compressão

4.6.6 Cor Instrumental

As coordenadas de cor determinam a luminosidade (L^*) e a cromaticidade (sendo a^* o índice de verde a vermelho e b^* o índice azul a amarelo), obtidos por diferentes cálculos matemáticos nos sistemas CIELAB (L^* , a^* , b^*) e HunterLab (L , a , b). Para esta análise foi utilizado o colorímetro Minolta®, modelo CR400, luz D65,

calibrado com padrão branco ($Y=93$, $x=0,3136$ e $y=0,3321$), sendo obtidos valores de L^* , a^* e b^* (Figura 42). Foram realizadas seis repetições.



Figura 42 – Avaliação Instrumental da cor

4.6.7 Sinérese

Seguindo metodologia desenvolvida pela empresa Perdigão Agroindustrial S/A, as amostras de presunto foram cortadas em cubos medindo 2 x 2 cm de espessura. Posteriormente, dez cubos foram embalados à vácuo e os pacotes armazenados sob refrigeração e a cada dois dias foram deixados por 2 horas a temperatura ambiente para simular condições de estresse ao produto. Após as 2 horas o produto era retornado à geladeira. Após o período de sete dias de repetição do procedimento descrito acima a embalagem foi aberta e os cubos foram secos em papel toalha e pesados (Figuras 43 e 44). O percentual de sinérese foi calculado pela diferença de peso. Esta avaliação foi realizada em duplicata.



Figura 43 – Amostra inicial



Figura 44 – Secagem da amostra

4.6.8 Fatiabilidade

Seguindo a metodologia sugerida por O'Neill et al. (2002), em uma fatiadeira (Siemens) foram cortadas 10 fatias de presunto com aproximadamente 2 mm de espessura e monitorados os pedaços que se quebravam durante o corte. O escore

de fatiabilidade foi de 0 (extremamente ruim) a 10 (excelente). Os resultados são expressos em porcentagem. Esta avaliação foi realizada em triplicata sendo cada uma com dez repetições.

4.6.9 Análise Microbiológica

A análise microbiológica foi realizada segundo a RDC12 (BRASIL, 2001) para Coliformes Totais, *Salmonella* sp e *Staphylococcus* coagulase positiva.

4.6.10 Análise Sensorial

A avaliação sensorial foi realizada nas dependências da empresa Perdigão Agroindustrial S/A na qual participaram 65 funcionários da empresa. Os provadores não eram treinados, mas conheciam bem as características do produto porque participavam das degustações de rotina da própria empresa.

Para avaliar sensorialmente os presuntos desenvolvidos foram realizados três testes com objetivo de verificar se os ingredientes testados influenciaram ou não nas características sensoriais esperadas para presunto cozido de peru.

Devido ao grande número de formulações foi realizado primeiramente o teste de preferência com objetivo de saber as melhores formulações para dar sequência aos testes sensoriais.

Para avaliar especificamente a textura foi realizado o teste de Comparação Múltipla comparando com um produto comercial. Por fim, para avaliar as características de qualidade dos presuntos foi realizado o teste de Perfil de Características.

4.6.10.1 Teste de Preferência

Para a análise de preferência e aceitabilidade foi utilizada a Escala Hedônica. Este método avalia o quanto o provador gostou ou desgostou de uma determinada amostra e pode ser utilizado para provadores não-treinados (DUTKOSKY, 1996). Foi utilizada uma Escala Hedônica de nove pontos ancorada no nível máximo e mínimo desgostei extremamente (1) e gostei extremamente (9) (ABNT, 1998). As amostras cortadas em cubos foram codificadas e fornecidas a 30 provadores não treinados

onde cada um avaliou a impressão global do produto. Através desta avaliação foram selecionadas as quatro melhores formulações para dar sequência aos testes. As médias obtidas foram submetidas à análise estatística pelo método de Análise de Variância – ANOVA utilizando o programa Statistica® 5.0 (STATSOFT, INC).

4.6.10.2 Comparação Múltipla

Foi realizado o Teste de Comparação Múltipla para avaliar se existia diferença significativa ($p < 0,05$) na textura das amostras tendo como referência uma amostra de presunto de peru comercial (DUTCOSKY, 1996). Esta análise também foi feita para estimar o grau de diferença de textura.

O princípio do teste consta do fornecimento de uma fatia da amostra padrão especificada com a letra P e as outras fatias das amostras codificadas seguindo o planejamento fatorial das formulações de presunto de peru. Os provadores foram solicitados a provar as amostras e compará-las com o padrão através de uma escala (1-melhor, 2-igual e 3-pior) e em uma segunda etapa avaliaram o grau de diferença entre a amostra codificada e a padrão usando uma escala (1-nenhum a 5-extremo).

Foram feitos 20 julgamentos com pessoas não treinadas por análise. As médias obtidas foram submetidas à análise estatística pelo método de Análise de Variância – ANOVA utilizando o programa Statistica® 5.0 (STATSOFT, INC).

4.6.10.3 Perfil de Características

Neste teste, 15 provadores não treinados avaliaram atributos gerais como aparência, cor, odor, sabor e textura. As amostras foram cortadas em cubos e codificadas. Para avaliar os atributos, os provadores utilizaram uma escala de qualidade (classificatória) de cinco pontos na qual as notas variaram de: 1-péssimo a 5-excelente, conforme ABNT-NBR 14141 (1998). As médias obtidas foram submetidas à análise estatística pelo método de Análise de Variância – ANOVA utilizando o programa Statistica® 5.0 (STATSOFT, INC).

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As médias obtidas foram submetidas à análise estatística pelo método de Análise de Variância – ANOVA utilizando o programa Statistica[®] 5.0 (STATSOFT, INC).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 DETERMINAÇÃO DO pH e TEMPERATURA DA MATÉRIA-PRIMA

Constatou-se que o pH médio da matéria-prima foi de $6,06 \pm 0,03$ e a temperatura média foi de $4,9 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,90$. Pode-se considerar que os valores de pH e temperatura encontrados estão dentro do padrão recomendado ($>5,8$), para assegurar uma boa capacidade de retenção de água (CRA) do presunto conforme Monteiro e Terra (1999). Portanto, descarta-se a possibilidade de que a carne utilizada tenha tido características PSE ou DFD e que pudesse afetar as características de qualidade dos presuntos elaborados. A temperatura abaixo de $7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ é importante para uma melhor retenção da salmoura que será injetada ou incorporada à carne.

5.2 DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (CAA) DOS INGREDIENTES

A determinação da Capacidade de Absorção de Água (CAA) dos ingredientes foi realizada para mostrar que de maneira individual os ingredientes testados (amido modificado, colágeno hidrolisado e goma guar) e os ingredientes utilizados normalmente em salmouras para presuntos (carragena e tripolifosfato de sódio) têm grande capacidade de absorção de água.

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados de CAA para os ingredientes avaliados.

TABELA 5 – Capacidade de Absorção de Água (CAA) dos ingredientes.

% de Absorção de Água (CAA)	Média	DP
Colágeno Hidrolisado (<i>Collagel</i>)	13,25 ^a	1,42
Tripolifosfato de sódio (<i>ICL</i>)	59,64 ^b	1,46
Amido (<i>Firm Tex</i>)	92,01 ^c	5,12
Carragena (<i>Griffth</i>)	336,8 ^d	2,13
Goma Guar (<i>Danisco</i>)	548,1 ^e	0,83

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

Os resultados revelaram como era esperado, diferença significativa entre os ingredientes ($p < 0,05$). O colágeno hidrolisado foi o que obteve menor CAA, em média 13,25 %, enquanto que a goma guar apresentou o maior valor, em média

548,09 %.

Segundo Griffith (1998) a carragena tem poder de absorção de até 30 vezes o seu peso. O colágeno nativo apresenta CAA cerca de 5 a 10 vezes o seu peso (Gelita, 2002). Em termos de comparação, Wang et al (2006) obtiveram a CAA de farinha de trigo e os resultados revelaram ao redor de 60 %.

Os resultados para o colágeno hidrolisado foram menores que os dados da literatura, pois segundo NOVAPROM et al. (2006) pode chegar a seis vezes o peso, provavelmente porque o colágeno testado passou por processo de modificação em sua estrutura (hidrólise) e isto possivelmente afetou a CRA. O tripolifosfato mostrou uma boa CAA visto que é um ingrediente básico em qualquer salmoura para presunto e a goma guar apresentou valores de CAA de até cinco vezes o seu peso.

5.3 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

5.3.1 – Determinação de Amido e Sal

Os resultados obtidos para amido modificado e sal (NaCl) encontram-se na Tabela 6 .

TABELA 6 – Teores de amido modificado e sal das amostras analisadas.

Experimentos	NaCl (%)		Amido (%)	
	Média	DP	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	3,38 ^c	0,03	0,97 ^d	0,00
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	3,12 ^{ab}	0,08	0,95 ^d	0,16
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	3,19 ^{abc}	0,05	0,00 ^a	0,00
F4 - 0,3% de guar	3,07 ^a	0,03	0,00 ^a	0,00
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	3,31 ^{bc}	0,05	1,05 ^d	0,06
F6 - 2% de amido	3,23 ^{abc}	0,03	0,60 ^c	0,09
F7 - 2% de colágeno	3,22 ^{abc}	0,01	0,00 ^a	0,00
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	3,22 ^{abc}	0,01	0,00 ^a	0,00
F9 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	3,30 ^c	0,05	0,27 ^{bc}	0,00
F10 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	3,30 ^{bc}	0,03	0,23 ^{ab}	0,02
F11 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	3,28 ^{abc}	0,07	0,20 ^b	0,03
F12 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	3,29 ^{abc}	0,08	0,56 ^c	0,16
F13 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	3,25 ^{abc}	0,11	0,40 ^{bc}	0,00

*Médias com letras diferentes diferem significativamente (p<0,05). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

Os teores de sal (cloreto de sódio) encontrados variaram de 3,07 a 3,38%. Foi observada diferença nos teores de sal e amido para as amostras analisadas

($p < 0,05$). Os valores encontrados para o teor de sal estão acima dos valores adicionados na salmoura (2,7 %) devido à utilização de sal de cura cuja composição é entre 86 a 90 % de cloreto de sódio, o que aumentou o teor de cloreto de sódio final em aproximadamente 0,30 %.

Como não foi utilizada embalagem termo-encolhível com objetivo de não mascarar a possível liberação de líquidos pelas formulações desenvolvidas, naqueles presuntos em que houve a liberação de líquido houve perdas inclusive de sal, o que pode ter ocasionado variações nos teores encontrados. Na formulação F1 foi encontrado o maior valor para o teor de sal o que possivelmente pode ter ocorrido devido a utilização dos ingredientes no maior nível podendo ter auxiliado na maior retenção de água e sólidos na carne.

Para os teores de amido nota-se uma diferença importante entre a quantidade nominal da amostra (1 a 2 %) com o resultado experimental, inclusive naquelas amostras que foram adicionadas na mesma proporção (F9 a F13). Os resultados demonstram a fragilidade do método utilizado (Gravimétrico) para este tipo de produto, devido às quantidades relativamente pequenas deste aditivo (2 %). Este problema revela a dificuldade de controle por parte dos órgãos de fiscalização oficiais. Qualitativamente o método é eficiente, pois nas amostras em que não foi adicionado amido (F3, F4, F7 e F8) o mesmo não foi detectado. Pedroso (2006) obteve resultados semelhantes para presunto cozido de peru adicionado de amido de mandioca e carragena.

5.3.2 – Determinação de Nitrito (NaNO_2) e Nitrato (NaNO_3)

Conforme a Tabela 7 os resultados obtidos para a determinação de nitrito e nitrato não apresentaram diferença significativa entre as formulações ($p < 0,05$).

Conforme Cassens (1995), os nitratos e nitritos residuais são importantes para garantir a vida-de-prateleira de produtos cozidos pois inibem o crescimento de algumas bactérias, especialmente o *C. botulinum* e retardam o desenvolvimento da rancificação. A soma dos teores de nitrato e nitrito para todas as formulações desenvolvidas ficou dentro do limite máximo permitido pela legislação (150 ppm) (BRASIL, 2000).

TABELA 7 – Teores de Nitrato e Nitrito das amostras analisadas.

Experimentos	Nitrito (ppm)		Nitrato (ppm)	
	Média	DP	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	2,82 ^a	0,54	80,12 ^a	0,03
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	2,36 ^a	0,54	74,54 ^a	0,01
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	3,28 ^a	1,83	73,62 ^a	0,01
F4 - 0,3% de guar	2,13 ^a	0,00	75,68 ^a	0,08
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	5,94 ^a	3,44	76,29 ^a	0,02
F6 - 2% de amido	7,24 ^a	3,34	83,98 ^a	2,06
F7 - 2% de colágeno	2,82 ^a	0,54	75,79 ^a	0,01
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	2,51 ^a	0,11	76,18 ^a	0,00
Ponto Central (1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar)	3,03 ^a	0,67	76,02 ^a	0,03

*Médias com letras iguais não diferem significativamente ($p > 0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

As perdas durante o processamento chegaram a 47 % da quantidade adicionada inicialmente e os valores encontrados são diferentes dos 10 a 20 % mencionados por Cheng; Wang; Ockerman (1997). Estas variações podem ser decorrentes das condições de elaboração do produto tais como: tumbleamento, injeção e cura e também da sensibilidade do método analítico.

5.3.3 – Determinação de Umidade e Proteína

Na Tabela 8 estão apresentados os resultados para os teores de umidade e proteína para os presuntos desenvolvidos. Observa-se que houve diferença significativa para os valores de umidade ($p < 0,05$), porém o mesmo não foi observado para os teores de proteína ($p > 0,05$).

Os resultados de umidade variaram de 73,61 a 77,13 %. Esta variação reflete o efeito dos ingredientes adicionados na retenção de umidade, embora a salmoura tenha sido adicionada na mesma proporção para todas as formulações (40 %).

Na amostra que continha os ingredientes estudados nos maiores níveis (F1) não foi observada necessariamente a maior retenção de umidade. A formulação F3 foi a que apresentou menor teor de umidade e isto provavelmente foi afetado pela excessiva liberação de líquidos no cozimento.

No estudo realizado por Pedroso (2006) a adição de amido e carragena não influenciaram nos teores de umidade e proteína, sendo que estes variaram de 74,06 a 75,85 % para umidade e de 14,65 a 15,78 % para proteína. No entanto, os

presuntos elaborados por Schilling et al. (2003) utilizando carne PSE e 3% de amido modificado *Firm Tex*[®], apresentaram diferenças na composição química.

TABELA 8 – Teores de Umidade, Proteína e Relação Umidade:Proteína das amostras analisadas.

Experimentos	Umidade (%)		Proteína (%)		Relação Umidade:Proteína
	Média	DP	Média	DP	Média
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	75,16 ^{ab}	0,17	15,36 ^a	0,79	4,89
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	76,91 ^b	0,20	13,34 ^a	0,31	5,77
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	73,61 ^a	2,68	15,09 ^a	0,10	4,88
F4 - 0,3% de guar	77,40 ^b	0,50	13,51 ^a	0,41	5,73
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	74,80 ^{ab}	0,17	14,15 ^a	0,78	5,29
F6 - 2% de amido	77,13 ^b	0,18	12,72 ^a	0,60	6,06
F7 - 2% de colágeno	75,31 ^{ab}	0,01	14,03 ^a	0,67	5,37
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	77,53 ^b	0,18	13,51 ^a	0,46	5,74
F9 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	76,87 ^b	0,01	14,18 ^a	1,56	5,42
F10 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	76,68 ^b	0,05	15,33 ^a	0,80	5,00
F11 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	76,50 ^{ab}	0,03	14,32 ^a	0,76	5,34
F12 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	76,91 ^b	0,08	14,30 ^a	0,76	5,38
F13 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	76,82 ^b	0,13	12,76 ^a	0,54	6,02

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

Conforme Pearson; Tauber (1984) de uma maneira geral, a composição físico-química média de presunto apresenta um teor de umidade de 71 % e proteína de 15 %.

Verifica-se também que algumas amostras produzidas (F2, F4, F6 e F8) não se enquadram no Padrão de Identidade e Qualidade de Presunto (BRASIL, 2000), uma vez que os teores de proteína encontrados terem sido inferiores a 14 %, e para outras amostras (F7, F8, F9, F12 e F13) a relação umidade:proteína foi superior a 5,35. Esta relação também é afetada pelo teor de lipídios na matéria-prima, que no caso de coxa de peru é relativamente baixo.

Segundo ORDÓÑEZ (2005), as diferenças nos teores de umidade encontradas no presente estudo podem ser explicadas pelas perdas que a carne sofre durante o transporte, armazenamento, congelamento e descongelamento. Esses fatores influenciam diretamente a CRA da carne, do mesmo modo que influenciam as perdas após o processamento térmico e as propriedades de mistura e liga com outros ingredientes. Este aspecto é relevante na produção de presunto cozido, onde é preciso obter uma adequada proporção de proteína e umidade, tanto

para palatabilidade como para alcançar o peso adequado do produto final.

É importante salientar que não foram adicionadas proteínas de origem vegetal (principalmente proteína de soja), embora esta prática seja muito comum na indústria para garantir o teor mínimo exigido de proteínas (14 %).

A adição de colágeno não contribuiu para o aumento na porcentagem de proteína no produto final (não houve diferença significativa $p > 0,05$). Conforme Almeida et al. (2006) o aumento no conteúdo protéico só ocorre quando o colágeno é adicionado em níveis maiores que 3,63 %.

Os resultados para umidade nas amostras adicionadas de colágeno divergem de Schilling et al. (2003) que citam que o colágeno retém a umidade no cozimento e como consequência disto observa-se maior teor de umidade final.

5.3.4 – Determinação de Lipídios e Cinzas

Na Tabela 9 são apresentados os teores de lipídios e cinzas para as amostras de presunto de peru elaboradas. Observa-se que não foi verificada diferença significativa para cinzas ($p < 0,05$), mas para lipídios foi observada diferença ($p > 0,05$). Como eram esperados os valores de cinzas não variaram entre as amostras de presunto. A mesma situação foi observada por Pedroso (2006), porém os valores encontrados foram superiores àqueles do autor (2,94 a 3,39 %). Este resultado está ligado à quantidade de ingredientes e sólidos adicionados à salmoura. Conseqüentemente a formulação onde os ingredientes testados foram adicionados no nível máximo o teor de sólidos foi maior (F1), porém esta diferença não foi significativa.

A porcentagem de lipídios encontrada variou entre as amostras analisadas, sendo que a formulação F8 apresentou teor de lipídios relativamente mais alto que todas as outras amostras. Esta variação pode ser devido a variações na matéria-prima utilizada visto que foram utilizados 200 kg de carne, e também a forma como os ingredientes testados auxiliaram na retenção da gordura na matriz protéica, dificultando ou não a extração com solvente (Método Soxhlet) (CECCHI, 1999).

Os valores encontrados para o teor de lipídios divergem dos 2 a 3,2% sugeridos por Barbut (2002) e dos valores encontrados por Pedroso (2006). Este último, utilizando como matéria-prima carne de sobrecoxa de peru, encontrou teores de lipídios entre 2,39 e 3,79 %. Comparando os valores mencionados para presunto

de peru com o presunto elaborado com carne suína, os teores de gordura são consideravelmente menores (PEARSON; TAUBER, 1984).

TABELA 9 – Teores de Lipídios e Cinzas das amostras analisadas.

Experimentos	Lipídios (%)		Cinzas (%)	
	Média	DP	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	0,93 ^{ab}	0,32	4,18 ^a	0,03
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	0,69 ^a	0,06	3,98 ^a	0,01
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	1,25 ^{abc}	0,09	4,06 ^a	0,01
F4 - 0,3% de guar	1,31 ^{abcd}	0,03	3,92 ^a	0,08
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	0,70 ^a	0,18	4,12 ^a	0,02
F6 - 2% de amido	0,80 ^{ab}	0,10	2,64 ^a	2,06
F7 - 2% de colágeno	1,86 ^{cde}	0,31	4,06 ^a	0,01
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	2,23 ^e	0,32	4,11 ^a	0,00
F9 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	1,18 ^{abc}	0,13	4,09 ^a	0,01
F10 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	1,18 ^{abc}	0,01	4,20 ^a	0,06
F11 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	1,29 ^{abcd}	0,09	4,10 ^a	0,02
F12 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	1,99 ^{de}	0,23	4,09 ^a	0,03
F13 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	1,47 ^{bcd}	0,03	4,10 ^a	0,03

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

Os baixos teores de lipídios encontrados provavelmente podem estar associados à utilização de carne de coxa de peru que apresenta menos tecidos adiposos que a carne de sobrecoxa.

Os valores estão dentro do limite da legislação para produtos *low-fat* ou *light* que determinam o máximo de 3 % de lipídios (BRASIL, 1998a). Portanto, os presuntos desenvolvidos se enquadram nesta classe de alimentos.

5.4 – DETERMINAÇÃO DO pH

As amostras não apresentaram diferenças significativas entre si quanto aos valores de pH ($p < 0,05$). Os resultados podem ser visualizados na Tabela 10.

Estes dados conferem com os valores de 6,59 a 6,65 encontrados em presunto de peru com adição de amido de mandioca e carragena desenvolvidos por Pedroso (2006). Segundo Pearson; Tauber (1984) o pH do presunto suíno encontra-se numa faixa de 5,9 a 6,1, portanto mais baixa que o presunto cozido de peru.

TABELA 10 – Valores de pH encontrados nas amostras analisadas.

Experimentos	pH	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	6,57 ^a	0,03
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	6,64 ^a	0,00
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	6,61 ^a	0,01
F4 - 0,3% de guar	6,66 ^a	0,01
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	6,52 ^a	0,17
F6 - 2% de amido	6,69 ^a	0,01
F7 - 2% de colágeno	6,55 ^a	0,01
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	6,58 ^a	0,01
Ponto Central (1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar)	6,61 ^a	0,01

*Médias com letras iguais não diferem significativamente ($p>0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

A adição de fosfato na salmoura contribui para elevação do pH da carne e conseqüentemente do produto final de $6,06\pm0,03$ para $6,60\pm0,17$. Segundo Odórñez et al. (2005) os fosfatos deslocam o pH da carne para zonas mais favoráveis para a CRA (pH mais elevados que o do ponto isoelétrico).

5.5– CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA)

Na Tabela 11 estão apresentados os resultados para a capacidade de retenção de água para os presuntos desenvolvidos.

TABELA 11 – Capacidade de Retenção de Água (CRA) das amostras analisadas.

Experimentos	CRA (%)	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	96,94 ^b	1,19
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	97,01 ^b	1,01
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	97,71 ^b	1,04
F4 - 0,3% de guar	92,83 ^a	1,48
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	97,74 ^b	0,48
F6 - 2% de amido	98,02 ^b	0,56
F7 - 2% de colágeno	96,63 ^b	0,99
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	97,15 ^b	0,53
F9 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	97,68 ^b	1,06
F10 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	98,78 ^b	0,05
F11 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	98,55 ^b	0,24
F12 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	98,19 ^b	0,14
F13 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	97,77 ^b	0,28

*Médias com letras iguais não diferem significativamente ($p>0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

Pode-se observar que houve diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$). A formulação F4 apresentou menor CRA demonstrando que o ingrediente testado não foi o suficiente para reter toda água do produto. Além das interpretações individuais dos resultados, por intermédio do planejamento fatorial 2^3 , é possível prever o comportamento dos produtos e medir o efeito da utilização de um determinado ingrediente, bem como a interação entre eles em toda a faixa avaliada.

A amostra F8 mostrou um resultado interessante porque não foi adicionado nenhum dos ingredientes testados, porém, o resultado não foi o pior, concordando com Dineen et al. (2000). Este resultado de CRA reflete a ação dos fosfatos aumentando a CRA da carne (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2002).

Schilling et al. (2004) testaram a utilização de amido modificado Firm Tex[®] em nível de 3 % e obtiveram um aumento na CRA do produto final.

Pela Tabela 12 é possível verificar os efeitos do experimento ($p < 0,05$). O valor p é uma medida de plausibilidade dos resultados da amostra quando a hipótese nula é assumida como verdadeira. Quanto menor o valor de p , menos provável que os resultados da amostra venham de uma população onde a hipótese nula é verdadeira (OLIVEIRA et al., 2006).

Em relação a CRA houve efeito significativo para os três ingredientes testados individualmente (amido modificado, colágeno hidrolisado e goma guar) e para a interação entre colágeno e amido, colágeno e guar e para a interação entre os três ingredientes juntos. A interação colágeno e amido modificado afeta negativamente a CRA e a interação colágeno e guar afeta positivamente a CRA. O efeito da interação entre os três ingredientes reduziu a CRA.

TABELA 12 – Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta CRA.

	Efeitos	Desvio Padrão	p
Média/Interação	97,306	0,214	0,000*
(1) Colágeno	1,001	0,338	0,041*
(2) Amido	1,348	0,338	0,016*
(3) Guar	-1,262	0,338	0,020*
1X2	-1,178	0,338	0,025*
1X3	1,400	0,338	0,014*
2x3	0,356	0,338	0,692
1x2x3	-1,295	0,338	0,019*

* Significância de 95 %.

5.6– ATIVIDADE DE ÁGUA (Aw)

Os valores encontrados para Aw não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) conforme a Tabela 13. Os resultados ficaram abaixo da faixa de 0,96 a 0,98 conforme Pearson; Tauber (1984). Este resultado é interessante do ponto de vista microbiológico, onde a adição dos ingredientes testados reduziu a quantidade de água disponível e assim contribui também para uma maior vida-de-prateleira do produto.

Pedroso (2006) encontrou valores médios de Aw de 0,979 em presunto de peru adicionado de carragena e amido de mandioca em até 1 %. Estas variações devem-se provavelmente aos níveis e propriedades dos ingredientes adicionados. A formulação F8 em que não foi adicionado nenhum dos ingredientes testados, mostrou um resultado interessante porque não apresentou o maior valor de Aw como era o esperado; pode-se considerar que a ação do tripolifosfato de sódio foi efetiva na redução da água disponível no produto.

TABELA 13 – Atividade de Água (Aw) das amostras analisadas.

Experimentos	Aw	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	0,845 ^a	0,01
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	0,855 ^a	0,01
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	0,850 ^a	0,00
F4 - 0,3% de guar	0,850 ^a	0,00
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	0,845 ^a	0,01
F6 - 2% de amido	0,850 ^a	0,00
F7 - 2% de colágeno	0,850 ^a	0,00
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	0,850 ^a	0,00
F9 a F13 - Ponto Central (1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar)	0,857^a	0,01

*Médias com letras iguais não diferem significativamente ($p > 0,05$). *As médias são referente a determinação em duplicatas.

5.7– PERDAS

No que se refere às perdas, é importante mencionar que a matéria-prima utilizada neste experimento foi previamente congelada e 24 horas antes de serem utilizadas passaram pelo processo de descongelamento sob refrigeração, com a finalidade de reabsorção da água tissular, conforme sugere Ordóñez (2005).

Outro agravante é que o descongelamento prejudica a CRA da carne, no entanto, os resultados foram satisfatórios visto que 100 % da carne utilizada foi descongelada. No nível de indústria é comum a utilização de até 30 % do volume de carne descongelada.

5.7.1 - Perdas por resfriamento

Na Tabela 14 estão apresentadas as perdas por resfriamento, podendo-se observar que houve diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$). O menor valor encontrado foi para F6 e o maior valor para F7. Na formulação F7 foi observada grande quantidade de líquido exsudado.

Pode-se verificar que os ingredientes testados reduziram as perdas no resfriamento. Pedroso (2006) obteve 0,91 a 8,18 % de perdas no resfriamento de presunto cozido de peru adicionado de amido e carragena. Da mesma forma os resultados mostraram menores perdas para as formulações que continham amido (2 %).

TABELA 14 – Perdas por Resfriamento (%) das amostras analisadas.

Experimentos	Resfriamento (%)	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	0,40 ^{ab}	0,09
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	0,55 ^{bc}	0,06
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	2,64 ^h	0,11
F4 - 0,3% de guar	0,88 ^d	0,09
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	1,75 ^g	0,10
F6 - 2% de amido	0,32 ^a	0,02
F7 - 2% de colágeno	3,43 ⁱ	0,06
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	1,61 ^{fg}	0,02
F9 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	0,92 ^d	0,02
F10 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	1,33 ^e	0,06
F11 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	1,50 ^{ef}	0,12
F12 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	1,06 ^d	0,08
F13 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	0,63 ^c	0,04

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a determinação em triplicata.

Avaliando os efeitos (Tabela 15) verifica-se que o amido diminuiu significativamente a porcentagem de perda por resfriamento ($p < 0,05$).

O aumento na concentração de amido reduziu as perdas no resfriamento. O colágeno apresentou efeito contrário, ou seja, agiu negativamente, aumentando as perdas quanto maior a concentração adicionada dentro da faixa estudada.

As diferenças entre as replicatas podem ser justificadas pelas variações na secagem da embalagem com papel toalha, principalmente pela dificuldade de secagem de bordas e extremidades das embalagens.

TABELA 15 – Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Perdas por Resfriamento (%).

	Efeitos	Desvio Padrão	p
Média/Interação	1,309	0,094	0,002*
(1) Colágeno	1,215	0,241	0,007*
(2) Amido	-1,384	0,241	0,004*
(3) Guar	-0,656	0,241	0,053
1X2	-0,574	0,241	0,076
1X3	-0,411	0,241	0,163
2X3	0,099	0,241	0,701
1X2X3	-0,379	0,241	0,191

* Significância de 95 %.

5.7.2 - Perdas por ciclos de congelamento

O congelamento não é recomendado para presuntos, porém devido ao aumento de produtos prontos ou semi-prontos, a indústria de produtos cárneos direciona seus estudos para este segmento. No caso de massas como pizzas e lasanhas congeladas, a utilização de produtos cárneos não pode gerar perda de água durante o descongelamento do produto e o produto deve resistir às falhas na cadeia de frio durante o transporte até os pontos de venda.

Para estimar a resistência aos ciclos de congelamento e descongelamento foram realizados ciclos de congelamento e descongelamento, sendo que o Ciclo 1 corresponde ao 1º ciclo de congelamento e descongelamento, o Ciclo 2 a 2 ciclos de congelamento e descongelamento e assim sucessivamente.

As amostras submetidas a um ciclo de congelamento e descongelamento apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) no percentual de perdas. As perdas variaram de 4,00 % (F6) a 10,18 % (F8) (Tabela 16).

TABELA 16 – Perdas por Congelamento (%) das amostras submetidas ao Ciclo 1.

Experimentos	Ciclo 1 (%)	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	5,16 ^a	0,93
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	4,90 ^a	0,79
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	4,80 ^a	0,35
F4 - 0,3% de guar	5,59 ^a	0,43
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	4,47 ^a	0,18
F6 - 2% de amido	4,00 ^a	0,18
F7 - 2% de colágeno	10,02 ^b	1,85
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	10,18 ^b	0,88
Ponto Central (1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar)	4,32 ^a	0,62

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

A formulação F6 foi a que apresentou as menores perdas, ou seja, resistiu mais ao estresse do congelamento-descongelamento. Esta maior resistência deve-se a utilização de amido modificado que proporciona maior resistência.

A amostra em que não foi adicionado nenhum dos ingredientes testados (F8) as perdas chegaram a 10,18 %, no entanto, a amostra F7 obteve resultados semelhantes a F8, demonstrando a baixa resistência conferida pelo colágeno hidrolisado testado.

Na Tabela 17 é possível verificar os efeitos dos ingredientes testados nas perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 1). O colágeno individualmente não apresentou efeito significativo na % de perdas, no entanto o amido modificado e a goma guar afetaram individualmente e a interação entre eles também afetou as perdas por congelamento (Ciclo 1).

TABELA 17 – Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta perdas por congelamento (Ciclo 1)

	Efeitos	Desvio Padrão	p
Média/Interação	5,442	0,111	0,000*
(1) Colágeno	-0,051	0,176	0,785
(2) Amido	-3,016	0,176	0,000*
(3) Guar	-2,051	0,176	0,000*
1X2	0,411	0,176	0,079
1X3	-0,204	0,176	0,311
2X3	2,846	0,176	0,000*
1x2x3	0,090	0,176	0,069

* Significância de 95 %.

A Tabela 18 apresenta a Análise de Variância (ANOVA) para a porcentagem de perdas por congelamento (Ciclo 1). Com os coeficientes de regressão obtidos pela ANOVA é possível testar a significância dos mesmos através da estatística **F (Fischer-Snedecor)**. A estatística **F** determina a relação significativa entre a variável dependente e o conjunto de variáveis explicativas, testando-se as hipóteses: H0 (hipótese nula) se $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_n = 0$ (não existe relação linear entre a variável dependente e o conjunto de variáveis explicativas), e H1 (hipótese alternativa) se pelo menos um coeficiente de regressão não é igual a zero, existe relação linear. Os valores críticos de **F** são obtidos em tabelas. Se **F** encontrado for maior que o **F** crítico, rejeita-se H0.

O valor de F também é calculado para Falta de Ajuste para avaliar se o modelo está ou não bem ajustado, ou seja, valores altos de F significam muita falta de ajuste. Neste caso o valor de F encontrado para Falta de Ajuste foi menor que o F tabelado, portanto o modelo encontrado para a resposta porcentagem de perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 1) foi preditivo e significativo, tornando adequada a sua utilização.

TABELA 18 – Análise de Variância (ANOVA) para a resposta % de perdas por congelamento (Ciclo 1).

Fonte de variação	Soma quadrática	GL	Média quadrática	F calculado
Regressão	52,347	7	7,478	53,954
Resíduo	0,693	5	0,139	
Falta de ajuste	0,446	1	0,446	7,228
Erro puro	0,247	4	0,062	
Total	53,733	12		

O valor de F encontrado foi 11 vezes maior que o F tabelado (4,88). O teste-F assegurou a validade do modelo, já que o F calculado foi maior que o F tabelado, para um intervalo de confiança de 95 %.

Assim, o modelo (**Equação 1**) foi utilizado na construção das superfícies de resposta, permitindo a visualização do comportamento da porcentagem de perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 1) dos presuntos desenvolvidos em função das variáveis significantes.

Equação (1)

% Perdas por Congelamento Ciclo 1: $4,320 + 1,823C^2 - 1,508A - 1,026G + 1,423 AG$

Coeficiente de correlação $R^2 = 99 \%$

As Figuras 45, 46 e 47 representam as superfícies de resposta que correlacionam as variáveis independentes amido modificado, goma guar e colágeno hidrolisado, com a variável independente porcentagem de perdas por congelamento Ciclo 1, facilitando a visualização da faixa ótima para as menores perdas.

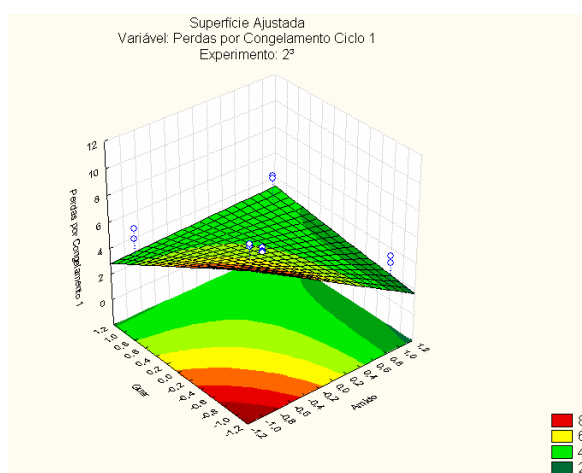


Figura 45 - Superfície de resposta considerando a variável de saída perdas por congelamento-descongelamento Ciclo 1 (%), em função das variáveis amido modificado (%) e goma guar (%). Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statistica® 5.0 (STATSOFT, INC).

Através da interpretação da superfície de resposta (Figura 45) pode-se observar que nas maiores concentrações de amido modificado e goma guar, menores serão as perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo1).

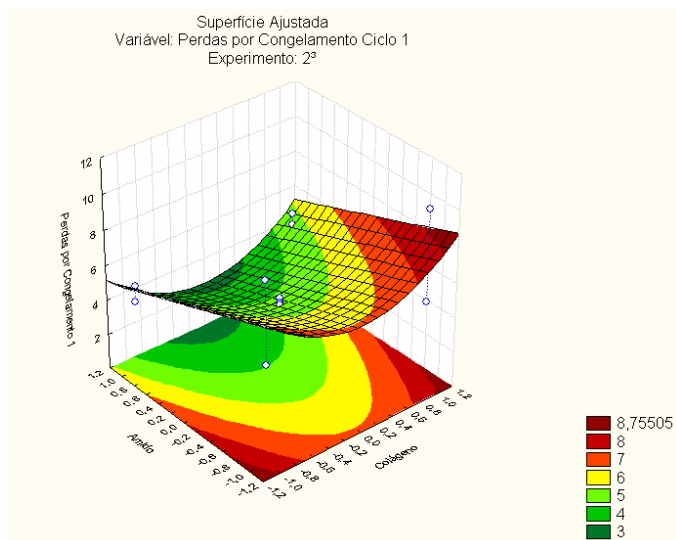


Figura 46 - Superfície de resposta considerando a variável de saída perdas por congelamento-descongelamento Ciclo 1 (%), em função das variáveis amido modificado (%) e colágeno hidrolisado (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statistica® 5.0 (STATSOFT, INC).

Analisando a superfície de resposta (Figura 46) pode-se observar que maiores concentrações de amido modificado e menores concentrações de colágeno hidrolisado proporcionam menores perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo1).

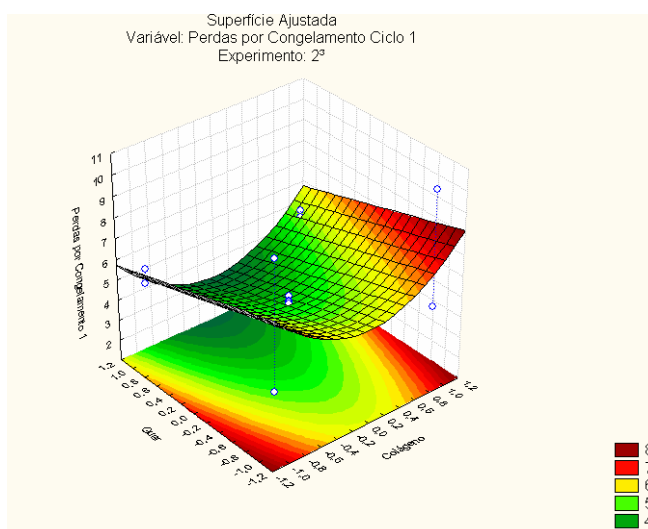


Figura 47 - Superfície de resposta considerando a variável de saída perdas por congelamento-descongelamento Ciclo 1 (%), em função das variáveis colágeno hidrolisado (%) e goma guar (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statistica® 5.0 (STATSOFT, INC).

Através da interpretação da superfície de resposta (Figura 47) pode-se observar que nas maiores concentrações de goma guar e menores concentrações de colágeno hidrolisado, menores serão as perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo1).

Avaliando-se as superfícies de resposta verifica-se que a zona de ótimo para perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 1) encontra-se na maior concentração de amido modificado e goma guar e nas menores concentrações para colágeno hidrolisado.

As perdas para as amostras submetidas a 2 ciclos de congelamento-descongelamento podem ser observadas na Tabela 19. Houve diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$).

Na Tabela 19 é possível verificar as perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 2). As amostras submetidas aos 2 ciclos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) no percentual de perdas. A variação das perdas foi de 3,42 a 13,99 %. Como no Ciclo 1 a amostra F7 apresentou as maiores perdas.

Já na Tabela 20 são apresentado os efeitos dos ingredientes testados na % de perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo1). O colágeno individualmente não apresentou efeito significativo na % de perdas, no entanto, a sua interação com os outros ingredientes apresentou efeito significativo. A interação entre os três ingredientes testados apresentou efeito significativo.

TABELA 19 – Perdas por Congelamento (%) das amostras submetidas ao Ciclo 2.

Experimentos	Ciclo 2 (%)	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	3,42 ^a	0,03
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	4,62 ^{ab}	0,61
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	6,38 ^{ab}	0,39
F4 - 0,3% de guar	7,90 ^{abc}	1,53
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	5,29 ^{ab}	0,10
F6 - 2% de amido	6,30 ^{ab}	1,08
F7 - 2% de colágeno	13,99 ^c	4,15
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	10,35 ^{bc}	3,50
Ponto Central (1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar)	4,47 ^{ab}	0,33

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

TABELA 20 – Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta perdas por congelamento (Ciclo 2)

	Efeitos	Desvio Padrão	p
Média/Interação	6,200	0,151	0,000*
(1) Colágeno	-0,027	0,239	0,914
(2) Amido	-4,745	0,239	0,000*
(3) Guar	-3,400	0,239	0,000*
1X2	-1,078	0,239	0,010*
1X3	-1,338	0,239	0,005*
2X3	1,630	0,239	0,002*
1X2X3	1,242	0,239	0,006*

* Significância de 95 %.

O modelo encontrado para perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 2) não foi adequado para utilização na construção das superfícies de resposta porque o F encontrado para falta de ajuste foi maior que o F tabelado, ou seja, o modelo não está bem ajustado e seriam necessários mais experimentos ou repetições para obter resultados melhores.

No ciclo 3 também foram observadas altas porcentagens de perdas para F7 e F8 conforme descrito anteriormente e também houve diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$) (Tabela 21).

TABELA 21 – Perdas por Congelamento (%) das amostras submetidas ao Ciclo 3.

Experimentos	Ciclo 3 (%)	
	Média	DP
F1 – 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	3,21 ^a	0,11
F2 – 2% de amido e 0,3% de guar	5,03 ^a	0,06
F3 – 2% de colágeno e 0,3% de guar	5,74 ^a	0,73
F4 – 0,3% de guar	5,29 ^a	0,66
F5 – 2% de colágeno e 2% de amido	5,58 ^a	0,56
F6 – 2% de amido	7,52 ^a	0,86
F7 – 2% de colágeno	14,00 ^b	1,12
F8 – 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	12,78 ^b	0,61
F 9 a F13 – Ponto Central (1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar)	5,26^a	0,52

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

Na Tabela 22 é possível verificar os efeitos dos ingredientes testados nas perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 3). Novamente o colágeno hidrolisado individualmente não apresentou efeito significativo.

A adição de amido modificado e goma guar afetaram positivamente as perdas, este resultado concorda com Martins et al. (2006) e Munhoz et al. (2004). Segundo estes autores a adição de amido e gomas conferem maior estabilidade ao congelamento e descongelamento.

TABELA 22 – Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta perdas por congelamento (Ciclo 3)

	Efeitos	Desvio Padrão	p
Média/Interação	6,572	0,264	0,000*
(1) Colágeno	-0,520	0,417	0,280
(2) Amido	-4,118	0,417	0,000*
(3) Guar	-5,155	0,417	0,000*
1X2	-1,360	0,417	0,031*
1X3	-0,162	0,417	0,717
2X3	2,725	0,417	0,003*
1X2X3	0,222	0,417	0,622

* Significância de 95 %

A Tabela 23 apresenta a Análise de Variância (ANOVA) para a porcentagem de perdas por congelamento (três ciclos). O valor de F encontrado é 20 vezes maior que o F tabelado (3,97) e para Falta de Ajuste é 9 vezes menor que o F tabelado, portanto o modelo encontrado para a resposta porcentagem de perdas por congelamento-descongelamento (três ciclos) foi preditivo e significativo, tornando adequada a sua utilização.

TABELA 23 – Análise de Variância (ANOVA) para a resposta % de perdas por congelamento (Ciclo 3).

Fonte de variação	Soma quadrática	GL	Média quadrática	F calculado
Regressão	119,642	5	23,928	80,295
Resíduo	2,086	7	0,298	
Falta de ajuste	0,693	3	0,231	0,663
Erro puro	1,394	4	0,349	
Total	121,728	12		

Assim, o modelo (**Equação 2**) foi utilizado na construção das superfícies de resposta, permitindo a visualização do comportamento da porcentagem de perdas

por congelamento-descongelamento dos presuntos desenvolvidos em função das variáveis significantes.

Equação (2)

% Perdas por Congelamento Ciclo 3: $5,258 + 2,135C^2 - 2,058A - 2,577G - 0,680CA + 1,362AG$

Coefficiente de correlação $R^2 = 98 \%$

As Figuras 48, 49 e 50 representam as superfícies de resposta que correlacionam as variáveis independentes amido modificado, goma guar e colágeno hidrolisado, com a variável independente porcentagem de perdas por congelamento Ciclo 3, facilitando a visualização da faixa ótima para as menores perdas.

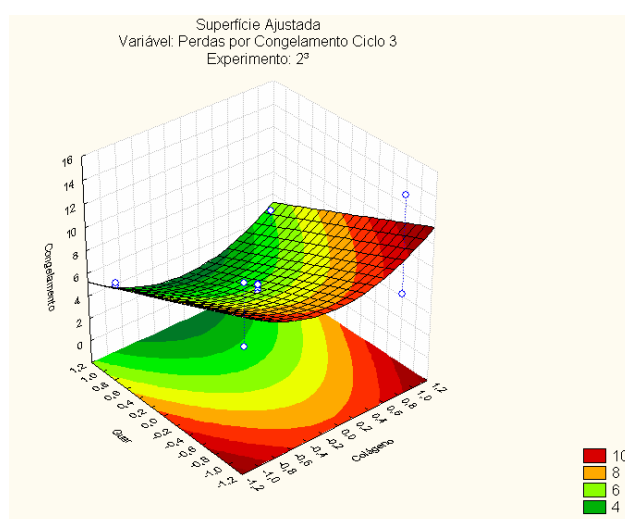


Figura 48 - Superfície de resposta considerando a variável de saída perdas por congelamento-descongelamento Ciclo 3 (%), em função das variáveis colágeno hidrolisado (%) e goma guar (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statistica® 5.0 (STATSOFT, INC).

Através da interpretação da superfície de resposta (Figura 48) pode-se observar que nas maiores concentrações de goma guar e menores parece concentração média concentrações de colágeno hidrolisado, menores serão as perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 3).

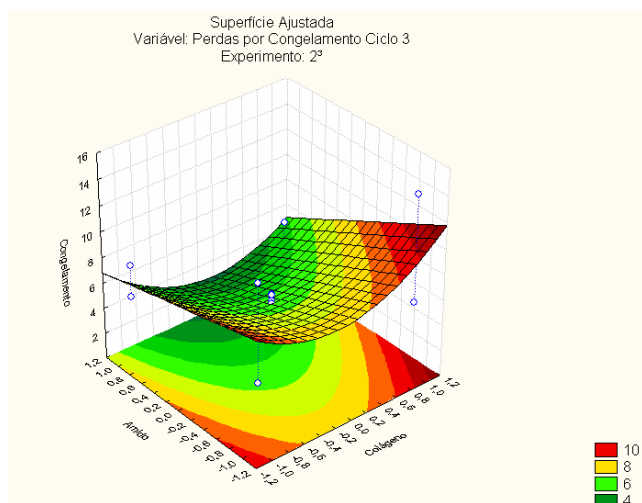


Figura 49 - Superfície de resposta considerando a variável de saída perdas por congelamento-descongelamento Ciclo 3 (%), em função das variáveis amido modificado (%) e colágeno hidrolisado (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statistica[®] 5.0 (STATSOFT, INC).

Analisando a superfície de resposta (Figura 49) pode-se observar que maiores concentrações de amido modificado e menores concentrações de colágeno hidrolisado proporcionam menores perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 3).

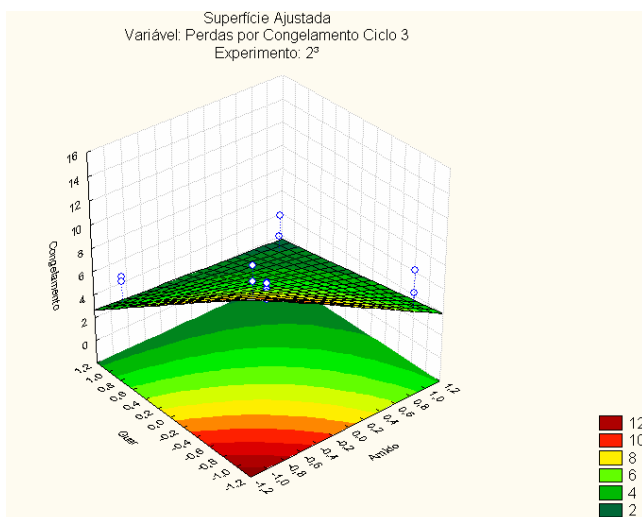


Figura 50 - Superfície de resposta considerando a variável de saída perdas por congelamento-descongelamento Ciclo 3 (%), em função das variáveis amido modificado (%) e goma guar (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statistica[®] 5.0 (STATSOFT, INC).

Através da interpretação da superfície de resposta (Figura 50) pode-se observar que nas maiores concentrações de amido modificado e goma guar, menores serão as perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 3). Como era esperado as superfícies de resposta para os Ciclos 1 e 3 foram semelhantes.

Portanto, a zona de ótimo para perdas por congelamento-descongelamento (Ciclo 3) encontra-se na maior concentração de amido modificado e goma guar e menores para colágeno hidrolisado.

Algumas amostras apresentaram variações entre os ciclos (por exemplo, perdeu mais com apenas um ciclo do que com dois ciclos), o que pode estar relacionado a pequenas variações nas condições de resfriamento, temperatura de descongelamento e possíveis variações na coleta das amostras visto que para cada ciclo foram utilizadas amostras diferentes.

5.7.3 - Perdas por reaquecimento

A perda por reaquecimento é importante para presuntos que serão utilizados em outros pratos, como por exemplo, pizzas e lasanhas, pois esta perda de líquidos pode gerar amolecimento da massa e exsudação excessiva no prato pronto.

Para esta análise considerou-se que a absorção de água pelas amostras de presunto não foram significativas e não afetariam os resultados.

Na Tabela 24 estão apresentadas as porcentagens de perdas por reaquecimento. Houve diferença significativa entre as amostras desenvolvidas ($p < 0,05$).

Dentre os ingredientes testados a amostra F1 foi a que apresentou as menores perdas, o que novamente justifica-se pela utilização dos três ingredientes testados, no entanto, isto não pode ser comprovado pela interação entre os três ingredientes testados pois o efeito não foi significativo.

Através da Tabela 25 verificamos que os efeitos das variáveis de entrada colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar na resposta porcentagem de perdas por reaquecimento.

TABELA 24 – Perdas por Reaquecimento (%).

Experimentos	Reaquecimento (%)	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	12,90 ^a	0,44
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	13,53 ^{ab}	0,99
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	21,60 ^{bc}	0,66
F4 - 0,3% de guar	26,41 ^c	2,33
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	18,94 ^{abc}	3,63
F6 - 2% de amido	13,72 ^{ab}	0,40
F7 - 2% de colágeno	24,96 ^c	0,03
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	20,57 ^{abc}	2,76
F9 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	15,41 ^{ab}	2,76
F10 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	16,19 ^{ab}	0,55
F11 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	18,70 ^{abc}	2,72
F12 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	14,64 ^{ab}	1,29
F13 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	15,45 ^{ab}	3,00

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

TABELA 25 – Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta perdas por reaquecimento (%).

	Efeitos	Desvio Padrão	p
Média/Interação	17,924	0,433	0,000*
(1) Colágeno	1,0387	1,105	0,400
(2) Amido	-8,614	1,105	0,001*
(3) Guar	-0,939	1,105	0,443
1X2	1,254	1,105	0,320
1X3	-3,766	1,105	0,027*
2X3	-2,179	1,105	0,120
1X2X3	0,839	1,105	0,490

* Significância de 95 %.

Demonstrou-se como esperado, que quanto maior a concentração de amido, menor é a perda por reaquecimento, ou seja, maior o rendimento do produto. A adição de goma guar e colágeno apresentaram efeito significativo nas perdas por reaquecimento, mostrando que a interação destes ingredientes confere maior resistência às perdas no reaquecimento, no entanto, individualmente estes dois ingredientes não apresentaram efeito significativo.

Com os resultados obtidos sugere-se que a matriz do amido modificado apresenta boa estabilidade ao reaquecimento retendo a água incorporada ao produto. Este resultado concorda com Hachmeister; Herald (1998), onde afirmaram que a adição de hidrocolóides afeta significativamente as perdas por cozimento de

embutidos elaborados com carne de peru.

É possível verificar que as maiores perdas foram observadas com a utilização de colágeno hidrolisado nos maiores níveis, porém o efeito individual não foi significativo.

Para os produtos desenvolvidos com as formulações F4 e F7 não seria recomendado o reaquecimento devido às elevadas perdas, e isto também inviabilizaria a utilização destes presuntos como matéria-prima para pratos prontos.

A Tabela 26 apresenta a ANOVA para a resposta porcentagem de perdas por reaquecimento em função das variáveis estudadas e suas interações.

TABELA 26 – Análise de Variância (ANOVA) para a resposta porcentagem de perdas por reaquecimento.

Fonte de variação	Soma quadrática	GL	Média quadrática	F calculado
Regressão	204,700	3	68,23	20,656
Resíduo	27,734	9	3,303	
Falta de ajuste	17,965	5	3,593	1,470
Erro puro	9,769	4	2,442	
Total	232,210	12		

O valor de F encontrado é 5 vezes maior que o F tabelado (3,86) e o valor de F para Falta de Ajuste é 4 vezes menor que o F tabelado, portanto o modelo encontrado para a resposta porcentagem de perdas por reaquecimento foi preditivo e significativo, tornando adequada a sua utilização.

Assim, o modelo (**Equação 3**) foi utilizado na construção das superfícies de resposta, permitindo a visualização do comportamento da porcentagem de perdas por reaquecimento dos presuntos desenvolvidos em função das variáveis significantes.

Equação (3)

% Perdas por Reaquecimento: $16,077 + 3,001C^2 - 4,307A - 1,883CG$

Coeficiente de correlação $R^2 = 88\%$

As Figuras 51, 52 e 53 representam as superfícies de resposta que correlacionam as variáveis independentes amido modificado, goma guar e colágeno

hidrolisado, com a variável independente porcentagem de perdas por reaquecimento facilitando a visualização da faixa ótima para as menores perdas.

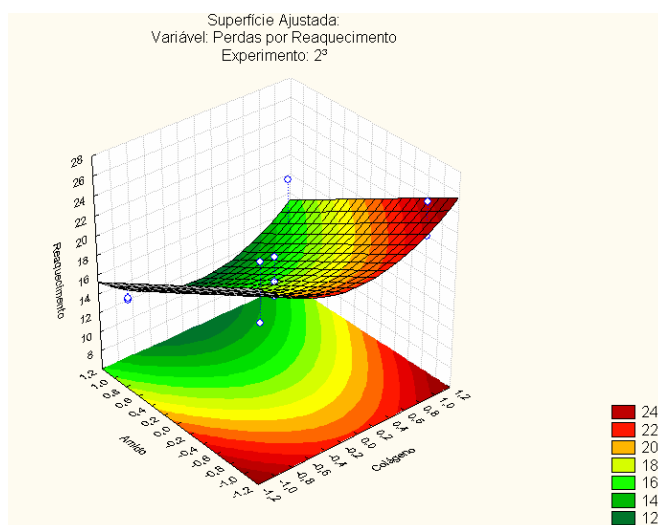


Figura 51 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Perdas por Reaquecimento (%), em função das variáveis amido modificado (%) e colágeno hidrolisado (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statistica® 5.0 (STATSOFT, INC).

Através da interpretação da superfície de resposta (Figura 51) pode-se observar que nas maiores concentrações de amido modificado e menores concentrações de colágeno hidrolisado menores serão as perdas por reaquecimento.

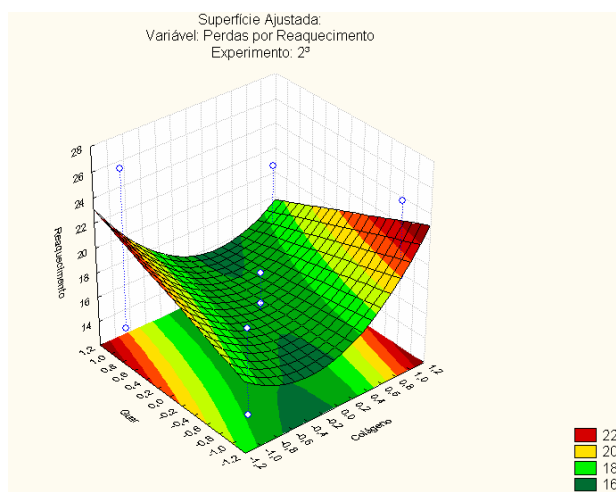


Figura 52 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Perdas por Reaquecimento (%), em função das variáveis goma guar (%) e colágeno hidrolisado (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statistica® 5.0 (STATSOFT, INC).

Através da interpretação da superfície de resposta (Figura 52) pode-se observar que o ponto ótimo encontra-se na região de menor concentração de goma guar e colágeno hidrolisado, o aspecto da superfície é caracterizado pelo “ponto de fuga”.

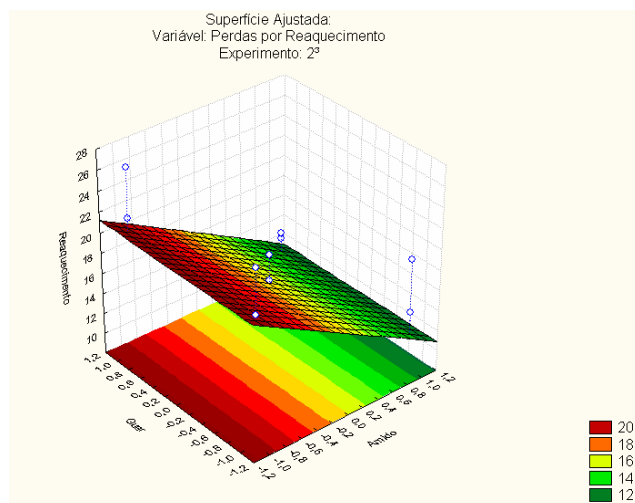


Figura 53 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Perdas por Reaquecimento (%), em função das variáveis goma guar (%) e amido modificado (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statistica® 5.0 (STATSOFT, INC).

Observa-se na superfície de resposta (Figura 53) que as maiores concentrações de amido e menores concentrações de goma guar as perdas por reaquecimento são menores.

Avaliando-se as superfícies de resposta verifica-se que a zona de ótimo para perdas por reaquecimento encontra-se na maior concentração de amido modificado e menores para colágeno hidrolisado e goma guar.

5.8 – FORÇA DE CISALHAMENTO E COMPRESSÃO

Com a finalidade de verificar a interferência dos ingredientes na textura do produto final, foram realizados testes em texturômetro para compressão e força de cisalhamento. Na Tabela 27 podem ser visualizados os resultados para a força de cisalhamento e compressão para as amostras desenvolvidas de presunto cozido de peru. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para a força de cisalhamento e compressão para as amostras analisadas.

TABELA 27 – Força de Cisalhamento e Compressão das amostras analisadas.

Experimentos	Cisalhamento (N)		Compressão (N)	
	Média	DP	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	7,61 ^a	2,49	16,58 ^a	2,18
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	9,32 ^{ab}	2,67	23,51 ^{abc}	2,91
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	8,55 ^{ab}	2,90	22,44 ^{ab}	1,65
F4 - 0,3% de guar	8,18 ^{ab}	2,36	27,93 ^{bcd}	2,28
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	8,94 ^{ab}	1,43	30,65 ^{cde}	3,32
F6 - 2% de amido	9,28 ^{ab}	2,49	49,55 ^g	7,13
F7 - 2% de colágeno	9,77 ^{ab}	3,09	38,11 ^{ef}	5,59
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	11,64 ^b	3,97	61,51 ^h	6,56
F9 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	8,44 ^{ab}	1,19	31,71 ^{de}	2,72
F10 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	7,20 ^a	0,81	26,90 ^{bcd}	4,63
F11 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	8,82 ^{ab}	1,83	43,99 ^{fg}	7,14
F12 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	7,54 ^a	1,76	26,89 ^{bcd}	4,33
F13 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	8,21 ^{ab}	2,40	36,68 ^{ef}	4,73

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a dez repetições.

A maior força de cisalhamento, ou seja, a amostra que ofereceu maior resistência ao corte foi a amostra F8. Este resultado mostra que os ingredientes adicionados nas outras amostras contribuíram para maior retenção de água no interior do produto e conseqüentemente maior maciez e menores forças necessárias para cortar as amostras.

Através da análise dos efeitos (Tabela 28) pode-se verificar que apenas a goma guar afetou a variável de saída força de cisalhamento, ou seja, a variação na concentração de 0 para 0,30 % reduz a força de cisalhamento em média 1,494 N.

TABELA 28 – Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Força de Cisalhamento (N).

	Efeitos	Desvio Padrão	p
Média/Interação	8,731	0,183	0,000*
(1) Colágeno	-0,888	0,466	0,129
(2) Amido	-0,743	0,466	0,186
(3) Guar	-1,494	0,466	0,033*
1X2	-0,134	0,466	0,787
1X3	0,217	0,466	0,666
2X3	0,845	0,466	0,144
1X2X3	-0,906	0,466	0,124

* Significância de 95 %.

O resultado encontrado discorda com Almeida et al.(2006) e com Li (2006) que mencionam que o colágeno apresenta efeito significativo na força de cisalhamento, onde o aumento na concentração aumenta a dureza da amostra. Estas diferenças podem ser explicadas pelo tipo de colágeno utilizado (nativo ou hidrolisado).

Os resultados para compressão mostraram que a F1 apresentou menor valor para compressão, portanto, resistiu menos a compressão. Este resultado explica-se pela maior quantidade de água retida no produto devido a ação do amido modificado, colágeno hidrolisado e goma guar o que proporciona maior maciez ao produto e menor força foi requerida para sua compressão.

Na Tabela 29 pode-se observar que novamente apenas a goma guar apresentou efeito significativo na medida de compressão das amostras. A amostra F8 foi a que mais resistiu a compressão necessitando de maior força para o seu rompimento (devido a maior dureza da amostra). Este resultado coincide com o resultado da força de cisalhamento onde F8 foi a amostra que ofereceu maior resistência ao corte (maior força necessária para cortar a amostra).

TABELA 29 – Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Compressão (N).

	Efeitos	Desvio Padrão	p
Média/Interação	33,574	2,011	0,000*
(1) Colágeno	-13,680	5,127	0,056
(2) Amido	-7,425	5,127	0,221
(3) Guar	-22,341	5,127	0,012*
1X2	0,763	5,127	0,889
1X3	7,465	5,127	0,219
2X3	2,282	5,127	0,679
1X2X3	-1,482	5,127	0,787

* Significância de 95 %.

Motzer et al. (1998), avaliando dureza instrumental em presuntos, constataram que as amostras fabricadas com diferentes ligantes apresentaram diferenças significativas entre si. Amostras adicionadas de amido modificado apresentaram menor dureza que os demais com kappa-carragena e isolado protéico de soja. Hachmeister; Herald (1998) constataram que amido modificado pode acentuar a firmeza em produtos com teor reduzido de gordura.

5.9 – COR INSTRUMENTAL

Na Tabela 30 estão apresentados os resultados para o parâmetro a^* . Não houve diferença significativa entre as amostras avaliadas ($p > 0,05$). Para os valores de L^* e b^* houve diferenças significativas ($p < 0,05$) conformes a Tabelas 31 e 32.

O menor valor de L^* foi encontrado para a amostra F4, mostrando que a adição de goma guar contribuiu para a obtenção de um produto mais opaco. As amostras adicionadas de colágeno hidrolisado e amido modificado não apresentaram grandes variações no parâmetro L^* .

Para parâmetro b^* a amostra com amido modificado (F6) foi a que apresentou menor valor e a amostra elaborada apenas com goma guar (F4) apresentou os maiores valores de b^* , ou seja, os presuntos elaborados com goma guar apresentaram coloração mais escura que os elaborados com amido modificado.

TABELA 30 – Valores de a^* para amostras analisadas.

Experimentos	a^*	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	13,34 ^a	1,10
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	13,26 ^a	1,63
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	13,53 ^a	0,78
F4 - 0,3% de guar	14,61 ^a	1,81
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	12,62 ^a	0,86
F6 - 2% de amido	13,72 ^a	1,04
F7 - 2% de colágeno	14,10 ^a	0,74
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	13,75 ^a	0,80
Ponto Central (1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar)	13,71 ^a	0,85

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a 6 repetições.

No estudo realizado por Pedroso (2006) a adição de carragena e amido de mandioca não afetaram significativamente os valores de L^* e a^* e para os valores de b^* , somente a carragena apresentou efeito significativo ($p < 0,05$). No estudo realizado por Pietrazik; Jarmoluk; Shand (2003) a carragena ocasionou menores valores de L^* e b^* e mais altos de a^* .

A goma guar em associação a goma xantana apresentou coloração menos intensa em salsichas (SUDHAKAR; SINGHAL; KULKARNI, 1996).

TABELA 31 – Valores de L* para amostras analisadas.

Experimentos	L*	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	62,90 ^{ab}	1,13
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	61,62 ^{ab}	0,88
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	62,91 ^{ab}	1,02
F4 - 0,3% de guar	60,95 ^a	2,84
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	63,75 ^{ab}	2,14
F6 - 2% de amido	61,55 ^{ab}	2,19
F7 - 2% de colágeno	63,48 ^{ab}	1,97
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	64,35 ^{ab}	1,17
F9 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	62,64 ^{ab}	3,03
F10 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	61,98 ^{ab}	1,58
F11 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	64,55 ^b	1,20
F12 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	63,22 ^{ab}	0,96
F13 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	62,63 ^{ab}	0,56

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a 6 repetições.

TABELA 32 – Valores de b* para amostras analisadas.

Experimentos	b*	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	4,39 ^{ab}	0,52
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	4,54 ^{ab}	0,85
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	4,57 ^{ab}	0,71
F4 - 0,3% de guar	5,17 ^b	0,63
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	4,56 ^{ab}	0,37
F6 - 2% de amido	3,50 ^a	0,69
F7 - 2% de colágeno	4,68 ^b	0,57
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	4,21 ^{ab}	0,43
F9 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	4,45 ^{ab}	0,54
F10 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	4,20 ^{ab}	0,65
F11 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	4,56 ^{ab}	0,24
F12 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	4,35 ^{ab}	0,42
F13 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	4,93 ^b	0,64

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a 6 repetições.

O mesmo colágeno hidrolisado (Collagel) foi testado por Michelini et al. (2007) em hambúrguer bovino sendo observada alteração na cor. Esta alteração também foi observada por Prabhu; Doerscher (2003) em emulsões cárneas adicionadas de 1% de colágeno.

A adição de 3 % de colágeno nativo em presunto elaborado com carne PSE não afetou a cor do produto final (SCHILLING et al., 2003).

Schilling et al. (2004) verificaram que a adição de 3 % de amido modificado *Firm Tex*[®] alterou a cor de presuntos elaborados com matéria-prima PSE.

5.10 - SINÉRESE

A sinérese foi avaliada com objetivo de simular as condições rigorosas que o produto pode ser submetido, situação semelhante ao armazenamento inadequado, de maneira que possa ser observada a liberação de líquido do produto.

Foram observadas diferenças significativas entre as amostras ($p < 0,05$). Como era esperado, a amostra F1 apresentou o menor valor de sinérese (Tabela 33), novamente comprova-se a ação do amido modificado, colágeno hidrolisado e goma guar no aprisionamento da água na estrutura do presunto.

TABELA 33 – % de Sinérese para as amostras avaliadas.

Experimentos	Sinerese (%)	
	Média	DP
F1 – 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	1,04 ^a	0,11
F2 – 2% de amido e 0,3% de guar	1,84 ^{ab}	0,06
F3 – 2% de colágeno e 0,3% de guar	2,71 ^{abcd}	0,73
F4 – 0,3% de guar	4,72 ^{cd}	0,66
F5 – 2% de colágeno e 2% de amido	1,92 ^{ab}	0,56
F6 – 2% de amido	2,11 ^{ab}	0,86
F7 – 2% de colágeno	3,72 ^{bcd}	1,12
F8 – 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	5,13 ^d	0,61
F9 – 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	1,68 ^{ab}	0,37
F10 – 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	2,25 ^{abc}	0,17
F11 – 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	2,77 ^{abcd}	0,69
F12 – 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	2,29 ^{abc}	0,66
F13 – 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	2,68 ^{abcd}	0,72

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referentes a determinação em duplicata.

A amostra F8 apresentou os piores resultados e a mesma situação ocorreu para a análise das perdas por resfriamento. Nesta formulação não foi adicionado nenhum dos ingredientes testados que pudessem auxiliar na redução da liberação de líquidos dos produtos.

Na tabela 34 os efeitos foram significativos para colágeno hidrolisado e amido modificado. A variação na proporção de colágeno propiciou um efeito positivo na sinérese, promovendo uma redução média de 1,11 % na sinérese dos presuntos, enquanto que a variação do amido modificou proporcionou em média uma redução de 2,34 %.

Conforme os resultados das perdas por resfriamento o amido modificado destacou-se entre os ingredientes evitando as perdas de líquidos das amostras de presunto cozido de peru desenvolvidas.

O colágeno apresentou efeito positivo o que concorda com os resultados de Prabhu; Doerscher (2003), sendo que os valores por eles encontrados para sinerese após quatro semanas de armazenamento com a utilização de 2 % de colágeno chegaram a 3,29 %, este valor pode ser considerado próximo do encontrado (3,72 %).

TABELA 34 – Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Sinerese (%).

	Efeitos	Desvio Padrão	p
Média/Interação	2,683	0,120	0,000*
(1) Colágeno	-1,105	0,305	0,022*
(2) Amido	-2,340	0,305	0,001*
(3) Guar	-0,642	0,305	0,103
1X2	0,610	0,305	0,117
1X3	-0,302	0,305	0,378
2X3	0,068	0,305	0,836
1X2X3	-0,003	0,305	0,994

* Significância de 95 %.

Schilling et al. (2003) observaram perdas de líquido superiores as encontradas neste estudo, em torno de 10,95 % para presuntos elaborados com 3 % de colágeno nativo tendo como matéria-prima carnes com características PSE.

Em outro trabalho realizado por Schilling et al. (2004) a aplicação de amido modificado *Firm Tex*® em presunto elaborado com carne PSE levou a perdas de líquidos em até 17 %.

Mittal; Usborne (2006) observaram que a associação de amido e gomas resultaram em menor sinerese quando estas foram aplicadas em até 0,5 %.

5.11 – FATIABILIDADE

Devido a grande parte dos presuntos serem fatiados nos pontos de venda, foi realizada a avaliação dos presuntos desenvolvidos com a finalidade de observar os efeitos da adição de amido modificado, colágeno hidrolisado e goma guar na fatiabilidade dos presuntos.

Houve diferenças significativas ($p < 0,05$) para as amostras de presunto cozido de peru analisadas (Tabela 35). A amostra que apresentou melhor índice de fatiabilidade foi a F6 (88,33 %) enquanto que a amostra F7 apresentou apenas 39,67 %.

Apenas 46,15 % das amostras avaliadas enquadraram-se no mínimo de fatiabilidade de 77 % sugerida por Mittal; Usborne (1986).

As amostras elaboradas apenas com colágeno hidrolisado apresentaram perdas no fatiamento e a presença de gel externamente prejudicou o aspecto visual do produto devido a permanência deste gel nas fatias (Figura 54). As formulações com goma guar no nível máximo também apresentaram gel, porém com menor viscosidade.

TABELA 35 – Avaliação da fatiabilidade das amostras.

Experimentos	Fatiabilidade (%)	
	Média	DP
F1 - 2% amido, 2% de colágeno e 0,3% de guar	60,00 ^b	2,65
F2 - 2% de amido e 0,3% de guar	70,33 ^c	1,53
F3 - 2% de colágeno e 0,3% de guar	42,00 ^a	1,00
F4 - 0,3% de guar	71,00 ^{cd}	1,73
F5 - 2% de colágeno e 2% de amido	75,00 ^{cde}	7,00
F6 - 2% de amido	88,33 ^f	3,06
F7 - 2% de colágeno	39,67 ^a	0,58
F8 - 0% de amido, 0% de colágeno e 0% de guar	76,67 ^{cde}	2,08
F9 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	82,67 ^{ef}	2,08
F10 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	80,33 ^{def}	2,52
F11 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	81,67 ^{ef}	3,06
F12 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	83,33 ^{ef}	6,11
F13 - 1% de amido, 1% de colágeno e 0,15% de guar	79,33 ^{cdef}	1,53

*Médias com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$). *As médias são referente a determinação e triplicata com 10 amostras cada.

Na Tabela 36 pode-se observar os efeitos das variáveis de entrada amido modificado, colágeno hidrolisado e goma guar na variável de resposta porcentagem de fatiabilidade. Todas as variáveis estudadas apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) apresentaram efeito significativo na fatiabilidade.



FIGURA 54 – Presença de exsudado gelatinoso

TABELA 36 – Cálculo dos efeitos das variáveis estudadas para a resposta Fatiabilidade (%).

	Efeitos	Desvio Padrão	p
Média/Interação	71,564	0,456	0,000*
(1) Colágeno	-22,417	1,161	0,000*
(2) Amido	16,083	1,161	0,000*
(3) Guar	-9,083	1,161	0,001*
1X2	10,583	1,161	0,001*
1X3	2,750	1,161	0,077
2X3	-7,417	1,161	0,003*
1X2X3	-1,250	1,161	0,343

* Significância de 95 %.

A Tabela 37 apresenta a ANOVA para a resposta % de fatiabilidade. O teste-F assegurou a validade do modelo. Assim, utilizando este modelo para construção da superfícies de resposta permite-se a visualização da % de fatiabilidade em função dos ingredientes testados.

TABELA 37 – Análise de Variância (ANOVA) para a resposta Fatiabilidade (%).

Fonte de variação	Soma quadrática	GL	Média quadrática	F calculado
Regressão	2818,147	6	469,69	97,00
Resíduo	29,050	6	4,843	
Falta de ajuste	18,250	2	9,126	3,380
Erro puro	10,800	4	2,700	
Total	2847,197	12		

O valor de F encontrado é 22 vezes maior que o F tabelado (4,28) e o valor de F calculado para a Falta de Ajuste é 2 vezes menor que o F tabelado, portanto o modelo encontrado para a resposta % de fatiabilidade foi preditivo e significativo, tornando adequada a sua utilização.

Assim, o modelo (**Equação 4**) foi utilizado na construção das superfícies de resposta, permitindo a visualização do comportamento da % de perdas por reaquecimento dos presuntos desenvolvidos em função das variáveis significantes.

Equação (4)

% Fatiabilidade: $81,467 - 11,208C - 16,092C^2 + 8,042A - 4,542G + 5,292CA - 3,708AG$

Coefficiente de correlação $R^2 = 98 \%$

As Figuras 55, 56 e 57 representam as superfícies de resposta que correlacionam as variáveis independentes amido modificado, goma guar e colágeno hidrolisado, com a variável independente % de fatiabilidade facilitando a visualização da faixa ótima.

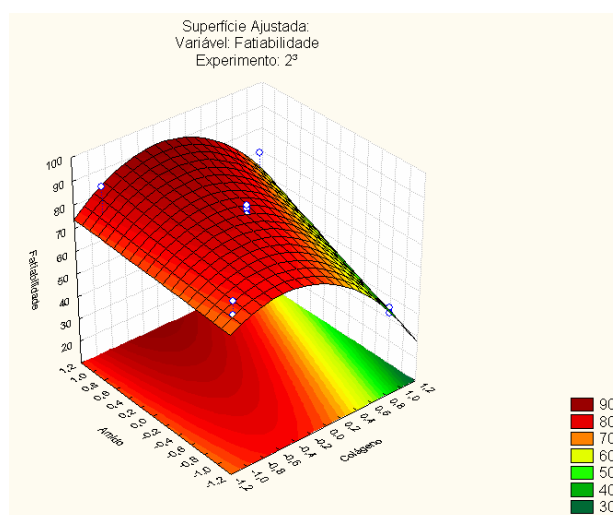


Figura 55 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Fatiabilidade (%), em função das variáveis colágeno hidrolisado (%) e amido modificado (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statistica® 5.0 (STATSOFT, INC).

Observa-se na superfície de resposta (Figura 55) que as maiores concentrações de amido e menores concentrações de colágeno hidrolisado maior é a % de fatiabilidade.

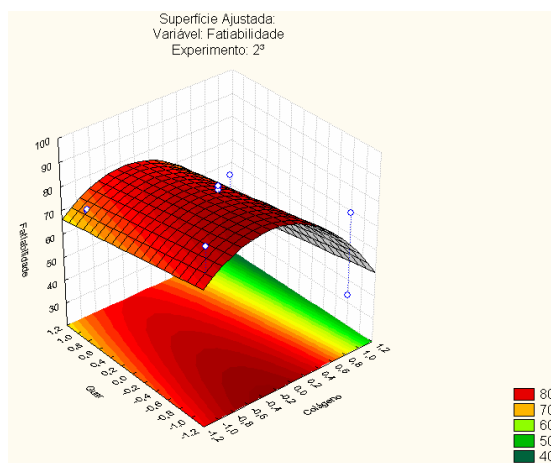


Figura 56 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Fatiabilidade (%), em função das variáveis colágeno hidrolisado (%) e goma guar (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statística[®] 5.0 (STATSOFT, INC).

Através da interpretação da superfície de resposta (Figura 56) pode-se observar que nas maiores concentrações goma guar e menores concentrações de colágeno hidrolisado maior é a % de fatiabilidade dos presuntos.

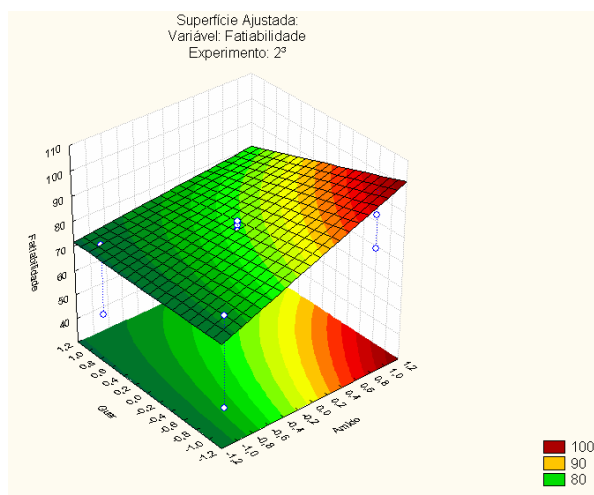


Figura 57 - Superfície de resposta considerando a variável de saída Fatiabilidade (%), em função das variáveis goma guar (%) e amido modificado (%).Obs.: a % utilizada no gráfico corresponde a concentração média dos ingredientes testados determinada na elaboração do gráfico no programa Statística[®] 5.0 (STATSOFT, INC).

Analisando a superfície de resposta (Figura 57) pode-se observar que nas maiores concentrações goma guar e amido modificado maior é a % de fatiabilidade dos presuntos.

Avaliando-se as superfícies de resposta verifica-se que a zona de ótimo para fatiabilidade encontra-se na maior concentração de amido modificado e menores para colágeno hidrolisado e goma guar.

Na Tabela 38 pode-se observar a correlação entre a umidade, compressão, força de cisalhamento e fatiabilidade com as variáveis independentes estudadas (colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar).

Há correlação do colágeno hidrolisado com a umidade, compressão, força de cisalhamento e fatiabilidade. Relacionando com os resultados obtidos nos experimentos pode-se dizer que o colágeno reduz a umidade do produto, reduz a força necessária para compressão e cisalhamento (produto mais macio) e piora a fatiabilidade.

O amido modificado não apresentou correlação com umidade, mas apresentou correlação com compressão, força de cisalhamento e fatiabilidade. Sendo que o amido reduz a força necessária para compressão e cisalhamento (produto mais macio) e aumenta a fatiabilidade do presunto.

Já a goma guar apresentou correlação com umidade, compressão, força de cisalhamento e fatiabilidade. A goma guar tende a reduzir a umidade do produto, reduzir fortemente a força de cisalhamento e compressão (produto mais macio) como foi observado nos resultados, no entanto reduz a fatiabilidade, não tanto quanto o colágeno hidrolisado.

TABELA 38 – Correlação da Umidade, Compressão, Cisalhamento e Fatiabilidade com as variáveis independentes colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar.

Variáveis	Coeficiente de Correlação*			
	Umidade	Compressão	Cisalhamento	Fatiabilidade
Colágeno Hidrolisado	-0,87*	-0,45*	-0,31*	-0,59*
Amido Modificado	0,01	-0,25*	-0,26*	0,43*
Goma Guar	-0,15*	-0,74*	-0,53*	-0,24*

*p<0,05

5.12 – ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

A análise microbiológica (Tabela 39) revelou que as amostras apresentaram condições próprias para consumo conforme a RDC 12 (BRASIL, 2001) o que permitiu a posterior realização da análise sensorial.

TABELA 39 – Resultados da análise microbiológica dos presuntos cozidos de peru.

Análises	Amostras (UFC/g)	Padrões (UFC/g)
Coliformes Totais	<100	<10 ³
Staphylococcus coagulase positiva	<100	<5 x 10 ³
Salmonella sp./25g	Ausente	Ausente

5.13 – ANÁLISE SENSORIAL

5.13.1 - Escala Hedônica

Através dos resultados da Escala Hedônica (Figura 58) foram escolhidas as melhores formulações para dar seqüência à avaliação sensorial. As formulações escolhidas foram: F4, F6, F8 e F9, com as seguintes médias de notas respectivamente: 6,30, 6,80, 6,55 e 6,40 o que corresponde na escala a gostei ligeiramente a gostei moderadamente. A formulação F7 foi a mais rejeitada pelos provadores com média 2,7 (desgostei muito a desgostei moderadamente).

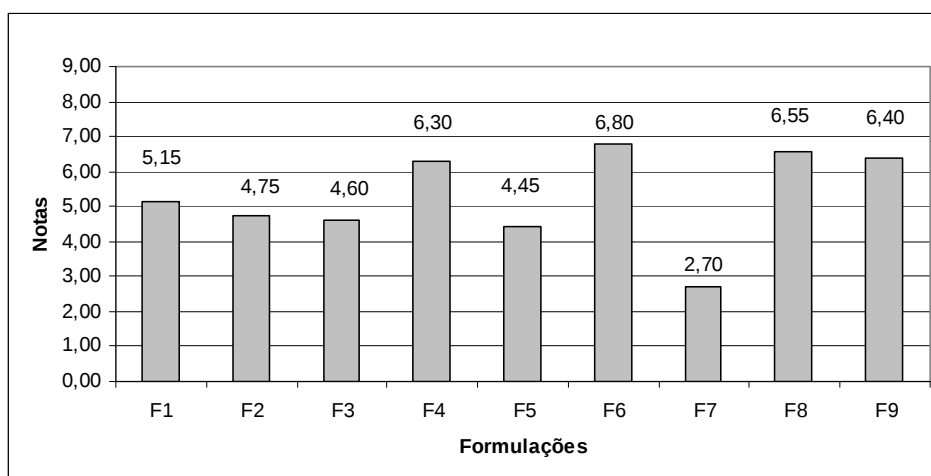


Figura 58 – Resultados da Escala Hedônica de presunto cozido de peru: (9) Gostei extremamente; (8) Gostei muito; (7) Gostei moderadamente; (6) Gostei ligeiramente; (5) Indiferente; (4) Desgostei ligeiramente; (3) Desgostei moderadamente; (2) Desgostei muito; (1) Desgostei extremamente.

Nas formulações que continham colágeno em níveis maiores que 1 % foi observada a presença de exsudado gelatinoso prejudicando sensorialmente estes presuntos. A formulação F6 foi a que obteve melhor nota (6,8). Estes resultados conferem com os resultados obtidos por Pedroso (2006) onde amostras de presunto cozido de peru adicionadas de amido e carragena obtiveram médias entre 6 e 7.

5.13.2 – Comparação com presunto cozido de peru produzido comercialmente

As médias do teste de comparação múltipla obtidas para as amostras selecionadas encontram-se na Tabela 40. Pode-se observar que as médias com mesmas letras na vertical não diferem significativamente ($p>0,05$).

TABELA 40 – Resultado do Teste de Comparação Múltipla de presunto cozido de peru.

Amostras	Comparação	Grau de Diferença
Padrão	1,75 ^a	2,63 ^a
F4	2,21 ^a	3,20 ^a
F6	1,95 ^a	3,45 ^a
F8	1,90 ^a	2,82 ^a
F9	2,25 ^a	2,50 ^a

As amostras foram consideradas iguais ao padrão (amostra comercial) mostrando que a adição dos ingredientes testados não apresentou efeito significativo na textura dos presuntos. Quando os provadores foram questionados sobre o grau de diferença das amostras a média obtida na escala foi 3, indicando diferença regular entre as amostras. As amostras com maior e menor grau de diferença foram respectivamente F6 e F9.

Vale destacar que a formulação F4 (adicionada apenas goma guar) foi uma das formulações escolhidas pelos provadores revelando o potencial deste ingrediente em produtos cárneos.

5.3.3 – Perfil de Características

Os resultados obtidos para o teste de Perfil de Características podem ser visualizados na Tabela 41.

TABELA 41 – Resultados do teste de Perfil de Características para presunto cozido de peru.

Formulações	Textura	Sabor	Odor	Cor	Aparência
F4	3,47 ^{bcd}	3,60 ^d	3,40 ^a	3,20 ^{bc}	3,20 ^{cd}
F6	4,13 ^d	4,27 ^{ab}	3,73 ^a	4,00 ^{abc}	4,27 ^{bc}
F8	2,13 ^a	2,40 ^{ab}	2,87 ^a	3,67 ^{ab}	3,53 ^{ab}
F9 (Ponto Central)	3,27 ^{abcd}	3,80 ^{bc}	3,73 ^a	4,00 ^{abc}	3,60 ^{bc}

De acordo com a Tabela 41 as médias com mesmas letras na vertical não diferem significativamente ($p>0,05$). Houve diferença significativa ($p<0,05$) entre as formulações (F4, F6, F8 e F9) em relação à textura, sabor, cor e aparência e não houve diferença significativa ($p>0,05$) para o odor.

Na Figura 59 pode-se observar que a formulação F6 (elaborada com 2 % de amido modificado) foi considerada a melhor onde pode ser observado as maiores notas em todos os atributos avaliados. F8 apresentou pior classificação com relação à textura, considerada pelos provadores como a amostra mais dura e seca, evidenciando a importância dos ingredientes adicionados (goma guar, amido e colágeno) para obtenção de maior suculência e maciez dos presuntos elaborados.

Para a formulação F9 (Ponto Central) os resultados foram regulares, muitos julgadores a consideraram o aspecto e características similares a de produto tipo apresuntado.

Prabhu; Doerscher (2003) não observaram diferença significativa na textura de presunto suíno adicionado de colágeno na proporção de 0,5 a 3,5 %, porém verificaram alteração na cor e diferença na análise sensorial para níveis maiores que 2 %.

Daigle et al. (2005) realizaram análise sensorial em produtos cárneos fabricados com carne PSE de peru e adição de hidrocolóides como carragena,

colágeno e proteína de soja e não detectaram diferenças sensoriais ($P>0,05$) entre os tratamentos com 0,3 % de carragena, 1,5 % de colágeno e 1,5 % de amido.

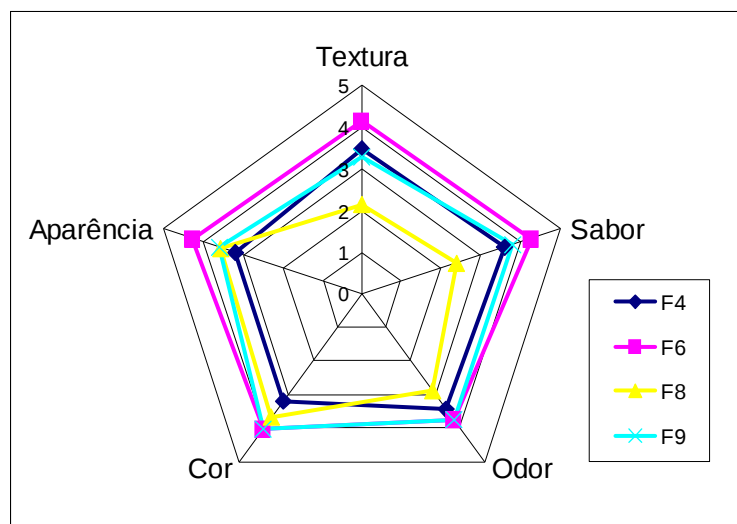


Figura 59 – Perfil de Característica para as formulações de presunto cozido de peru.

6 CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que a adição de amido modificado, goma guar e colágeno hidrolisado alteraram a composição centesimal, características físicas e qualidade do produto final.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras no teor de sal, lipídios, amido (naquelas formulações em que este ingrediente foi adicionado) e umidade.

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para as análises de nitrito, nitrato, proteína, cinzas, pH e A_w . Algumas formulações não atenderam o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) devido o teor de proteínas ter ficado abaixo do mínimo de 14 % e/ou relação umidade:proteína acima de 5,35.

A adição dos ingredientes testados alterou a CRA do produto final e isto refletiu também nas propriedades de resistência ao corte (força de cisalhamento) e compressão dos presuntos. Houve efeitos individuais para os três ingredientes testados e de interação entre eles.

Em relação as perdas, as formulações que continham amido modificado e naquela em que foi adicionado apenas este ingrediente os resultados foram inferiores para perdas por resfriamento, congelamento-descongelamento, reaquecimento e sinérese.

As perdas por resfriamento variaram de 0,32 a 3,43 %. Houve efeito significativo para os ingredientes amido e colágeno, porém não foi observado efeitos de interação.

Com relação as perdas por congelamento seguido de descongelamento das amostras submetidas a 1, 2 e 3 ciclos, as perdas foram: 4 a 10,18 %; 3,42 a 13,99 % e 3,21 a 14 % respectivamente. As melhores condições (menores perdas) foram observadas nas maiores concentrações de amido e guar e menores de colágeno hidrolisado.

No que se refere as perdas por reaquecimento, os resultados variaram de 12,90 % a 26,41 %. Houve diferenças significativas entre as amostras ($p < 0,05$) e a goma guar efeito individual e apenas a interação guar e colágeno hidrolisado foi significativa. As melhores condições foram obtidas nas maiores concentrações de amido e menores de goma guar e colágeno.

A goma guar apresentou baixa resistência ao reaquecimento, no entanto, os

resultados para perdas por resfriamento foram melhores. Além disso, a formulação adicionada de 0,30 % de guar (F4) sem a adição de nenhum outro ingrediente foi uma das formulações escolhidas pelos provadores.

Para as medidas físicas de compressão e cisalhamento houve diferença significativa entre as amostras, porém os efeitos foram significativos apenas para a variável guar e não ocorreram efeitos de interação.

Na avaliação de liberação de líquido (sinérese) as amostras apresentaram perdas em torno de 1,04 a 5,13 %, houve efeito para as variáveis colágeno hidrolisado e amido, e os resultados mostraram que em maiores concentrações de amido menores são as perdas.

Por fim, a análise de fatiabilidade mostrou que 46,15 % das formulações apresentaram comportamento adequado ao mínimo sugerido de 77 %. Houve variação desde 39,67 até 88,33 % de fatiabilidade. Através da superfície de resposta verificou-se que a região de máximo para fatiabilidade encontra-se em maiores concentrações de amido modificado e menores concentrações de guar e colágeno.

Os produtos desenvolvidos foram considerados iguais ao produto comercial em relação à textura ($p < 0,05$). Na avaliação global da qualidade a formulação F6 (2 % amido modificado) foi a que obteve melhor aceitabilidade por parte dos provadores.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Toda a matéria-prima utilizada para elaboração dos presuntos foi congelada e posteriormente descongelada, isso representou uma dificuldade devido a menor CRA quando comparada com a carne fresca, no entanto, os presuntos desenvolvidos apresentaram aspecto adequado.

É importante salientar que as formulações não foram adicionadas de proteína de soja e carragena, apesar de serem ingredientes comumente utilizados em produtos de presuntaria. Além disso, uma das propostas deste trabalho era justamente buscar ingredientes alternativos para a substituição destes, devido à formação de exsudado gelatinoso que prejudica a aparência e a aceitação do produto.

O colágeno hidrolisado testado apresentou resultados insatisfatórios para perdas e os presuntos tiveram baixa aceitação devido a formação de gel. Com base nisso sugerem-se novas pesquisas utilizando a associação de colágeno nativo (fibra) e colágeno hidrolisado (pó) para melhorar o desempenho deste ingrediente.

Pelo motivo de grande interesse comercial na área de amidos modificados, a empresa que cedeu as amostras não forneceu a informação referente ao tipo de processo de modificação que passou o amido testado.

Não foram realizados os experimentos para encontrar a região de máximo, o que poderia ser encontrada através da construção do planejamento estrela, devido à baixa disponibilidade de insumos (ingredientes testados, matéria-prima e disponibilidade de equipamentos), pois para o experimento foram necessários aproximadamente 200 kg de matéria-prima e todos os ingredientes foram gentilmente cedidos pelas empresas além da disponibilidade da estrutura física para realização dos experimentos.

A formulação que obteve os melhores resultados F6 (2 % de amido modificado) apresenta um custo superior ao de uma salmoura elaborada sem amido, no entanto há outros aspectos a serem levados em conta além do custo da salmoura, tais como redução de peças fora do padrão e melhoria na resistência destes presuntos aos processos como reaquecimento e congelamento.

Além disso, os amidos modificados de maneira geral são utilizados em produtos mais caros e sofisticados, enquanto que em embutidos cárneos a maioria

utiliza amidos nativos. Produtos como presuntos têm um valor agregado superior e o consumidor busca outros atributos no produto além do custo o que poderia compensar a utilização de amido modificado em sua elaboração.

O amido modificado apresentou os melhores resultados (F6) tanto para as análises físicas quanto na avaliação sensorial. Parece-nos adequado propor a permissão legal de amido em presunto ou a criação de uma nova classe de produto na qual seja permitida a utilização deste, visto que as formulações que o continham alcançaram os melhores resultados.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14141**: escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 1998.

ARIMA, H. K. **Curso sobre qualidade e processamento de presunto cozido e apressuntado**. Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) – Centro de Tecnologia de Carnes (CTC), Campinas, 1995, 120p.

ALMEIDA, R.B.; BESERRA, F.J.; AZEREDO, H.M.C. FERREIRA, J.C.G.; BITU, L.A.; MONTE, F.B.R. Uso de colágeno solubilizado como substituto de gordura em emulsão cárnea. XX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2006, 1CD-ROM.

BARBUT, SHAI. **Poultry Products Processing: An Industry Guide**. CRC Press, 2002, 548p.

BARRERA, A.M.; RAMÍREZ, J.A.; GONZÁLEZ-CABRIALES, J.J; VÁZQUEZ, M. Effect of pectins on the gelling properties of surimi from silver carp. **Food Hydrocolloids**, v.16, p.441-447, 2002.

BARROS NETO, B. **Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**, Campinas: Editora da Unicamp, 2003, 401p.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998, 318p.

BARRINGER, S.A.; ABU-ALI, J., CHUNG, H. Electrostatic powder coating of sodium erythorbate and GDL to improve color and decrease microbial counts on meat. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.6, p.189-193, 2005.

BEDENDI, R.F. **Estudo da estabilidade de presunto cozido fatiado em atmosfera modificada**. 2003, 123f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de

Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2003.

BOBBIO, F.O. **Introdução à Química de alimentos**. Campinas: Varela, 1985, 230p.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do Processamento de Alimentos**. São Paulo: Varela, 2001, 142p.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresuntado, de Fiambre, de Hambúrguer, de Quibe, de Presunto Cozido**. Diário Oficial, Brasília, nº419. seção 1, p.7-12, 2000.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº12**, de 2 de Janeiro de 2002. Diário Oficial. Brasília, p.68, 2001.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Métodos Físico-Químicos para Análises de Alimentos, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília, Ministério da Saúde, 2005, 1018p.

BRASIL, Vigilância Sanitária. **Portaria nº1004 de 11 de dezembro de 1998**. Atribuição de função dos aditivos e seus limites máximos de uso para a Categoria – Carnes e Produtos Cárneos. [s.1:s.n], 1998.

CAI, W.; XUE, Z. Property and application of complex gel of xanthan end gum xanthan and k-carrageenan to ham. **Shipin Gongye Kgi**, v.21, n.3, p.15-18, 2000.

CAMARGO, R.; FONSECA, H.; PRADO FILHO, L.G.; ANDRADE, M.O.; CANTARELLI, P.R.; OLIVEIRA, A.J.; GRANER, M.; CARUSO, J.G.B; NOGUEIRA, J.N.; LIMA, U.A.; MOREIRA, L.S. **Tecnologia dos produtos agropecuários – Alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984, 295p.

CASIRAGHI, E.; ALAMPRESE, C.; POMPEI, C. Cooked ham classification on the basis of brine injection level and pork breeding country. **LWT – Food Science and Technology**, v.40, p.164-169, 2007.

CASSENS, R.G. Use of sodium nitrite in cured meats today. **Food Technology**, v.49, p.72-79, 1995.

CASSIDY, R.D.; OCKERMAN, H.W.; KROL, B. Effect of tumbling method, phosphate level and final cook temperature on histological characteristics of tumbled porcine muscle tissue. **Journal of Food Science**, v.43, p.1514-1518, 1978.

Catálogo Metalquimia, 2006.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas: Unicamp, 1999, 212p.

CHENG, J.; WANG, S.; OCKERMAN, H.W. Lipid oxidation and color change of salted pork patties. **Meat Science**, v.75, p.71-77, 2007.

CUI, S.W. (ed.) **Food Carbohydrates:Chemistry, Physical Properties and Applications**, Boca Raton : CRC, 2005, 418p.

DAAS, P.J.H.; SCHOLS, H.A.; JONGH, H.H.J. On the galactosyl distribution of commercial galactomannans. **Carbohydrate Research**, v.329, p.609-619, 2000.

DELAHUNTY, C.M.; MCCORD, A.; O'NEILL, E.E.; MORRISSEY, P.A. Sensory characterization of cooked hams by untrained consumers using free-choice profiling. **Food Quality and Preference**, v.8, n.5/6, p.381-386, 1997.

DINEEN, N.M.; KERRY, J.P.; LYNCH, P.B.; BUCKLEY, D.J.; MORISSEY, P.A.; ARENDT, E.K. Reduced nitrite levels and dietary α -tocopheryl acetate supplementation, effects on the colours and oxidative stability of cooked hams. **Meat Science**, v.55, p.475-482, 2000.

DUTCOSKY, Silvia Deboni. **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996, 123p.

DZEUDIE, T.; OKUBANJO, A. Effects of rigor state and tumbling time on quality of goat hams. **Journal of Food Engineering**, v.42, p.103-107, 1999.

ESTELLER, M.S.; PITOMBO, R.N.M.; LANNES, S.C.S. Effect of freeze-dried gluten addition on texture of hamburguers buns. **Journal of Cereal Science**, v.41, p.19-21, 2005.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1993, 1095p.

FERREIRA, M.M.C.; MORGANO, M.A.; QUEIROZ, S.C.N.; MANTOVANI, D.M.B. Reationship of the minerals and fatty acid contents in processed turkey meat products. **Food Chemistry**, v.69, p259-265, 2000.

FRANCISCHETTI, G.; ORTELAN, C.B.; CONTRERAS-CASTILHO, C.J.C; GALLO, C.R., CAVENAGHI, A., MONTENEGRO, L.C., PUGA, D.E. Caracterização e vida-útil do músculo *biceps femoris* (coxão duro) submetidos à marinação com pó de colágeno, fibra de trigo e proteína isolada de soja. IV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes. 2007, **Anais...**,Campinas, p.378 – 380, 2007.

FRANCO, C.M.L.; DAIUTO, E.R.; DEMIATE, I.M.; CARVALHO, L.J.C.B.; LEONEL, M.; CEREDA, M.P.; VILPOUX, O.F.; SARMENTO, S.B.S. Propriedades Gerais do Amido, São Paulo: Fundação Cargill, 2001, 224p.

FOEGEDING, E.A.; RAMSEY, S.R. Effect of gums on low fat meat batters. **Journal of Food Science**, v.51, p.33-36, 1986.

GANTER, J.L.M.S.; CARDOSO, A.T.M.; KAMINSKI, M.; REICHER, F. Galactomannan from the seeds of Mimosa scabrella: a scale-up process. **Biological Macromolecules**, v.21, p.137-140, 1997.

GARCIA-CRUZ, C.H.; SCAMPARINI, A.R.; HOFFMANN, F.L.; Elaboração de Salsichas utilizando goma guar e goma xantana em substituição ao amido de mandioca (*Maniot esculenta*). **Alimentos e Nutrição**, v.7, p.25-35, 1996.

GAVA, A. **Princípios de Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984, 103p.

GILLET, T.A.; CASSIDY, R.D.; SIMON, S. Effect continuous massaging on bind, yield, and color of hams. **Journal of Food Science**, v.46, p.1681-1683, 1981.

GUERREIRO, L.; GOU, P.; ARNAU, J. **Avanços em Análise Sensorial**. São Paulo: Varela, 1999, 286p.

HACHMEISTER, K.A.; HERALD, T.J. Thermal and rheological properties and textural attributes of reduced-fat turkey batters. **Poultry Science**, v.77, p.632-638, 1998.

HONKAVAARA, M. Influence of PSE pork on the quality and economics of cooked, cured ham and fermented dry sausage manufacture. **Meat Science**, v.24, p.201-207, 1998.

HSU, S.Y.; SUN, L. Comparisons on 10 non-meat protein fat substitutes for low-fat Kung-wans. **Journal of Food Engineering**, v.74, p.47-53, 2006.

JAMAS, E.; BOMBO, A.J.; SANT'ANA, L.S. Avaliação da Composição Centesimal e Parâmetros de Cor de Presunto de Peixe Elaborado a partir de Surimi de Carpa (*Cyprinus carpio*). XX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2006, 1CD-ROM.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Technologies for developing low-fat meat products. **Trends in Food Science and Technology**, v.7, p.41-48, 1996.

JOBLING, A. New applications for collagenous proteins in meat products. **J.Sci. Food Agric.**, v.35, p.1264, 1984.

JUDGE, M.; ABERLE, E.; FORREST, J. **Principles of meat science**. Iowa: Kendall Hunt Publication, 1989, 351p.

JULAVITTAYANUKUL, O.; BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W. Effect of

phosphate compounds on gel-forming ability of surimi from bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*). **Food Hydrocolloids**, v.20, p.1153-1163, 2006.

KANBE, T.; OSHIBA, K.; FUJITA, T.; AKEHASHI, H. Nutricional analysis of the pressed hams graded according to the JAS. **Seikatsu Eisei**, v.3, n.23, p.43-48, 1979.

KATSARAS, K.; BUDRAS, K. The relationship of the microstructure of cooked ham to its properties and quality. **Lebensm Wiss Technology**, v.26, n.3, p.229-234, 1993.

LACHOWICZ, K.; SOBCZAK, M.; GAJOWIECKI, L.; ZYCH, A. Effects of massaging time on texture, rheological properties, and structure of three pork ham muscles. **Meat Science**, v.63, p.225-233, 2003.

LAWRIE, R.A. **Ciência da Carne**. Porto Alegre: Artmed, 2005, 384p.

LEE, M.H.; BAEK, M.H.; CHA, D.S.; PARK, H.J.; LIM, S.T. Freeze-thaw stabilization of sweet potato starch gel by polysaccharide gums. **Food Hydrocolloids**, v.16, p. 345-352, 2002.

Li, C-T. Myofibrillar protein extracts from spent hen meat to improve whole muscle processed meat. **Meat Science**, v.72, p.581-583, 2006.

LIGUTOM, H.; MESINA, A.; GANJI, V. Use of seed gums in low-fat ground pork: effect on physical and sensory characteristics. **Meat Science**, v.70, n.4, p.691-698, 1999.

MARTINS, F.; WEBER, F.H. Efeito das gomas guar e xantana na estabilidade de géis de amido de milho. XX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2006, 1CD-ROM.

MICHELINI, R.P.; NADAI, A.C.; KAMEI, C.A.K.; SANTANA, J.; YAMADA, E.A, ANDRADE, J.C.; LEMOS, A.L.S.C. Elaboração de hambúrguer bovino com baixo teor de gordura adicionado de colágeno. IV Congresso Brasileiro de Ciência e

Tecnologia de Carnes. 2007, **Anais...**, Campinas, p.378-380, 2007.

MITTAL, G.S.; USBORNE, W.R. Meat emulsion functionality related to fat-protein ratio and selected dairy and cereal products. **Meat Science**, v.18, p.1-21, 2006.

MONTEIRO, E.M.; TERRA, N.N. Processamento do Presunto “Cook-in” de Cordeiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.4, p.721-725, 1999.

MORI, E.M.; YOTSUYANAGI, K.; FERREIRA, V.L.F. Análise sensorial de goiabadas de marcas comerciais. Disponível em: <http://www.scielo.com.br> Acesso em: 16/06/07.

MULLER, W.D. Tecnologia de los productos curados cocidos. **Fleischwirtschaft**, v.1, p.66-70, 1990.

MUNHOZ, M.P.; WEBER, F.H.; CHANG, Y.K. Influência de hirocolóides na textura de gel de amido de milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, p. 403-406, 2004.

NABESHIMA, H.E. Amidos modificados em produtos cárneos de baixo teor de gordura. **Higiene Alimentar**, v.12, n.54, p.36-41, 1998.

NAMPO, A.K.; SOARES, A.L.; MARCHI, D.F.; SHIMOKOMAKI, M. Avaliação do perfil de ácidos graxos em filés de frango. XV EAIC E VI EUEPG, 2006, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa:UEPG, 2006. 1 CD ROM.

NOVAPROM FOOD INGREDIENTS LTDA. **Apostila Pó de Colágeno**, Lins, 2006, 5p.

O'NEILL, D.J.; LYNCH, P.B.; TROY, D.J.; BUCKLEY, D.J.; KERRY, J.P. Effects of PSE on the quality of cooked hams. **Meat Science**, v.64, p.113-118, 2003.

OCKERMAN, H.W.; ORGANISCIK, C.S. Difusion of curing brine in tumbled and non-tumbled porcine muscle tissue. **J. Food Prot.**, v.41, p178-181, 1978.

OFFER, G.; KNIGHT. The structural basis of water-holding in meat: the swelling and shrinking of myofibrils. **Meat Science**, v.8, p.245-281, 1988.

OLIVO, Rubison; SHIMOKOMAKI, Massami. **Carnes: No Caminho da Pesquisa**. Cocal do Sul: Imprint, 2001, 155p.

OLIVEIRA FILHO, J.H. Estudo da viscosidade do amido modificado em diferentes concentrações e na presença de aditivos alimentares. XX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2006, 1CD-ROM.

ORDÓÑEZ, J.A. (coord.) **Tecnologia de Alimentos**, Porto Alegre: Artmed, 2005, 279p.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. Goiânia: UFMG, 1996, v.2, 1109p.

PANEGASSI, V.R.; SERRA, G.E.; BUCKERIDGE, M.S. Potencial tecnológico do galactomanano de sementes de faveiro (*Dimorphandra mollis*) para uso na indústria de alimentos. <http://www.scielo.com.br> , Acesso em: 10/02/07.

PEARSON, A.M.; TAUBER, F.W. Composition and Nutritive Value of Materials and Processed Meats. **AVI Publishing Company**, 1984, 367p.

PEDROSO, R.A. **Avaliação da influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru**. 2006, 74f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

PERISSUTI, G.E.; BRESOLIN, T.M.B.; GANTER, J.L.M.S. Interaction between the galactomannan from Mimosa scabrella and milk proteins. **Food Hydrocolloids**, v.16, p.403-417, 2002.

PIETRASIK, Z.; JARMOLUK, A.; SHAND, P.J. Effect of non-meat proteins on hydration and textural properties of pork meat gels enhanced with microbial transglutaminase. **LWT – Food Science and Technology**, p.34-38, 2006.

PIETRASIK, Z.; SHAND, P.J. The effect of quantity and timing of brine addition on water binding and textural characteristics of cooked beef rolls. **Meat Science**, v.65, p.771-778, 2003.

PRABHU, G.; DOERSCHER, D. Utilizing pork collagen protein in emulsified and whole muscle meat products. In: 49th INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY – 2nd BRAZILIAN CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2003. **Proceedings...** Campinas:CTC-ITAL, 2003. p.413-414.

PRANOTO, Y.; LEE, C.M.; PARK, H.J. Characterizations of fish gelatin films added with gellan and k-carrageenan. **LWT – Food Science and Technology**, 345-349p, 2006.

PUOLANNE, E.J.; RUUSUNEN, M.H.; VAINIONPÄÄ, J.I. Combined effects of NaCl and raw meat pH on Water-holding in cooked sausage with and without added phosphate. **Meat Science**, v.58, p.1-7, 2001.

RAMOS, E.M.; RAMOS, A.L.S.; VIOLIN, L.M.; BISPO, K.C.S.; FONTES, P.R. Influência da deformação e da velocidade de compressão na textura objetiva de produtos curados. In: 49th INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY – 2nd BRAZILIAN CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2003. **Proceedings...** Campinas:CTC-ITAL, 2003. p.423-426.

ROÇA, R.O., SERRANO, A.M.; BONASSI, L.A. A influência da utilização da proteína texturizada de soja nas características sensoriais, químicas e funcionais e de processamento de fiambres de frango. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v.29, n.11, p.1763-1768, 1994.

SAMS, Alan R. **Poultry Meat Processing**. CRC Press, 2001, 333p.

SCHILLING, M.W.; MINK, L.E.; GOCHENOUR, P.S.; MARRIOTT, N.G.; ALVARADO, C.Z. Utilization of pork collagen for functionality improvement of boneless cured ham manufactured from pale, soft, and exudative pork. **Meat Science**, v.65, p.547-553, 2003.

SCHILLING, M.W.; MARRIOTT, N.G.; ACTON, J.C.; ANDERSON-COOK, C., ALVARADO, C.Z., WANG, H. Utilization of response surface modeling to evaluate the effects of non-meat adjuncts and combinations of PSE and RFN pork on water holding capacity and cooked color in the production of boneless cured pork. **Meat Science**, v.66, p.371-381, 2004.

SCHEID, D. Manufacture of cook-in ham. **Fleischwirtschaft**, v.2, p31-34, 1986.

SEIGEL, D.G.; THENO, D.M.; SCHIMDT, G.R. Meat massaging: the effect of salt, phosphates and massaging on the presence of specific skeletal muscle protein in the exudate of a sectioned and formed ham. **J. Food Science**, v.43, p.327-330, 1978.

SHAHIDI, F.; SYNOMIECKI, J. Protein hydrolyzates from seal meat as phosphate alternatives in food processing applications. **Food Chemistry**, v.60, n.1, p.29-32, 1997.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N.N.; FRANCO, B.D.G.M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**, São Paulo: Varela, 2006, 236p.

SILVEIRA, E.T.F. **Curso sobre qualidade e processamento de presunto cozido e apressado**. Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) – Centro de Tecnologia de Carnes (CTC), Campinas, 1995, 120p.

SLAUGHTER, S.L.; ELLIS, P.R.; JACKSON, E.C.; BUTTERWORTH, P.J. The effect of guar galactomannan and water availability during hydrothermal processing on the hydrolysis of starch catalysed by pancreatic α -amilase. **Biochimica et Biophysica**, p.55-63, 2002.

SMITH, D.M. Meat proteins: functional properties in comminuted meat products.

Food Technology, v.41, p.166-171, 1988.

SLOPE, S.; BUDRAS, K.D.; WEBER, H. Electron Microscopy study of tumbled pork and turkey meat produced with or without phosphate. In: 49th INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY – 2nd BRAZILIAN CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2003. **Proceedings...** Campinas:CTC-ITAL, p.389-390, 2003.

SOMBOONPANYANKUL, P.; BARBUT, S.; JANTAWAT, P.; CHINPRAHAST, N. Textural and sensory quality of poultry meat batter containing malva nut gum, salt and phosphate. **LWT – Food Science and Technology**, p.43-47, 2005.

SOSULSKI, F.W. The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats. **Cereal Chemistry**, v.39, n.4, p.344-350, 1962.

SUDHAKAR, V.; SINGHAL, R.S.; KULKARNI, P.R. Starch-galactomannan interactions: functionality and rheological aspects. **Food Chemistry**, v.55, n.3, p.259-264, 1996.

TEIXIDOR, M.X. **Metalquimia**, v.22, 2006, 120p.

TAKAHASHI, G. Ingredientes e suas funções na fabricação de produtos cárneos. **Curso Internacional sobre tecnologia da carne. Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL**, Campinas, 1978.

TERRA, N.N.; TERRA, A.B.; TERRA, L.M. **Defeitos nos Produtos Cárneos: origens e soluções**. São Paulo: Varela, 2004, 88p.

THENNO, D.M.; SIEGEL, D.G.; SCHMIDT, G.R. Meat massaging: effects of salt and phosphates on the ultrastructural composition of cured porcine muscle, **Journal of Food Science**, v.43, p.3327-3330, 1978.

TORLEY, P.J.; D'ARCY, B.R.; TROUT, G.R. The effect of ionic strength, polyphosphates type, pH, cooking temperature and preblending on the functional

properties of normal and pale, soft, exudative (PSE) pork. **Meat Science**, v.55, p.451-462, 2000.

TORNBERG, E. Effects of heat on meat proteins – Implications on Structure and Quality of meat products. **Meat Science**, v.70, p.493-508, 2005.

TROUT, G.R.; SCHMIDT, G.R. Effect of phosphate type and concentration salt level and method of preparation on binding in restructured beef rounds. **Journal of Food Science**, v.49, p.687-694, 1984.

TSAI, S.; UNKLESBAY, N.; UNKLESBAY, K.; CLARKE, A. Water and absorptive properties of restructured beef with five binders of four isothermal temperatures. **LWT – Food Science Technology**, v. 31, p.78-83, 1998.

ÜNAL, S.B.; ERDÖDÜ, F.; EKİZ, H.I. Effect of temperature on phosphate diffusion in meats. **Journal of Food Engineering**, v.76, p.119-127, 2006.

USA, **Federal Register**. Use of soy protein concentrate, modified food starch and Carrageenan as binders in certain meat products, v.64, n.99, 1999.

VAN DER BERG, L.; VAN VLIET, T.; VAN DER LINDEN, E.; VAN BOEKEL, M.A.J.S. Serum release: The hidden quality in fracturing composites. **Food Hydrocolloids**, p. 54-58, 2006.

VERBEKEN, D.; NEIRINCK, N.; MEEREN, P.U.D.; DEWETTINCK, K. Influence of k-carrageenan on the thermal gelation of salt-soluble meat proteins. **Meat Science**, v.70, p.161-166, 2005.

XIONG, Y.L. Role of myofibrillar proteins in water-binding in brine-enhanced meats. **Food Research International**, v. 38, p.281-287, 2005.

WANG, S.H.; ROCHA, G. O.; NASCIMENTO, T.; ASCHERI, J.L.R. Absorção de água e propriedades espumantes de farinhas extrusadas de trigo e soja. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, v. 26, n.2, p.475-481, 2006.

WESTPHALEN, A.D.; BRIGGS, J.L.; LONERGAN, S.M. Influence of muscle type on rheological properties of porcine myofibrillar protein during heat induced gelation. **Meat Science**, v.72, p.697-703, 2006.

WIRTH, F. **Tecnología de los embutidos escaldados**. Zaragoza: Acribia, 1992, 237p.

ZIEGLER, G.R.; FOEGEDING, E.A. The gelation of proteins. **Advances in Food Nutrition Research**, v.34, p.203-298, 1990.

ANEXOS**ANÁLISE SENSORIAL DE PRESUNTO COZIDO DE PERU**

NOME:.....DATA:...../...../.....

Conforme escala abaixo, avalie as amostras e atribua nota para as mesmas, segundo sua preferência em relação ao produto.

1 = Desgostei muitíssimo

2 = Desgostei muito

3 = Desgostei regularmente

4 = Desgostei ligeiramente

5 = Indiferente

6 = Gostei ligeiramente

7 = Gostei regularmente

8 = Gostei muito

9 = Gostei muitíssimo

Amostra:

Comentário:.....

Amostra:

Comentário:.....

Amostra:

Comentário:.....

ANÁLISE SENSORIAL DE PRESUNTO COZIDO DE PERU

NOME:.....DATA:...../...../.....

Você irá receber uma amostra padrão marcada com “P” e 4 amostras codificadas. Compare cada amostra com o padrão e identifique se ela é melhor, igual ou pior que o padrão em relação à TEXTURA.

Em seguida, assinale o grau de diferença de acordo com a escala:

PARÂMETROS				
Melhor que o padrão				
Igual ao padrão				
Pior que o padrão				
GRAU DE DIFERENÇA				
Nenhum				
Ligeiro				
Regular				
Muito				
Extremo				

Comentários:.....

PERFIL DE CARACTERÍSTICAS PRESUNTO COZIDO DE PERU

NOME:.....DATA:...../...../.....

Prove as amostras, lavando as papilas entre uma amostra e outra, coma biscoito de água e sal e espere um tempo de 30 segundos até a próxima avaliação. Atribua notas de 1 a 5 para cada característica avaliada conforme escala abaixo:

1 = Péssimo

2 = Regular

3 = Bom

4 = Muito bom

5 = Excelente

AMOSTRAS	Aparência	Cor	Odor	Sabor	Textura

Comentários:.....

.....

.....

.....