



**FERNANDO CÉSAR SILVA LAGE**

**CARACTERIZAÇÃO DE APRESUNTADO COM  
BAIXO TEOR DE GORDURA FORMULADO  
COM SORO DE LEITE E LACTULOSE**

**LAVRAS - MG**

**2012**

**FERNANDO CÉSAR SILVA LAGE**

**CARACTERIZAÇÃO DE APRESUNTADO COM BAIXO TEOR DE  
GORDURA FORMULADO COM SORO DE LEITE E LACTULOSE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências de Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

D.Sc Eduardo Mendes Ramos

Coorientadora

D.Sc Alcinéia de Lemos Sousa Ramos

**LAVRAS - MG**

**2012**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Lage, Fernando César Silva.

Caracterização de apresuntado com baixo teor de gordura  
formulado com soro de leite e lactulose / Fernando César Silva  
Lage. – Lavras : UFLA, 2012.

180 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: Eduardo Mendes Ramos.

Bibliografia.

1. Produto cárneo. 2. Prebiótico. 3. Ingredientes funcionais. 4.  
Saúde. 5. Características. 6. Análise sensorial. I. Universidade  
Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.9298

**FERNANDO CÉSAR SILVA LAGE**

**CARACTERIZAÇÃO DE APRESUNTADO COM BAIXO TEOR DE  
GORDURA FORMULADO COM SORO DE LEITE E LACTULOSE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências de Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 20 de julho de 2012.

Dra. Edimar Aparecida Filomeno Fontes      UFV

Dr. Paulo Rogério Fontes                      UFLA

D.Sc Eduardo Mendes Ramos  
Orientador

D.Sc Alcinéia de Lemos Sousa Ramos  
Coorientadora

**LAVRAS - MG**

**2012**

*Aos meus pais Pedro e Aparecida e à  
minha esposa Rosa Maria, por estarem  
sempre comigo em todos os momentos.*

**OFEREÇO**

*Aos meus professores, pelo  
brilhantismo, simplicidade e emoção ao  
lidar com a ciência dos alimentos,  
motivo ao qual me inspiram dar  
continuidade ao processo que me  
impulsiona a conhecer.*

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por ter me iluminado nessa caminhada por ter me dado a força necessária para que não desistisse nos momentos de fraqueza, me dando clareza e discernimento de idéias;

À CAPES, pela bolsa de pesquisa fornecida;

À Cooperativa Alto Rio Grande (CAARG), no município de Lavras-MG, pela parceria;

Agradeço ao casal brilhante de orientadores: D.Sc Eduardo Mendes Ramos e D.Sc Alcinéia Lemos de Sousa Ramos, por terem sido mais que simples orientadores, mas também amigos nos momentos difíceis que vivenciei;

Eduardo, agradeço pela sua dedicação, carinho e acima de tudo pela compreensão, incentivando-me sempre que possível.;

Alcinéia, valeu pelas dicas e profissionalismo;

Agradeço aos colegas do laboratório de carnes Abel, Andressa, Bruna, Cristiane, Élide, Gisele, Monalisa, e ainda a outros que mesmo sem citar nomes, considero mais do que amigos e parceiros. Vocês fizeram, fazem e farão parte da minha história para sempre. Por todos os momentos, pelas conversas em grupo, por todos os momentos difíceis (que não foram poucos), por todos os momentos alegres (que foram inúmeros ao lado de vocês), e pelos muitos “risos”, que de alguma forma me fizeram amadurecer e aprender muito nesses dois anos de convívio. Obrigado por me ensinarem que é possível conviver com as diferenças;

Ainda entre amigos, cito os professores Michel, Luciana e Paulo, pelo carinho, amizade, apoio e disponibilidade em sempre me acolher;

A todos os profissionais que compõem o quadro de profissionais da UFLA, como o pessoal do laboratório central do DCA: Eloíza, Flávia, Tina e Sr. Miguel (*in memorian*), meninas da limpeza, técnicos que sempre tinham a me oferecer um bom dia, boa tarde, um olá, e isto foi essencial nesta caminhada;

Agradeço a todos familiares que mesmo à distância torceram e me apoiaram de alguma forma para que fosse possível concluir este trabalho;

Aos meus pais: Pedro e Aparecida, que me criaram, ensinaram os princípios da vida, incentivaram e sempre acreditaram na minha capacidade. Obrigado pela força, amor, carinho, oração e energias positivas que vocês sempre me mandaram mesmo em pensamento;

À minha linda esposa, Rosa Maria, todo o meu carinho e amor. Meu benzinho, agradeço por ser minha amiga, companheira e por nosso bebê fruto do nosso amor. Obrigado por estar sempre comigo!

A todos (as) vocês, meu sincero carinho e minha máxima admiração. Obrigado por tudo!

"Quando a gente pensa que chegou, descobre que é preciso ir além... Uma estrada termina, outra começa. O surpreendente nesta viagem é que nenhuma experiência se perde, tudo nos é acrescentado... ficamos mais e mais enriquecidos com tudo aquilo que vivemos, seja alegria ou tristeza, dor ou contentamento... A imensidão da vida estará sempre à nossa frente, pronta para ser vivida, quantas vezes forem necessárias..."

Autor Desconhecido

## RESUMO GERAL

O primeiro capítulo do presente trabalho avaliou os efeitos da redução de hidrocoloides (amido de mandioca e carragena) nas características tecnológicas de apesuntados formulados com soro de leite. Não foi observado efeito significativo ( $P > 0,05$ ) para os valores de índice de TBARs, pH e atividade de água. Para composição centesimal, houve efeito significativo ( $P < 0,01$ ) apenas para o conteúdo de água (umidade), cujos valores reduziram linearmente com a adição de amido. Houve efeito significativo ( $P < 0,01$ ) para os valores de perda por reaquecimento (PPR), sinerese (SIN) e perda por congelamento (PCC) com a redução de amido e carragena, onde os maiores efeitos foram observados para o amido de mandioca na PPC e PPR. Para a perda por exsudação (PEX) apenas o amido de mandioca teve efeito significativo ( $P < 0,01$ ) com os valores de PEX reduzindo linearmente com o aumento da quantidade de amido. Quanto à cor objetiva, os coeficientes de todos os índices foram significativos ( $P < 0,05$ ), tanto para amido quanto para a carragena, porém os modelos não foram ajustados para o índice de amarelo ( $b^*$ ) e saturação ( $C^*$ ). Os valores de dureza e mastigabilidade aumentaram com o aumento da adição dos hidrocoloides, não sendo possível ajustar os modelos de regressão para coesividade e flexibilidade. No segundo capítulo avaliou-se o efeito da utilização de soro de leite enriquecido com lactulose, sobre as características tecnológicas e sensoriais (teste de aceitação e método de rede *check-all-that-apply* - CATA) dos produtos acabados. A adição de soro de leite enriquecido com lactulose não interferiu significativamente ( $P > 0,05$ ) na composição centesimal, atividade de água, pH, índice de TBARs, PPC, PPR e PCC. Em relação ao controle, a adição de soro de leite reduziu a PEX, não diferindo dos tratamentos contendo lactulose. Para SIN, não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) da amostra controle e a contendo soro apenas, porém os tratamentos adicionados de lactulose apresentaram menores valores. A adição de soro de leite aumentou os valores de luminosidade ( $L^*$ ) e tonalidade ( $h^*$ ) das amostras, mas não afetou ( $P > 0,05$ ) a saturação ( $C^*$ ). Com a adição crescente de lactulose na formulação, os valores de  $L^*$  e  $h^*$  das amostras reduziram, enquanto os valores de  $C^*$  aumentaram ligeiramente. A adição de lactulose também aumentou significativamente a dureza e mastigabilidade das amostras e reduziu os valores de flexibilidade. De forma geral a substituição da água de formulação por soro de leite e incorporação de lactulose melhorou as características tecnológicas dos produtos elaborados.

Palavras-chave: Apesuntado. Soro de leite. Lactulose. Análise sensorial.

## GENERAL ABSTRACT

The present work is constituted of two chapters. In the first chapter, the effects of hydrocolloid (cassava starch and carrageen) reduction in the technological characteristics of hams formulated with whey were evaluated. A significant effect ( $P > 0.05$ ) was not observed for the values of TBARs indexes, pH and water activity ( $a_w$ ). For centesimal composition, there were significant effects ( $P < 0.01$ ) only for water content (moisture), of which the values reduced linearly with the addition of starch. There was significant effect ( $P < 0.01$ ) for the values of reheating loss (RL), syneresis (SYN) and freezing loss (FL) with the reduction of starch and carrageen, in which the largest effects were observed for cassava starch in RL and FL. For exudation loss (EL) only the cassava starch had significant effect ( $P < 0.01$ ) with EL values reducing linearly with the increase in the quantity of starch. In regard to the instrumental color, all indexes coefficients were significant ( $P < 0.05$ ) for starch and carrageen; however, the models were not adjusted to the yellowness ( $b^*$ ) and chroma ( $C^*$ ). The values for hardness and chewiness increased with the increase of hydrocolloid addition, but it was not possible to adjust the regression models for cohesiveness and flexibility. For the performance of the second chapter, the effect of the use of lactulose enriched whey (0, 1.5 and 3.0%) over technological and sensorial (acceptance by multiple comparison test and network check-all-that-apply method) products characteristics were evaluated. Regarding the technological characteristics, the addition of whey enriched with lactulose did not interfere significantly ( $P > 0.05$ ) for centesimal composition, water activity, pH, TBARs index, cooking loss (CL), RL and FL. In regard to the control, the addition of whey reduced the EL, not differing of all treatments containing lactulose. For SYN, there was no significant difference ( $P > 0.05$ ) of the control sample to the samples added only with whey; however, the treatments with added lactulose (1.5 and 3.0%) presented smaller values. The addition of whey increased luminosity ( $L^*$ ) and hue ( $h^*$ ) values of samples, but did not affect ( $P > 0.05$ ) the  $C^*$ . With the increasing addition of lactulose in the formulation, the sample values of  $L^*$  and  $h^*$  reduced, while the values of  $C^*$  slightly increased. The addition of lactulose also significantly ( $P < 0.05$ ) increased hardness and chewiness of the samples and reduced the flexibility values. Overall replacing the water of the formulation by the whey and incorporation of lactulose improved technological characteristics of the products obtained..

Key-words: Reestructured ham. Whey. Lactulose. Sensorial analysis.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

- Figura 1 Fluxograma de produção de diferentes produtos de soro de leite bovino..... 38
- Figura 2 Estrutura química da lactulose. .... 43

### CAPÍTULO 2

- Figura 1 Fluxograma geral do processamento de apresuntado..... 71
- Figura 2 Curva do conteúdo de água dos apresuntados elaborados com soro de leite em função das concentrações de amido de mandioca.. 86
- Figura 3 Superfície de resposta para os valores de perda por cozimento (PPC) dos apresuntados elaborados com soro de leite em função das concentrações de amido de mandioca e carragena. CONT = apresuntado controle..... 92
- Figura 4 Superfície de resposta para os valores de perda por reaquecimento (PPR) dos apresuntados elaborados com soro de leite em função das concentrações de amido de mandioca e carragena. CONT = apresuntado elaborado com água..... 92
- Figura 5 Superfície de resposta para os valores de sinerese (SIN) dos apresuntados elaborados com soro de leite em função das concentrações de amido de mandioca e carragena. CONT = apresuntado elaborado com água ..... 93

- Figura 6 Superfície de resposta para os valores de perda por exsudação (PEX) dos apresuntados elaborados com soro de leite em função das concentrações de amido de mandioca e carragena..... 95
- Figura 7 Superfície de resposta para os valores de luminosidade ( $L^*$ ) dos apresuntados elaborados com soro de leite em função das concentrações de amido de mandioca e carragena. CONT = apresuntado elaborado com água ..... 100
- Figura 8 Superfície de resposta para o índice de vermelho ( $a^*$ ) dos apresuntados elaborados com soro de leite em função das concentrações de amido de mandioca e carragena. CONT = apresuntado elaborado com água ..... 101
- Figura 9 Superfície de resposta para os valores de tonalidade ( $h^*$ ) dos apresuntados elaborados com soro de leite em função das concentrações de amido de mandioca e carragena. CONT = apresuntado elaborado com água ..... 102
- Figura 10 Superfície de resposta para os valores de dureza dos apresuntados elaborados com soro de leite em função das variáveis codificadas para as concentrações de amido de mandioca e carragena. CONT = apresuntado elaborado com água 108
- Figura 11 Superfície de resposta para os valores de mastigabilidade dos apresuntados elaborados com soro de leite em função das variáveis codificadas para as concentrações de amido de mandioca e carragena. CONT = apresuntado elaborado com água 109

### CAPÍTULO 3

Figura 1	Esquematização da forma que as amostras foram servidas aos provadores na condução da análise sensorial pelo teste de comparação múltipla .....	131
Figura 2	Ficha de avaliação para os atributos sabor, textura e aspecto global entregue aos provadores para o teste de comparação múltipla dos apesuntados elaborados .....	132
Figura 3	Ficha de avaliação para o atributo cor entregue aos provadores para o teste de comparação múltipla dos apesuntados elaborados .....	133
Figura 4	Ficha de avaliação entregue aos julgadores para o teste de aceitação de apesuntados elaborados com soro de leite enriquecido com lactulose .....	134
Figura 5	Ficha método de rede entregue aos provadores do painel para descrição de características mais apropriadas para os apesuntados elaborados com soro de leite enriquecido com lactulose .....	135
Figura 6	Efeito da adição de lactulose (%) na luminosidade ( $L^*$ ) da cor de apesuntados elaborados com soro de leite .....	146
Figura 7	Efeito da adição de lactulose (%) nos índices de vermelho ( $a^*$ ) e de amarelo ( $b^*$ ) em apesuntados elaborados com soro de leite ....	146
Figura 8	Efeito da adição de lactulose (%) na saturação ( $C^*$ ) e tonalidade ( $h^*$ ) da cor de apesuntados elaborados com soro de leite .....	147
Figura 9	Efeito da adição de soro de leite (SORO) e soro enriquecido com lactulose (SORO/LAC1,5% e SORO/LAC3,0%) nos índices de cor ( $L^*$ , $C^*$ e $h^*$ ) de apesuntados .....	149

- Figura 10 Efeito da adição de lactulose (%) na dureza (N) de apresuntados elaborados com soro de leite ..... 151
- Figura 11 Efeito da adição de lactulose (%) na flexibilidade (mm) e mastigabilidade ( $0,1 \cdot N \cdot mm$ ) de apresuntados elaborados com soro de leite. Barras verticais representam o erro padrão da média 152
- Figura 12 Análise de Componentes Principais (PCA) em Fatores Múltiplos do questionário “Checagem de Tudo o que Necessário” (CATA *Check-All-That-Apply*) com apresuntados elaborados com soro de leite enriquecido com lactulose. Cor rósea (CR); cor pálida (CP); brilhoso (Br); sabor adocicado (SA); sabor característico de apresuntado (SCA); sabor residual amargo (SRA); pouco salgado (PS); ideal no sal (SI); muito salgado (MS); firme (Fir); macio (Ma); suculento (Su) e borrachento (Bor) ..... 160
- Figura 13 Análise de Fatores Paralelos (*Parallel Factor analysis - PARAFAC*), com apresuntados elaborados com soro de leite e lactulose. Padrão = CONT; Soro = SORO; Soro/Lac1,5% = soro de leite e lactulose a 1,5%; Soro/Lac3,0% = soro de leite e lactulose a 3,0%; AP = aparência; Aro = aroma; Sab = sabor; Tex = textura ..... 163

## LISTA DE QUADROS

### ANEXO A

- Quadro 1 Resumo da análise de variância dos valores médios de umidade, proteínas, extrato etéreo e cinzas para os tratamentos..... 177
- Quadro 2 Resumo da análise de variância dos valores médios de perda de peso por refrigeração (PPR), sinerese (SIN), perda por exsudação (PEX) e perda por ciclo de congelamento (PCC)..... 177
- Quadro 3 Resumo da análise de variância dos valores médios de luminosidade (L\*), índice de vermelho (a\*), índice de amarelo (b\*), saturação (C\*) e tonalidade (h)..... 178
- Quadro 4 Resumo da análise de variância dos valores médios de dureza, coesividade, adesividade, flexibilidade e mastigabilidade ..... 178

### ANEXO B

- Quadro 5 Resumo da análise de variância para nota aparência dos apresentados elaborados com soro de leite enriquecido com lactulose no experimento 2..... 179
- Quadro 6 Resumo da análise de variância para nota sabor dos apresentados elaborados com soro de leite enriquecido com lactulose no experimento 2..... 179
- Quadro 7 Resumo da análise de variância para nota aroma dos apresentados elaborados com soro de leite enriquecido com lactulose no experimento 2..... 180
- Quadro 8 Resumo da análise de variância para nota textura dos apresentados elaborados com soro de leite enriquecido com lactulose no experimento 2..... 180

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

Tabela 1	Perfil da Produção Brasileira de Produtos Cárneos.....	28
Tabela 2	Características de identidade e qualidade de apresuntados (Instrução Normativa n. 20 de 31/07/2000). .....	29
Tabela 3	Composição dos soros de leite obtidos por ação enzimática e por acidificação do leite.....	35

### CAPÍTULO 2

Tabela 1	Formulação básica para elaboração de apresuntados .....	71
Tabela 2	Formulação dos apresuntados elaborados para cada ensaio do DCCR.....	72
Tabela 3	Composição centesimal dos apresuntados elaborados com soro de leite e diferentes concentrações de amido de mandioca e carragena .....	83
Tabela 4	Coefficientes de regressão para as variáveis codificadas e análise de variância dos modelos matemáticos polinomiais para o conteúdo de água dos apresuntados, elaborados com soro de leite e diferentes concentrações de amido de mandioca e carragena.....	85
Tabela 5	Valores médios de pH, atividade de água e índice de TBARS dos apresuntados elaborados com soro de leite e diferentes concentrações de amido de mandioca e carragena .....	87
Tabela 6	Valores médios da perda de peso por cozimento (PPC), por reaquecimento (PPR), sinerese (SIN), por exsudação (PEX) e ciclo de congelamento (PCC) dos apresuntados elaborados com soro de leite e diferentes concentrações de amido de mandioca e carragena .....	89

Tabela 7	Coeficientes de regressão para as variáveis codificadas e análise de variância dos modelos matemáticos polinomiais para perda por cozimento (PPC) e perda por reaquecimento (PPR).....	90
Tabela 8	Coeficientes de regressão para as variáveis codificadas e análise de variância dos modelos matemáticos polinomiais para sinerese (SIN) e perda por exsudação (PEX).....	91
Tabela 9	Índices de cor da superfície interna dos apresuntados elaborados com soro de leite e diferentes concentrações de amido de mandioca e carragena.....	96
Tabela 10	Coeficientes de regressão para as variáveis codificadas e análise de variância dos modelos matemáticos polinomiais para luminosidade ( $L^*$ ), índice de vermelho ( $a^*$ ) e índice de amarelo ( $b^*$ ).....	97
Tabela 11	Coeficientes de regressão para as variáveis codificadas e análise de variância dos modelos matemáticos polinomiais para saturação ( $C^*$ ) e tonalidade ( $h^*$ ).....	98
Tabela 12	Índices de textura objetiva da superfície interna dos apresuntados elaborados com soro de leite e diferentes concentrações de amido de mandioca e carragena.....	104
Tabela 13	Coeficientes de regressão para as variáveis codificadas e análise de variância dos modelos matemáticos polinomiais para dureza e mastigabilidade.....	105
Tabela 14	Coeficientes de regressão para as variáveis codificadas e análise de variância dos modelos matemáticos polinomiais para coesividade e flexibilidade.....	106

### CAPÍTULO 3

Tabela 1	Formulação básica para elaboração de apresuntados .....	123
Tabela 2	Composição centesimal (média ± desvio padrão) de apresuntados elaborados como soro de leite enriquecido com diferentes concentrações de lactulose .....	137
Tabela 3	Análise de pH, atividade de água (Aa), índice de $\Delta$ TBAR e perda por cozimento (PPC) (%) (média ± desvio padrão) de apresuntados elaborados como soro de leite enriquecido com diferentes concentrações de lactulose.....	139
Tabela 4	Análise de sinerese (SIN), perda por exsudação (PEX), perda por reaquecimento (PPR) e perda no ciclo de congelamento (PCC) (média ± desvio padrão) de apresuntados elaborados como soro de leite enriquecido com diferentes concentrações de lactulose ....	141
Tabela 5	Valores médios dos parâmetros luminosidade (L*), índice de vermelho (a*), índice de amarelo (b*), saturação (C*) e tonalidade (h*) (média ± desvio padrão) de apresuntados controle (CONT) e elaborados com soro de leite (SORO).....	144
Tabela 6	Valores médios dos parâmetros dureza, coesividade, adesividade, flexibilidade e mastigabilidade (média ± desvio padrão) de apresuntados controle (CONT) e elaborados com soro de leite (SORO).....	150
Tabela 7	Escores médios dos atributos sensoriais de apresuntados elaborados com soro de leite enriquecido com diferentes concentrações de lactulose, no teste de comparação múltipla.....	154
Tabela 8	Escores médios dos atributos sensoriais de apresuntados elaborados com soro de leite enriquecido com diferentes concentrações de lactulose, no teste de aceitação .....	157

## SUMÁRIO

	<b>CAPÍTULO 1 Introdução geral</b> .....	21
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	21
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	23
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	23
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b> .....	23
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	25
<b>3.1</b>	<b>Carne suína</b> .....	25
<b>3.2</b>	<b>Apresentado</b> .....	27
<b>3.3</b>	<b>Utilização de amido e carragena em produtos cárneos</b> .....	30
<b>3.3.1</b>	<b>Amido</b> .....	30
<b>3.3.2</b>	<b>Carragena</b> .....	32
<b>3.4</b>	<b>Utilização de soro de leite em produtos cárneos</b> .....	34
<b>3.5</b>	<b>Alimentos funcionais</b> .....	40
<b>3.5.1</b>	<b>Aspectos funcionais dos componentes do soro de leite</b> .....	41
<b>3.5.2</b>	<b>Lactulose</b> .....	42
<b>3.6</b>	<b>Legislação brasileira sobre a adição de lactulose em alimentos</b> .....	46
<b>3.7</b>	<b>Análise sensorial</b> .....	48
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	52
	<b>CAPÍTULO 2 Redução de hidrocoloides em apresentados elaborados com soro de leite</b> .....	65
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	67
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	69
<b>2.1</b>	<b>Matérias-primas</b> .....	69
<b>2.2</b>	<b>Delineamento estatístico</b> .....	69
<b>2.2.1</b>	<b>Elaboração dos apresentados</b> .....	70
<b>2.3</b>	<b>Análises físico-químicas do soro de leite</b> .....	73
<b>2.4</b>	<b>Análises físicas e físico-químicas dos apresentados</b> .....	74
<b>2.4.1</b>	<b>Perda de peso no cozimento (PPC)</b> .....	74
<b>2.4.2</b>	<b>Sinerese (SIN)</b> .....	75
<b>2.4.3</b>	<b>Perda por exsudação (PEX)</b> .....	75
<b>2.4.4</b>	<b>Perda de peso no ciclo de congelamento (PCC)</b> .....	76
<b>2.4.5</b>	<b>Perda de peso por reaquecimento (PPR)</b> .....	77
<b>2.4.6</b>	<b>Avaliação da oxidação lipídica (TBARs)</b> .....	77
<b>2.4.7</b>	<b>Análise do pH</b> .....	78

2.4.8	Determinação da atividade de água (Aa).....	78
2.4.9	Avaliação da composição centesimal.....	79
2.4.10	Determinação da cor objetiva.....	79
2.4.11	Determinação da textura objetiva.....	80
2.5	Análise estatística.....	80
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	82
3.1	Avaliação da composição centesimal.....	82
3.2	Análises físicas, químicas e físico-químicas.....	87
3.3	Determinação da cor objetiva.....	95
3.4	Determinação da textura objetiva.....	103
4	<b>CONCLUSÃO</b> .....	110
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	111
	<b>CAPÍTULO 3 Avaliação de apresentados com baixo teor de gordura elaborados com soro de leite e enriquecidos com Lactulose</b> .....	117
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	119
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	121
2.1	Delineamento experimental.....	121
2.1.1	Formulação dos apresentados com soro de leite e lactulose ...	121
2.2	Análises físicas e físico-químicas dos apresentados.....	124
2.2.1	Perda de peso no cozimento (PPC).....	124
2.2.2	Sinerese (SIN).....	125
2.2.3	Perda por exsudação (PEX).....	125
2.2.4	Perda de peso no ciclo de congelamento (PCC).....	126
2.2.5	Perda de peso por reaquecimento (PPR).....	127
2.2.6	Avaliação da oxidação lipídica (TBARs).....	127
2.2.7	Análise do pH.....	128
2.2.8	Determinação da atividade de água (Aa).....	128
2.2.9	Avaliação da composição centesimal.....	129
2.2.10	Determinação da cor objetiva.....	129
2.2.11	Determinação da textura objetiva.....	130
2.2.12	Análise sensorial.....	130
2.2.12.1	Teste de comparação múltipla.....	130
2.2.12.2	Teste de aceitação.....	133
2.2.13	Análise estatística.....	135
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	137
3.1	Avaliação da composição centesimal.....	137

<b>3.2</b>	<b>Análises físicas, químicas e físico-químicas .....</b>	<b>139</b>
<b>3.3</b>	<b>Determinação da cor objetiva .....</b>	<b>144</b>
<b>3.4</b>	<b>Determinação da textura objetiva .....</b>	<b>149</b>
<b>3.5</b>	<b>Análise sensorial.....</b>	<b>153</b>
<b>3.5.1</b>	<b>Análise sensorial por comparação múltipla .....</b>	<b>153</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Análise sensorial por aceitação .....</b>	<b>157</b>
<b>3.5.2.1</b>	<b>Análise de componentes principais (PCA).....</b>	<b>159</b>
<b>3.5.2.2</b>	<b>Análise de fatores paralelos (PARAFAC).....</b>	<b>162</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>166</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>167</b>
	<b>CONCLUSÃO GERAL.....</b>	<b>176</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>177</b>

## **CAPÍTULO 1 Introdução geral**

### **1 INTRODUÇÃO**

A crescente preocupação com a promoção da saúde no mundo, e o consumo de alimentos nutritivos e que não poluam o meio ambiente, tem levado as pessoas a adquirirem alimentos nutritivos. O estudo da composição e propriedades técnico-funcionais, no desenvolvimento de novos produtos, faz-se necessário.

Na indústria de alimentos, o soro de leite é considerado um grande problema ambiental e pode ser utilizado na elaboração de novos produtos pelo valor nutricional, que apresenta rico em proteínas de alto valor biológico, vitaminas hidrossolúveis e minerais traço, e pode contribuir na melhoria da qualidade física, físico-química e sensorial. Estudos já demonstraram que a utilização do soro de leite líquido como substituto da água de formulação de apesuntados não resultaram em alterações nas características físico-químicas dos produtos elaborados, assim como a aceitação sensorial do produto.

A incorporação de ingredientes que venham a conferir ao produto características funcionais, ou seja, possuam efeitos benéficos em uma ou mais funções fisiológicas de forma a promoverem a saúde e o bem-estar e, ou, de reduzir o risco de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT's), e que sejam uma alternativa na busca por produtos mais saudáveis, é uma exigência dos consumidores. A preocupação com a saúde tem levado à escolha de alimentos pobres em gorduras (*low fats*), com proteínas de alto valor biológico e digestibilidade adequada, pobres em sódio e ricos em fibras, para serem utilizados no dia-a-dia.

A incorporação do soro de leite na elaboração de um produto cárneo para a indústria de alimentos pode, além de aumentar o rendimento, e

principalmente reduzir ingredientes não cárneos (amido de mandioca e carragena) da formulação, não acarretar em modificações desejáveis, quando relacionadas à manutenção das características tecnológicas, como cor, sabor e textura.

A boa capacidade da proteína do soro em reter água, atuando como substância ligadora em produtos curados, poderá reduzir a quantidade de hidrocoloides adicionados ao produto para este fim, o que além de implicar na redução do custo de elaboração dos produtos confere ao consumidor uma ideia de produto mais saudável.

Se destinar os estudos com coprodutos do leite, para o enriquecimento nutricional, poderá o setor de laticínios prever um destino economicamente mais vantajoso para o soro obtido da fabricação de queijos, uma vez que este é gerado pela presença de um grande número de pequenas e médias empresas, o que dificulta o aproveitamento mais rentável do soro na forma de coprodutos mais elaborados. A distribuição ou revenda do soro de leite para o uso em produtos cárneos também permitirá a redução no custo com o tratamento de efluentes e, até mesmo, gerar receita para o setor, além de substituir a água por um produto com elevado valor proteico e de preço relativamente baixo.

A elaboração de um produto com baixa quantidade de gordura (*low fat*), adicionado de fibra alimentar e mantendo as características tecnológicas poderá conferir aos produtos elaborados a funcionalidade tão desejada pelos consumidores atuais, melhorando a colocação destes produtos no mercado, e combaterem ou prevenirem o surgimento de doenças.

Por outro lado, quando pensado em saúde, o xarope de lactulose adicionado no soro de leite e utilizado na formulação de produtos cárneos (apresentado) tem sido um estímulo ao tratamento da constipação intestinal e da encefalopatia sistêmica, além de favorecer o equilíbrio metabólico.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da adição de soro de leite e de lactulose nas características físicas, físico-químicas e sensoriais de apresuntado.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Avaliar os efeitos tecnológicos da redução de hidrocolóides (amido de mandioca e carragena) nos apresuntados elaborados com soro de leite em substituição à água de formulação através de:

- a) Elaborar apresuntados contendo soro de leite e níveis de lactulose (1,5% e 3,0%) em substituição à água de formulação;
- b) Avaliar os efeitos da utilização de soro de leite e diferentes níveis de lactulose sobre a composição centesimal (conteúdo de água, proteína, extrato etéreo, resíduo mineral fixo e extrato não nitrogenado), pH, atividade de água, perda de peso por cocção, perda de peso no reaquecimento, perda de peso por congelamento, perda de peso por exsudação, sinerese, índice de TBARs e sobre a cor e textura objetivas dos apresuntados;
- c) Avaliar sensorialmente os efeitos da adição de soro de leite e dos níveis de lactulose (1,5% e 3,0%) por meio da análise sensorial através do teste diferença do controle e teste de aceitação.

- d) Analisar os componentes principais (PCA) em fatores múltiplos do questionário “Checagem de Tudo o que Necessário” (CATA) avaliando as características sensoriais: cor rósea (CR), cor pálida (CP), brilhoso (Br), sabor adocicado (SA), sabor característico de apresuntado (SCA), sabor residual amargo (SRA), pouco salgado (PS), ideal no sal (SI), muito salgado (MS), firme (Fir), macio (Ma), suculento (Su) e borrachento (Bor).
- e) Analisar os fatores paralelos (PARAFAC) dos apresuntados elaborados com soro de leite e lactulose: padrão (CONT), soro (SORO), soro/lactulose 1,5% (SORO/LAC1,5%) e soro/lactulose 3,0% (SORO/LAC3,0%), relacionados à aparência (AP), aroma (Aro), sabor (Sab) e textura (Tex).

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Carne suína

A consciência sobre a importância da carne na alimentação para a saúde humana tem aumentado nos últimos anos, uma vez que a carne é um dos alimentos de maior valor nutritivo, não apenas como Fonte de proteína de alto valor biológico (PHILIPPI, 2008) bem como Fonte de minerais e vitaminas do complexo B. Por ser rica Fonte de nutrientes essenciais, traz importante contribuição para a obtenção de uma alimentação balanceada (WEBER; ANTIPATIS, 2001). O consumo per capita varia em diferentes países não só em função das diferenças econômicas, mas também devido a limites de ordem religiosa e de recursos naturais disponíveis (HEDRICK et al., 1989; PARDI et al., 1996).

Dentre as variedades de carne, a carne suína é a forma de proteína animal mais consumida no mundo, e isso se deve aos vários aspectos que facilitam sua transformação, além de oferecer inúmeras opções de venda no mercado (SANTOS, 2005). Comparando-se com outros alimentos, a carne suína é um alimento rico em proteína, e pobre em carboidratos e contém relativamente baixo nível energético (em torno de 147 kcal/100 g de carne suína) (BRAGAGNOLO; RODRIGUEZ-AMAYA, 2002). Segundo Ramos e Gomide (2007), a composição química do pernil suíno apresenta 15,2% de proteína, 31,0% de gordura, 53,8% de umidade e 339,8 calorias/100 gramas, sendo um corte nobre, com sabor desejável.

No Brasil, Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2002) observaram que não há diferença significativa no teor de colesterol entre diferentes cortes, crus e cozidos, de carnes de aves, bovinos e suínos, sendo que o toucinho tem ainda menor concentração de colesterol do que a pele de frango. O Instituto Nacional

de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO (2012) divulgou resultados semelhantes na comparação entre cortes de bovinos e suínos, com ou sem gordura.

Além de atender à preferência do consumidor por carcaças mais magras, houve melhoria na qualidade e na sanidade do rebanho, com controle e erradicação de doenças e redução no uso de medicamentos, e na nutrição e bem-estar dos animais, o que permitiu ao país tornar-se um dos principais exportadores mundiais de carne suína (O'NEILL et al., 2003; PRESTES, 2008).

Na economia global, a carne suína tem significativa importância em todos os segmentos da indústria especializada (CASSENS, 2002). Os números são representativos: cerca de R\$ 9 bilhões foram arrecadados em 2010 com a comercialização de pouco mais de 1 milhão de toneladas, e estes resultados foram obtidos no mercado interno brasileiro, com produtos de altíssimo valor agregado. Entre as dez categorias de industrializados cárneos, sete possuíam a carne suína como principal Fonte de matéria-prima: linguiça, salsicha, salsichão, mortadela, presunto, apresuntado e salame (PARMIGIANI, 2011).

Segundo relatório (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA - ABIPECS, 2011) a produção brasileira de carne suína aumentou (3,4 milhões de toneladas produzidas) nos últimos anos, devido o fortalecimento do mercado interno, com o aumento das vendas domésticas e maior atrativo ao consumidor. Isto se deve às características peculiares da carne suína, que permitem diversificar o seu processamento, oferecendo uma grande variedade de produtos sob diversas opções de consumo. Esta diversidade de produtos ofertados, em uma época em que são marcantes as modificações nos hábitos alimentares e a praticidade é cada vez mais almejada pelos consumidores, permitiu que a carne suína ampliasse a sua participação na dieta humana e, dessa forma, conquistasse o mercado de carnes (PARDI et al., 1996).

Embora a carne suína seja a mais consumida em todo o mundo, os consumidores brasileiros dão preferência para as carnes de aves e bovinos, uma vez que o preconceito e falta de informação sobre a qualidade da carne suína podem ser as causas do baixo consumo (FARIA et al., 2006).

### **3.2 Apresentado**

A Instrução Normativa nº 20 de 31/07/2000 (BRASIL, 2000) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que aprovou o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Apresentado, define este como produto cárneo industrializado obtido a partir de recortes e, ou cortes e recortes de massas musculares dos membros anteriores e, ou posteriores de suínos, adicionados de ingredientes e submetido ao processo de cozimento. Na elaboração de apresentados é permitida a moagem das peças cárneas (geralmente em discos de 20 a 22 mm) e, portanto, os ingredientes são misturados diretamente na massa, eliminando as etapas de preparação da salmoura, injeção e tombamento, necessárias na produção de presunto. Com o auxílio de uma misturadeira é possível produzir produtos de qualidade, implicando num processo rápido, eficiente e de baixo custo. Por estes motivos, a produção de apresentados no país vem se aproximando da produção de presuntos cozidos (PARDI et al., 1996).

Por constituírem produtos elaborados com matéria-prima menos nobre do que o presunto, os apresentados se apresentam como produtos de qualidade, porém de custo mais baixo, e vêm ganhando mercado nos últimos anos. No Brasil, são escassas as estatísticas sobre a produção de produtos processados. Em relato das tendências de consumo do mercado brasileiro, determinadas por um levantamento que cobria 87% da população e 90% do consumo nacional, Cotini (1998) descreveu que, em 1996, foram comercializados cerca de 35

milhões de toneladas de apresuntado, o que representou 8% do total de produtos de derivados de carne comercializados no Brasil, mas com um valor de vendas superior a 175 milhões de dólares americanos. Se considerarmos a produção de apresuntados e presuntos, em 1996 foram comercializados 76 milhões de toneladas destes produtos em conjunto, com um valor de vendas superior a 500 milhões de dólares. Por se tratar de produtos de amplo consumo popular, a tendência é de crescimento contínuo.

Os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2011a) apontam que os produtos de salsicharia, onde se inclui o apresuntado, estão entre os 100 maiores produtos e, ou, serviços industriais do Brasil, apresentando, em 2009, uma produção da ordem de 453.325 milhões de toneladas internas. Em análise do consumo alimentar pessoal no Brasil na Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009, é percebido que o consumo alimentar médio de apresuntado per capita (g/dia) tem aumentado ao longo dos tempos, e o maior consumo está entre os adultos (4,1%) (IBGE, 2011b). A Tabela 1, mostra a produção brasileira de produtos cárneos e a posição do apresuntado na produção total.

Tabela 1 Perfil da Produção Brasileira de Produtos Cárneos

<b>Produto Carne</b>	<b>Produção (%)</b>
Linguiça	33,42
Mortadela	15,54
Presunto	14,80
Salsicha e Salsichão	12,23
Salame	4,53
Hambúrguer	4,48
Apresuntado	3,94
Almôndega	3,69
Quibe congelado	2,64

Fonte: Terra (1998)

Por tratar-se de um produto de maior valor econômico e que requer maior tecnologia para seu processamento, entre os produtos cárneos citados, o presunto e apresuntado encontram-se entre os dez produtos mais consumidos no mercado brasileiro. Atualmente, em nível mundial, muitos são os estudos envolvendo a fabricação de produtos cárneos cozidos, como o apresuntado, visando desde a substituição de matérias-primas para diminuição de custos até a introdução de novos nutrientes (BESERRA et al., 2003; TERRA, 1998).

São considerados como ingredientes obrigatórios do apresuntado: paleta ou pernil suíno, sal, nitrito e/ou nitrato de sódio e/ou potássio em forma de salmoura. Como ingredientes opcionais, têm-se proteínas de origem animal e/ou vegetal, açúcares, maltodextrina, condimentos, aromas e especiarias e aditivos intencionais. A Tabela 2 refere-se às características Físico-químicas exigidas pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Apresuntado (BRASIL, 2000).

Tabela 2 Características de identidade e qualidade de apresuntados (Instrução Normativa n. 20 de 31/07/2000)

Produto cárneo	Porcentagem							
	Umidade (máx.)	Proteína (mín.)	Gordura (máx.)	Amido (máx.)	Carboid. Totais <sup>(1)</sup> (máx.)	Cálcio base seca (máx.)	CMS <sup>(2)</sup> (máx.)	Prot. não- cárneas <sup>(3)</sup> (máx.)
Apresuntado	75	13	12	2	5	-	-	2,5

<sup>(1)</sup> A somatória de carboidratos totais (máx.) e amido (máx.) não deverá ultrapassar 5% ou 10%.

<sup>(2)</sup> CMS = Carne mecanicamente separada (espécie animal).

<sup>(3)</sup> Permite-se a adição de proteínas não cárneas (vegetal e, ou, animal), como proteína agregada.

Ingredientes não-cárneos com elevado conteúdo proteico têm sido avaliados para uso em produtos cárneos, com o intuito de produzir produtos

mais rentáveis (maior rendimento) e estáveis, de textura aceitável e com melhores propriedades nutricionais (PARDI et al., 1996).

Neste sentido, o uso de produtos lácteos como ingredientes na formulação de produtos cárneos têm sido intensamente investigados (ELLEKJAER et al., 1996; LEE et al., 1980; MAN, 1985; MUGURAMA et al., 2003), uma vez que as proteínas do leite possuem boa capacidade em ligar água, atuam como estabilizadores em produtos emulsionados (MITTAL; USBORNE, 1985; ZORBA et al., 1995). Sua aplicação em produtos cárneos reestruturados ou seccionados e enformados (presuntos) favorece a capacidade de liga entre as peças cárneas, com consequente melhoria na fatiabilidade, além de contribuir para o rendimento do processo (HOVEN, 2000).

### **3.3 Utilização de amido e carragena em produtos cárneos**

Alguns aditivos que têm sido amplamente utilizados pela indústria de carnes são os hidrocoloides que atuam como agentes modificadores de textura e redutores da sinérese (GARCIA-CRUZ et al., 1996; YANG et al., 2001). Dentre os hidrocoloides comumente empregados em produtos cárneos destacam-se polissacarídeos como amido, alginatos, ágar, carragena, goma guar, xantana, entre outros.

#### **3.3.1 Amido**

O amido é constituído de cadeias de  $\alpha$ -D-glicose, e sua estrutura é constituída por dois polímeros a amilose e amilopectina, sendo que as cadeias destas são ramificadas e da amilose lineares. Além disto, a amilose forma géis firmes após o resfriamento e tem grande tendência a precipitar, enquanto que a

amilopectina apresenta geleificação lenta ou inexistente, precipitação lenta, e textura gomosa e coesiva (DAMODARAN et al., 2010).

A amilose pode ser usada como agente espessante para produtos alimentícios, aumentando seu ponto de fusão, e estabilidade contra as variações de temperatura. A amilopectina é a fração altamente ramificada do amido, sendo formada por várias cadeias constituídas de 20 a 25 unidade de  $\alpha$ -D-glicopirranose, ao qual é usada como espessante, estabilizante e adesivo (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998).

O amido é um importante polissacarídeo que apresenta uma série de vantagens quando da sua utilização em produtos cárneos, como seu baixo custo, tecnologia conhecida e aceitabilidade por parte dos consumidores (NABESHIMA, 1998; WURLITZER; SILVA, 1995). Além disto, por muitos anos, vem sendo utilizado principalmente como espessante, e como Fonte de carboidrato, sendo explorado também como estabilizante e agente de textura (PEDROSO, 2008).

O amido de mandioca destaca-se em relação aos demais amidos (milho, principalmente) em virtude de suas propriedades tecnológicas, especialmente a alta capacidade de retenção de água. Sua função tecnológica não se restringe às propriedades de textura, mas também como importantes substituintes de gordura, pois melhoram as características de maciez e suculência e apresentam características de resistência ao cozimento prolongado. Em alguns casos, o amido de milho modificado, com baixa temperatura de gelatinização, é indicado para produtos com teor reduzido de gordura, para que durante o preparo não ocorra perda de suculência (NABESHIMA, 1998; PEDROSO, 2008; SILVA et al., 2006).

Santos (2005) utilizou amido modificado em apresuntados e obteve redução do teor calórico quando comparado a um produto de marca comercial, além de melhores propriedades de liga, textura e características sensoriais (cor,

sabor e textura) desejadas pelos julgadores. Amidos nativos e modificados têm grande importância na indústria de alimentos, sendo empregados principalmente como espessantes e/ou estabilizantes (SILVA et al., 2006).

### 3.3.2 Carragena

Além do amido, outros hidrocolóides podem ser acrescentados a produtos cárneos. Um deles é a carragena, nome genérico aplicado a uma categoria de hidrocolóides extraídos de algas vermelhas da classe das *Rhodophyceae.*, sendo formada por poligalactanos, que são polímeros sulfatados de moléculas alteradas de d-galactose e 3-6-anidro-D-galactose (3,6AG) unidas por ligação alfa (1-3) e beta (1-4) (LYONS et al., 1999).

Carragena é o nome genérico aplicado a uma categoria de hidrocolóides extraídos de algas vermelhas da classe das *Rhodophyceae.*, sendo formada por poligalactanos, que são polímeros sulfatados de moléculas alteradas de d-galactose e 3-6-anidro-D-galactose (3,6AG) unidas por ligação a (1-3) e b (1-4). O conteúdo e distribuição dos grupos éster sulfato nestas moléculas são responsáveis pelas diferenças primárias entre os diversos tipos de carragenas, que são classificadas por:

- a) *Kappa* I: 24 - 25% éster sulfato e 34-36% de 3,6AG. Devido ao seu alto teor de 3,6 AG, formam géis firmes e quebradiços, em água ou leite, com certa sinerese, e boa retenção de água;
- b) As *Kappa* tipo II: 24-26% de éster sulfato e entre 32-34% de 3,6 AG. Formam géis firmes e elásticos com água e leite, com baixa sinerese, e reatividade alta com o leite;

- c) Iota: 30-32% de éster sulfato e 28-32% de 3,2 AG. Formam géis elásticos com água e leite, com baixa sinerese. Apresentam boa estabilidade aos ciclos congelamento-descongelamento;
- d) *Lambda*: apresenta o maior conteúdo de éster sulfato (35%) e 0% de 3,6 AG. Pela ausência de 3,6 AG ela não gelifica e, devido ao alto grau de sulfatação, é a carragena mais solúvel em água e leite frio, proporcionando alta viscosidade.

Kappa e iota possuem a mesma afinidade ao cátion potássio durante a formação de gel. O gel de kappa carragena resulta de duas cadeias helicoidais e a orientação dos grupos sulfatos possibilita as ligações do potássio, entre as hélices, neutralizando as cargas do sistema (CARRAGENA..., 2000; PEDROSO, 2008).

A carragena, sozinha ou combinada, vem sendo amplamente usada em uma variedade de produtos cárneos, devido a sua habilidade em formar gel, reter água e fornecer textura desejada. A funcionalidade da carragena em produtos cárneos revela-se devido às suas propriedades de gelatinização térmica reversível. A carragena se dissolve totalmente no produto, e gelatiniza-se quando resfriada, o que aumenta a retenção de água, textura e consistência dos produtos cárneos (PIETRASIK, 2003).

Pedroso (2008) fez estudo para avaliar a ação de carragena em presunto e adicionaram carragena (1%) obtendo melhor comportamento para a perda por resfriamento no produto acabado. Houve concordância com Daigle et al. (2005) que estudaram produto curado de carne PSE de peru, e afirmaram que carragena (0,75%) melhorou a capacidade de retenção de água (CRA) e sinerese, pela funcionalidade das proteínas em ligar água.

A aplicação de vários hidrocoloides em produtos cárneos como ligantes, agentes de textura, estabilizantes e, ou substituintes de gordura requer adição de

certa quantidade de água (em torno de 10-20%, dependendo do tipo de produto), que interage com os hidrocoloides influenciando na textura (RAMOS, 2010; ULU, 2005).

Nabeshima (1998) relata que em produtos cárneos, a adição de água aliada a utilização de partes menos gordurosas de carne, podem não ser satisfatórias. Vários trabalhos foram realizados por Botega et al. (2009b) com a substituição da água de formulação por soro de leite líquido, e os resultados mostraram que não houve alterações na cor objetiva e textura objetiva dos produtos elaborados.

### **3.4 Utilização de soro de leite em produtos cárneos**

O soro de leite é um coproduto da indústria de laticínios que vem despertando o interesse de inúmeros pesquisadores em todo o mundo, em função de sua potencialidade nutricional, funcional e econômica. Pode ser definido como o líquido que permanece após a coagulação ácida ou enzimática da caseína, processo que ocorre durante a fabricação do queijo (ANTUNES, 2004; DAUFIN et al., 2001; EIGEL et al., 1984; MCINTOSH et al., 1994; SGARBIERI, 1996).

O soro é rico em proteínas de elevado valor biológico, lactose e sais minerais (HOSSEINI et al., 2003). O soro possui um potencial promissor para utilização como ingrediente em produtos cárneos. Como coproduto da indústria de laticínios, o soro de leite contém cerca de 50% dos nutrientes encontrados no leite, possuindo, em média, 0,9% de proteínas, 4,9% de lactose, 0,6% de sais minerais e 0,3% de gordura (TORRES, 1988).

Segundo Sgarbieri (2004), o soro de leite pode ser obtido em laboratório ou na indústria por três processos principais: a) pelo processo de coagulação enzimática (enzima quimosina), resultando no coágulo de caseínas, matéria-

prima para a produção de queijos e no soro "doce"; b) precipitação ácida no pH isoeletrico (pI), resultando na caseína isoeletrica, que é transformada em caseinatos e no soro ácido; c) separação física das micelas de caseína por microfiltração, obtendo-se um concentrado de micelas e as proteínas do soro, na forma de concentrado ou isolado protéico. A composição média do soro de leite é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 Composição dos soros de leite obtidos por ação enzimática e por acidificação do leite

Parâmetro	Soro doce	Soro ácido
pH	6,4	4,6
Proteínas (%)	0,82	0,75
Lipídios (%)	0,07	0,03
Lactose (%)	4,77	4,71
Ácido láctico (%)	0,15	0,55
Cinzas (%)	0,53	0,69

Fonte: adaptado de Morr e Ha (1993).

O soro doce é proveniente da coagulação enzimática do leite em pH próximo a 6,4 (ORDOÑEZ, 2005). O pH do soro doce é ligeiramente menor do que o do leite fresco, varia de 5,9 a 6,6 (MILLER et al., 2000). No Brasil, a produção de soro é constituída quase que exclusivamente de soro doce, o qual é derivado da manufatura de queijos tipo: cheddar, provolone, mussarela, prato e suíço (SGARBIERI, 1996).

O soro ácido resulta da manufatura de queijos com leites coagulados por ácidos. A precipitação da caseína ocorre com acidificação com pH não acima de 5,1. Na coagulação ácida, o pH diminui devido à conversão da lactose em ácido láctico por fermentação microbiana, ou por adição direta de ácido minerais ou orgânicos, e o pH do soro obtido varia de 4,3 a 5,1. O soro ácido é obtido da fabricação de queijos tipo requeijão e ricota, e da fabricação de caseína

comercial e tem seu consumo mais limitado, devido seu sabor ácido e ao elevado teor salino (BYLUND, 1995; MILLER et al., 2000).

Apesar do seu elevado valor nutricional, o soro de leite é considerado um grande problema para a indústria de laticínios, uma vez que, quando não aproveitado, torna-se um resíduo extremamente difícil e oneroso de se tratar. O descarte de soro não constitui apenas um problema de não aproveitamento de um material que contém um teor de nutrientes considerável, mas também de um problema de poluição ambiental de elevada significância, devido a sua alta concentração de matéria orgânica. Um litro de soro (com 0,05% de gordura) possui uma Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) de 45.000 mg/L (BYLUND, 1995), o que corresponde a cerca de 100 vezes o valor da DBO gerada pelo esgoto doméstico, sendo a implantação de um sistema de tratamento biológico do soro nos laticínios de elevado custo.

A disponibilidade de soro no Brasil tem aumentado significativamente. Em 2004 o volume estimado de queijo produzido foi de 510 mil toneladas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO - ABIQ, 2012), e se manteve nos anos seguintes, o que correspondeu à produção de, aproximadamente, 4,5 milhões de toneladas de soro/ano. Para o ano de 2011 o crescimento da produção de soro de leite foi da ordem de 6,5% para 6,52%, realidade que também ocorreu no primeiro trimestre do ano de 2012.

O não aproveitamento do soro é geralmente oriundo da carência de processos tecnológicos mais simples para o seu processamento em produtos de maior valor agregado. O soro líquido pode ser usado diretamente na formulação de muitos produtos destinados ao consumo humano ou, então, convertido a uma série de concentrados e isolados proteicos para uso como ingredientes nestes produtos. A indústria de carnes, por exemplo, tem usado, cada vez mais, concentrados ou isolados proteicos de soro de leite, ou mesmo soro de leite em

pó, na formulação de produtos que sofrem o processo de trituração (YETIM et al., 2001).

Os diversos concentrados e isolados proteicos podem ser obtidos por desidratação em *spray-dryers* ou por técnicas mais complexas como eletrodialise, coluna de troca-iônica, coluna de filtração gélida, osmose reversa e ultrafiltração (JELEN, 2000; MARRIOT et al., 1988). Vários estudos têm sido conduzidos para viabilizar a utilização de proteínas do soro de leite na elaboração de diferentes produtos cárneos, avaliando os efeitos de sua adição na qualidade sensorial e tecnológica do produto (BARBUT, 2006; CHEN; TROUT, 1990; EL-MAGOLI et al., 1996; LYONS et al., 1999), mas a grande maioria tem usado concentrados e isolados proteicos, ou mesmo soro em pó, ao invés do soro fluido.

A fim de tornar o soro de leite, um ingrediente funcional em potencial, é necessário a eliminação dos minerais e/ou da lactose, tanto quanto possível, através da ultrafiltração e diafiltração, concentrando o teor em proteína. O produto de soro com teor reduzido em minerais é denominado soro desmineralizado (MARRIOT et al., 1988). Processos de redução dos sais podem ser efetuados por eletrodialises ou troca iônica. A ultrafiltração ou osmose reversa podem ser utilizadas tanto para redução de sais como de lactose (SILVA et al., 2004). A figura 1 mostra a produção de diferentes produtos de soro de leite bovino.

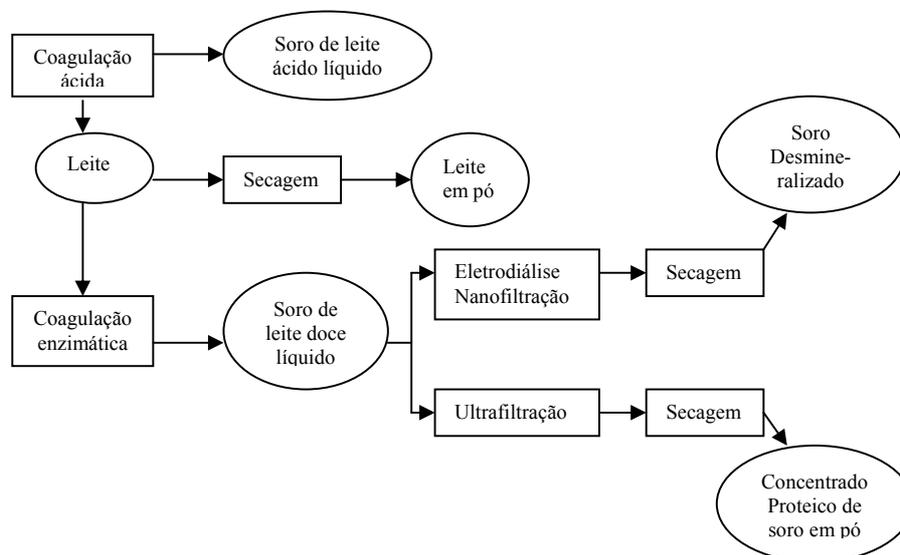


Figura 1 Fluxograma de produção de diferentes produtos de soro de leite bovino

Fonte: Silva et al. (2004).

A utilização de soro de leite líquido em produtos cárneos, sido investigado, pois aumentam a solubilidade, hidratação e capacidade de retenção de água, fatores importantes que interferem na textura, suculência e maciez (MENDES, 1998). Marriot et al. (1988) substituíram a água de formulação de produtos reestruturados de suínos, formulados com baixo teor de gordura, por soro líquido, reportando que 30% de soro fluido pode ser incorporado ao produto sem alterar a sua aparência, sabor ou estabilidade. Trabalhando com salsichas tipo Frankfuters, Yetim et al. (2001) também não observaram alterações nos atributos sensoriais de textura, sabor, cor, aroma e suculência quando da substituição de toda água da formulação por soro de leite. Estes autores também observaram que à medida que a concentração de soro de leite na formulação era aumentada, a estabilidade da emulsão formada, avaliada

sensorialmente, também aumentava. O mesmo favorecimento da estabilidade da emulsão foi observado por Zorba et al. (1995) para um sistema modelo de emulsão cárnea.

Estudos realizados por Botega et al. (2009a, 2009b) demonstraram que o uso de soro de leite fluido como substituto da água de formulação de apresuntados não resultou em alterações nas características físico-químicas dos produtos elaborados, nem na cor objetiva. A substituição crescente da água de formulação dos apresuntados por soro de leite não influenciou a flexibilidade (elasticidade) e coesividade das amostras, sendo a adesividade e a dureza modificadas pela adição de soro, com reflexo direto na mastigabilidade (GONÇALVES et al., 2009). Estes autores relatam que a menor adesividade observada com níveis maiores de substituição por soro é desejável uma vez que a adesividade representa o trabalho necessário para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e a do material em contato com este, podendo ser traduzido para a percepção sensorial como sendo a força necessária para a língua retirar o material aderido à boca (RAMOS; GOMIDE, 2007). A adição de soro de leite fluido pasteurizado na elaboração de apresuntados resultou em menores notas de aceitação para os atributos de cor e sabor do produto, não havendo diferença na textura e impressão global quando comparadas ao controle sem o soro (SILVA et al., 2009).

As proteínas do leite possuem boa capacidade em ligar água e também atuam como estabilizadores em produtos emulsionados (YETIM et al., 2001). Sua aplicação em produtos cárneos favorece a capacidade de liga entre as peças cárneas, com conseqüente melhora na fatiabilidade e no rendimento do processo, mas seu uso tem-se restringido aos concentrados e isolados, sendo a aplicação direta do soro fluido pouco estudada.

A utilização de soro de leite fluido em produtos cárneos fragmentados, como o apresuntado, oferece um potencial enorme para a fortificação e melhora

das características tecnológicas durante o seu processamento, sem implicar em custos elevados do pré-processamento do soro, uma vez que é necessária apenas a sua coleta higiênica e pasteurização (SILVA et al., 2009).

### **3.5 Alimentos funcionais**

A disseminação do conceito de promoção da saúde utilizada pela indústria de alimentos iniciou nos anos 60, havendo nos anos 70 a tendência de remover ou substituir nos alimentos componentes “não saudáveis” como açúcar, sal e gordura. Essa tendência manteve-se nos anos 80, principalmente para alguns aditivos. Nos anos 90, componentes promotores da saúde como vitaminas, antioxidantes, fibras e probióticos passaram a ser adicionados aos alimentos, tendo sido comprovadas as ações benéficas dos alimentos funcionais a partir do ano 2000 (HEASMAN; MELLENTIN, 2001; PHILIPPI, 2008; STRINGHETA et al., 2007; TYÖPPÖNEN et al., 2003).

Os alimentos funcionais são aqueles que apresentam propriedades medicinais e salutaras, na forma de alimentos comuns, consumidos em dietas convencionais, com ação satisfatória benéfica demonstrada em uma ou mais funções orgânicas, além dos efeitos nutricionais adequados, relevantes para um bom estado de saúde e, ou redução do risco de doenças (RUDOLFOVA; CURDA, 2005; SILVA; STAMFORD, 2000).

Além de não fazerem mal à saúde, os alimentos funcionais devem ainda desempenhar funções terapêuticas: Depois de anos de discurso negativo sobre a alimentação em relação à dieta e à saúde, os ingredientes funcionais estão agora sendo usados como atributos positivos para criar novos mercados (HEASMAN; MELLENTIN, 2001).

Os benefícios do consumo de produtos contendo baixa quantidade de gordura, pouco sal e adicionado de fibras, podem ser obtidos por diabéticos,

crianças que apresentam intolerâncias alimentares e por pessoas que queiram substituir ingredientes com poucas calorias na dieta (HISSO et al., 2009; PLAYNE et al., 2003).

Estudos recentes têm demonstrado que a substituição de alguns ingredientes que formam emulsão em produtos cárneos, pela adição de fibras, têm repercutido em maior retenção de água, intensificação na cor e textura objetiva do produto (PEDROSO, 2008), ao mesmo tempo (STANTON et al., 2001; TAMURA et al., 1993), há boa aceitação de produtos adicionados de fibras em substituição à gordura na formulação.

Um ingrediente é considerado prebiótico quando: não é absorvido ou hidrolisado na porção superior do trato intestinal; de modo seletivo estimula o crescimento das bactérias potencialmente benéficas; suprime o crescimento de microrganismos patogênicos e extingue a virulência, ação parecida com as fibras alimentares (O'SULLIVAN, 1996).

### **3.5.1 Aspectos funcionais dos componentes do soro de leite**

Do ponto de vista nutricional, os componentes de maior valor do soro são as vitaminas hidrossolúveis, especialmente a riboflavina, que se apresenta na faixa de 0,00012% (TORRES, 1988), alguns minerais, como o cálcio em soros ácidos, e, principalmente, proteínas que constituem uma fonte excepcionalmente rica e balanceada de aminoácidos essenciais de elevada digestibilidade e rápida absorção (JELEN, 2000; LEE et al., 1980).

O soro de leite apresenta além de sua proteína de alto valor biológico e digestibilidade (SGARBIERI, 1996), componentes considerados funcionais, como a lactulose (GIBSON; ROBERFROID, 1995). Ramos (2010) afirma que o aproveitamento do soro de leite além de se permitir a elaboração de novos

produtos e proteger o ambiente, pode também contribuir para a adição de substâncias funcionais em novos produtos, como por exemplo, os apresuntados.

As proteínas do soro de leite têm sido muito usadas em produtos cárneos também como substitutos de gordura (ABIOLA; ADEGBAJU, 2001) oferecendo vantagens substanciais em produtos reduzidos de gordura (KEETON, 1994; PHILIPPI, 2005), pois contribuem para melhorar o valor nutricional e a textura, além de apresentarem menor valor calórico (4 Kcal/g) que as gorduras (9 Kcal/g). Em sua composição possui pouca quantidade de gordura, composta por ácidos graxos de baixo ponto de fusão (em torno de 29°C), proteínas hidrossolúveis, dentre elas a  $\alpha$ -lactoalbumina e a  $\beta$ -lactoglobulina, lactose; minerais e vitaminas hidrossolúveis (SGARBIERI, 2004).

Às proteínas do soro também têm sido atribuídas algumas ações funcionais específicas *in vivo*. Há muito se conhece que várias proteínas do soro conferem ao recém-nascido uma proteção não-imune contra doenças, mas, recentemente, algumas proteínas, como a  $\alpha$ -lactalbumina,  $\beta$ -lactoglobulina, lactoferrina, lactoperoxidase e imunoglobulinas, têm sido implicadas em um grande número de efeitos biológicos, observados em estudos com animais e com humanos, que vão desde a influência benéfica na função digestiva à atividade anticancerígena (MCINTOSH et al., 1998).

### **3.5.2 Lactulose**

O emprego de lactulose vem aumentando consideravelmente em produtos lácteos (PHILIPPI, 2005). A crescente demanda por produtos com propriedades funcionais específicas e devido esta poder ser incorporada a partir do soro de leite na substituição à água de formulação (BOTEGA et al., 2009a), tem repercutido sua adição em produtos cárneos, como apresuntados.

A Lactulose, segundo Ayder e Halleux (2007), apresenta propriedades nutricionais, farmacológicas e de aplicação na indústria de alimentos, devido aos seus benefícios prebióticos à saúde humana.

A Lactulose (4-*O*-β-D-galactopiranosil-D-frutose), considerada alimento funcional, foi sintetizada como um novo açúcar em 1930, entretanto, apenas em 1957 o seu efeito prebiótico foi observado (TAMURA et al., 1993). A lactulose é um dissacarídeo constituído de galactose e frutose (FIGURA 2). A solubilidade em água é de 76,4% a 30 °C e tem aproximadamente a metade do poder adoçante da sacarose (MODLER et al., 1990).

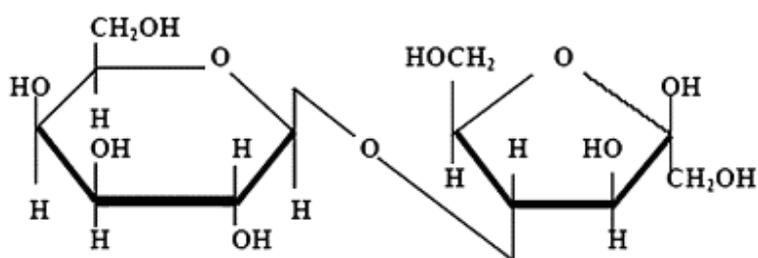


Figura 2 Estrutura química da lactulose.

Fonte: Ayder e Halleux (2007).

A lactulose, não é metabolizada nem absorvida no intestino delgado, estando disponível para as bactérias no intestino grosso onde é metabolizada por inúmeros microrganismos, incluindo as bifidobactérias. Esse oligossacarídeo é utilizado como suplemento alimentar, devido aos benefícios provenientes do aumento da população de bifidobactéria no cólon (SILVA; STAMFORD, 2000; TAMURA et al., 1993).

Segundo Ganzle (2012), este ingrediente é obtido a partir da lactose e apresenta específicas funções biológicas, como baixa cariogenicidade, baixo valor calórico, ação prebiótica, e habilidade para prevenir a adesão e

patogenicidade de bactérias e toxinas. As propriedades fisiológicas deste oligossacarídeo iniciam após sua ingestão, passando pelo estômago e intestino delgado sem ser degradado, chegando ao intestino grosso ao qual é metabolizado por algumas espécies de Bifidobactérias sp., e Lactobacilus sp., formando produtos, como ácido acético, ácido láctico, gás, ácidos graxos de cadeia curta (BUHRING et al., 2010). A lactulose tem sido adicionada em fórmulas infantis como um fator bifidus por muitos anos. Atualmente, é usada em fórmulas farmacológicas para tratar encefalopatia hepática e constipação, também sendo um ingrediente alimentar considerado específico para uso como substância bioativa na saúde (SEKI; SAITO, 2012).

Na indústria cárnea, o uso de prebióticos proveniente ao soro de leite mostra-se promissor nos produtos cárneos, melhorando algumas propriedades tecnológicas, como a cor e capacidade de emulsão. Os produtos reestruturados como o presunto e apresuntado, são muitas vezes considerados produtos menos saudáveis devido ao seu conteúdo de gordura, aditivos e especiarias. Nesse sentido, a adição de prebióticos a esses alimentos poderia trazer os benefícios à saúde associados às bactérias lácticas e contribuir para o aumento do consumo desses produtos por uma parcela da população preocupada com a manutenção da saúde (ERKKILÄ et al., 2001).

Segundo Okara e Alexhkov (2010), o enriquecimento de produtos cárneos com lactulose é uma inovação requerida pelo consumidor, uma vez que a mesma pode proporcionar efeitos positivos para a saúde e prevenção de doenças, porém, devem ser avaliadas suas propriedades químicas, físicas e tecnológicas.

Embora o processo de obtenção da lactulose em sua forma pura seja um tanto quanto complexo, o “xarope”, rico em lactulose pode ser obtido de forma relativamente simples e mais facilmente encontrado do ponto de vista comercial. No entanto, estes xaropes contêm outros constituintes, em especial carboidratos

(galactose, lactose e outros açúcares), que podem modificar a textura do produto ao atuarem como agentes ligantes (ZHANG et al., 2010). Segundo Ramos e Gomide (2007), a textura é um importante parâmetro de qualidade ao se avaliar produtos reestruturados, uma vez que contribui para a sua qualidade durante o ato de degustação, determinando a aceitabilidade e satisfação do consumidor.

As medidas terapêuticas no tratamento da constipação com administração do xarope de lactulose, segundo World Gastroenterology Organization (2008) diferencia muito da ingestão mediante as porções de alimentos fontes do prebiótico, onde é permitida a utilização de 20 a 40 g ao dia.

Em estudo controlado, randomizado, duplo-cego com 16 adultos voluntários saudáveis Bouhnik et al. (2004) avaliou doses de 5 g/dia de lactulose (Duphalacs - Laboratório Solvay Pharma) durante 6 semanas, e notou que houve aumento no número de bifidobactérias do início do estudo e após 3 e 6 semanas, sem apresentar efeitos osmóticos indesejáveis. Mangin et al. (2002) avaliaram o efeito laxativo da administração lactulose em 25 adultos saudáveis no período de 28 dias, onde as doses foram semelhantes ao tratamento da constipação crônica, 10 a 30 g por dia. Os achados disseram que o consumo superior a 10 g dia podem repercutir em diarreia osmótica e flatulência, porém, quando consumidos em dosagens inferiores (< 10 g por dia), estimulam a proliferação de Bifidobactérias sp e Lactobacillus sp.

Vilela (2005) encontrou crescimento de *S. boulardii* com administração em doses (10 a 15 mL/ dia) de lactulose em seu estudo com 34 pacientes com Doença de Crohn (DC) em fase de remissão, divididos em grupos randomizados, mediram taxa de excreção fecal, onde foi encontrada a excreção de lactulose no grupo DC em 2,56%, enquanto, o grupo placebo apresentou excreção de lactulose de 20,13% no final do terceiro mês, respectivamente.

Segundo Gomes (2009), o xarope de lactulose, deve ser administrado a idosos com estômago vazio ou juntamente com algum alimento, a dose usual varia entre 15 a 30 mL/dia, podendo ser administrada em uma vez ao dia ou dividida em duas doses. As reações adversas decorrentes do uso de lactulose são: eructações, fortes cólicas abdominais, acidose láctica, diarreia, gases e náuseas.

Santos-Alves et al. (2002) realizaram achados clínicos do estado nutricional e teste de hidrogênio no ar expirado com crianças saudáveis onde administrou 5 g de lactulose, em solução aquosa a 50%, e não obteve efeitos colaterais durante o teste, o que não foi encontrado por Reis et al. (1999), onde no mesmo teste, havia utilizado 10 g de lactulose, em solução aquosa a 50%.

### **3.6 Legislação brasileira sobre a adição de lactulose em alimentos**

A elaboração e a publicação da legislação brasileira que dispõe sobre o uso de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia de fabricação são atribuições da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (2009).

A elaboração do manual de rotulagem nutricional obrigatória RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003, veio revisar as formulações e informar os consumidores sobre a composição do alimento favorecendo escolhas que promovessem o consumo de uma dieta mais equilibrada e saudável (ANVISA, 2003a, 2005b).

No Brasil, conforme as resoluções, nº 278/2005 (ANVISA, 2005a) que mencionam os alimentos com alegações de propriedade funcional e/ou de saúde; e, nº 359/2003 (ANVISA, 2003b), que abordam a porção e medidas caseiras a serem utilizadas, para o consumo dos referidos alimentos, ambas elaboradas pela Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária, com regulamento técnico referente a informação nutricional, estabelecem que um alimento pode ser considerado

Fonte de lactulose, quando o mesmo apresentar na porção, no mínimo 3 gramas de lactulose se o alimento for sólido, ou 1,5 gramas de lactulose se o alimento for líquido. Orientação sobre a utilização de aditivos alimentares foi mencionado na portaria da SVS/MS nº. 540/1997, e posteriormente, veio acrescido de ingredientes funcionais como a lactulose, onde dispôs: “a utilização de um aditivo não deverá resultar em exposição que exceda o valor da sua Ingestão Diária Aceitável – IDA” para a indústria de alimentos em produtos diversos (ANVISA, 2009).

Considerando que a lactulose não é metabolizada nem absorvida no intestino humano, a mesma tem semelhança com fibras alimentares (PASEEPHOL et al., 2008; ZHANG et al., 2010). A portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998 mostra que para um alimento ser considerado Fonte de fibras alimentares, o mesmo deverá ter condições no produto pronto para consumo, o mínimo de 3 g fibras/ 100 g (sólidos), e 1,5 g fibras/ 100 mL (líquidos) (ANVISA, 1998).

A RDC n. 360 (ANVISA, 2003a) disciplina as regras para declaração de nutrientes (tabela de informação nutricional) que deve ser informada por porção do alimento, conter a declaração do conteúdo absoluto dos nutrientes de declaração obrigatória e sua respectiva %VD. No caso das fibras alimentares, os alimentos que tenham 0,5 g ou menos por porção devem declarar ZERO na quantidade de fibras.

A RDC 359 – aprova o regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional (ANVISA, 2003b). A mesma informa que a porção de apresentado é 30 g, equivalente a uma fatia média, e apresenta aproximadamente 125 kcal/porção.

Segundo a Portaria n. 27/98, da SVS/MS (ANVISA, 1998) que descreve sobre a quantidade de valor energético e/ou nutriente contido no alimento de modo absoluto ou comparativo, um produto para ser Fonte de fibra deverá

conter pelo menos 3 g de fibra/100 g (sólido) ou mínimo de 1,5 g de fibra/100 mL (líquidos). A denominação “alto teor de fibras” poderá ser utilizada quando o alimento tiver 6 g de fibras/100 g (sólidos) ou mínimo de 3 g de fibras/100 mL (líquidos) (BRASIL, 1998). Para a denominação “alimento funcional” o produto deverá ter adição de 10 g de lactulose/100 g (correspondente a 3 g/porção) (BRASIL, 2003).

### **3.7 Análise sensorial**

Diante da indústria competitiva de produtos e serviços, a qualidade se torna uma das grandes armas para a obtenção de vantagens de mercado (CHAVES, 1993). O consumo de produtos cárneos processados nos últimos anos, incluindo presuntos e apesuntados tem aumentado. Percebendo essa tendência, a indústria tem investido na aplicação de tecnologias que propiciem o desenvolvimento de produtos com custo acessível e que atendam às expectativas do consumidor (COSTA et al., 2007).

A habilidade natural para comparar, diferenciar e quantificar os atributos sensoriais nestes produtos, como a mistura de componentes no sentido à qualidade final desejável vem do homem (LÚCIA et al., 2009), e a avaliação da qualidade sensorial de carnes é embasada em estudos estatísticos, contando com uma equipe de julgadores que normalmente constitui-se parte dela por pessoas especializadas e a outra por consumidores em potencial (PARDI et al., 1996). Segundo Conti-Silva et al. (2011), os provadores podem determinar as características de um produto cárneo, porém, sugere-se que os mesmos sejam treinados e/ou terem hábito de consumo.

O provador pode auxiliar a medir os atributos sensoriais; identificar as características ou propriedades de interesse na qualidade sensorial como sabor, cor, odor, textura, impressão global, entre outros; detectar se há diferenças entre

dois ou mais produtos, além de determinar se essas diferenças são aceitas ou não (LANCHOTE, 2007; NORONHA, 2003).

A extração de informações dos resultados de um experimento químico envolve a análise de grande número de variáveis no produto, e caracterizá-lo quanto os termos: salgado, doce, amargo, macio, duro, brilhoso, sem brilho (MOITA NETO; MOITA, 1998). O sabor do alimento emprega uma combinação de gosto e aroma, produzidos por compostos não-voláteis e voláteis, respectivamente (RUIZ et al., 2002). A matéria-prima cárnea é caracterizada por ter gosto salgado, metálico e de sangue e um aroma doce (REINECCIUS, 1994; RUIZ et al., 1999).

O apelo nutricional dos produtos, conjunto às preocupações com a saúde atuais tem impulsionado os consumidores, de maneira geral, a solicitarem produtos com teores reduzidos de gordura, e que atendam sensorialmente aos atributos do similar com alto conteúdo de gordura (HACHMEISTER; HERALD, 1998). Esta tendência observada pela indústria de alimentos, fez com que fosse aumentada a produção de produtos cárneos processados, com baixo conteúdo de gordura (ABIPECS, 2012).

O método de comparação múltipla ou diferença do controle pode ser considerado uma extensão do duo-trio, pois é utilizado quando se deseja avaliar três ou mais amostras (MINIM, 2006). Dutcosky (2007) considera dois objetivos principais deste teste quando se quer saber a um só tempo: se existe diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) entre três ou mais amostras com a amostra referência e/ou estimar o grau desta diferença, para saber se ela é grande ou pequena.

O teste de aceitação visa conhecer a opinião dos consumidores em relação a um determinado produto, ou seja, o quanto gostou ou desgostou (MINIM, 2006). A escala hedônica é a mais utilizada e é facilmente compreendida pelos consumidores, onde eles expressam sua aceitação pelo produto seguindo uma escala previamente estabelecida que varia gradativamente

com base nos atributos “gosta” e “desgosta”. Essas escalas podem ser faciais, verbais e não estruturada (OLIVEIRA, 2010). A análise é feita da seguinte forma: primeiramente o provador recebe as amostras, juntamente com a escala hedônica, e o aplicador pede para que ele avalie suas opiniões em relação a cada amostra.

A análise sensorial atualmente tem utilizado de testes afetivos no controle de qualidade na indústria de alimentos, com maior rapidez, característica de qualidade conforme preferência do consumidor, baixo custo e simplificação no preparo das amostras, diminuindo as limitações e deficiências das metodologias tradicionais (SENA et al., 2005). Segundo Minim (2010), algumas perdas de informações importantes podem ocorrer na condução de metodologias tradicionais, durante o melhoramento de processos, substituição de ingredientes, entre outros.

A técnica mapa de preferência, é um tratamento multidimensional dos dados afetivos, baseada na Análise de Componentes Principais, onde compara preferências e as relaciona com as características de qualidade do produto, sendo útil para avaliar se o produto é aceitável e se, em termos de preferência, encaixa no segmento de mercado alvo (DUTCOSKY, 2007; MINIM, 2010). O uso da Análise de Componentes Principais (PCA) é um procedimento estatístico utilizado pelo mapa de preferência e permite identificar a relação existente entre características extraídas de dados, sendo bastante útil quando os vetores destas características apresentam muitas dimensões, e quando uma representação gráfica não é possível. Esta ferramenta analítica PCA, é rápida e pode detectar diferentes tipos de substâncias em uma única análise (TOZETTO et al., 2007).

Os métodos quimiométricos também são procedimentos estatísticos que associam a decomposição dos dados analisados através de fatores paralelos “*Parallel Factor analysis*” (PARAFAC) (BRO, 1998), obtendo uma representação gráfica das diferenças de aceitação entre os diversos produtos,

sendo considerada a individualidade dos consumidores e não somente a média do grupo de consumidores que avaliaram os produtos (MINIM, 2010).

No desenvolvimento e melhoria dos produtos um dos principais objetivos é atender às necessidades dos consumidores. Para tanto, faz-se necessário um levantamento sobre a percepção dos consumidores a respeito das características sensoriais dos produtos (MARÇAL et al., 2011). Alterar a composição do produto final e/ou melhorá-lo em certas propriedades funcionais, além de usar ingredientes não cárneos que possam atribuir uma cor e textura desejável aos alimentos entre outras características de qualidade, é algo a se explorar (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996; PEDROSO, 2008).

## REFERÊNCIAS

ABIOLA, S. S.; ADEGBAJU, S. W. Effect of substituting pork backfat with rind on quality characteristics of pork sausage. **Meat Science**, Barking, v. 58, n. 4, p. 409-412, Aug. 2001.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Guia de procedimentos para pedidos de inclusão e extensão de uso de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia de fabricação na legislação brasileira**. Brasília, 2009. 18 p.

\_\_\_\_\_. **Portaria nº 27**, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. Brasília, 1998. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 29 fev. 2012.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 278/2005**, de 10 de novembro de 2005. Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. Brasília, 2005a. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/home/alimentos>>. Acesso em: 13 set. 2011.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 360**, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Brasília, 2003a. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 29 fev. 2012.

\_\_\_\_\_. **Resolução RDC nº 359**, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico que estabelece os alimentos com alegações de propriedade funcional e ou de saúde. Brasília, 2003b. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/anexo/anexo\\_res035923122003.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/anexo/anexo_res035923122003.pdf)>. Acesso em: 13 set. 2011.

\_\_\_\_\_. **Rotulagem nutricional obrigatória**: manual de orientação às indústrias de Alimentos. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde; UnB, 2005b. 44 p.

ANTUNES, A. E. C. **Influência do concentrado protéico do soro de leite e de culturas probióticas nas propriedades de iogurtes naturais desnatados**.

2004. 240 p. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. **Carne suína brasileira**: relatório ABIPECS 2011/2012. São Paulo, 2011. 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO. **Indústria de queijos cresce 5,0% a cada ano**. Disponível em: <<http://www.abiq.com.br>>. Acesso em: 24 jan. 2012.

AYDER, M.; HALLEUX, D. Isomerization of lactose and lactulose production: review. **Food Science & Technology**, London, v. 18, p. 356-364, 2007.

BARBUT, S. Effects of caseinate, whey and milk powders on the texture and microstructure of emulsified chicken meat batters. **Food Science & Technology**, London, v. 39, n. 6, p. 660-664, Dec. 2006.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998. v. 3, 278 p.

BESERRA, F. J. et al. Desenvolvimento e caracterização físico-química de embutido cozido tipo apresuntado de carne caprino. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 1141-1147, nov./dez. 2003.

BOTEGA, L. M. G. et al. Avaliação da cor objetiva de apresuntados elaborados com diferentes concentrações de soro de leite. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HIGIENISTAS DE ALIMENTOS, 10., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2009a. 1 CD-ROM.

\_\_\_\_\_. Características físico-químicas de apresuntados elaborados com diferentes concentrações de soro de leite. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HIGIENISTAS DE ALIMENTOS, 10., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2009b. 1 CD-ROM.

BOUHNİK, Y. et al. Lactulose ingestion increases faecal bifidobacterial counts: a randomised double-blind study in healthy humans. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 58, n. 1, p. 462-466, May 2004.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 98-1043, jan./abr. 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 22, de 14 de abril de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 2 maio 2003. Seção 1, p. 3.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria da Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresuntado, de Fiambre, de Hambúrguer, de Kibe e de Presunto Cozido. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 149, p. 7-12, 3 ago. 2000. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 1002/1004**, de 11 de fevereiro de 1998. Regulamento Técnico de Atribuição de Função de Aditivos, e seus Limites Máximos de Uso para a Categoria 8, Carne e Produtos Cárneos. Brasília, 1998. Disponível em:  
<[http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/especifica/aditivos\\_bk.htm](http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/especifica/aditivos_bk.htm)>. Acesso em: 10 mar. 2012.

BRO, R. **Multi-way analysis in the food industry: models, algorithms, and applications**. 1998. 311 p. Thesis (Ph.D. in Food Science) - Royal Veterinary and Agricultural University Denmark, Denmark, 1998.

BUHRING, R. S. W. et al. Production and physiological action of the disaccharide lactulose. **International Dairy Journal**, Barking, v. 20, n. 2, p. 731-741, Mar. 2010.

BYLUND, G. **Dairy processing handbook**. Lund: Tetra Pak, 1995. 436 p.

CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. **Alimentos para fins especiais: dietéticos**. São Paulo: Varela, 1996. 330 p.

CARRAGENA: um alimento indispensável! **Aditivos & Ingredientes**, São Paulo, n. 6, p. 22-32, 2000.

CASSENS, R. G. Historical and current aspects of pork meat quality in the USA. **Food Chemistry**, Oxford, v. 63, n. 2, p. 357-363, Feb. 2002.

CHAVES, J. B. P. **Análise sensorial: histórico e desenvolvimento**. Viçosa, MG: UFV, 1993. 31 p.

CHEN, C. M.; TROUT, G. R. Sensory, instrumental texture profile and cooking properties of restructured beef steaks made with various binders. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 6, p. 1457-1460, Dec. 1990.

CONTI-SILVA, A. C. et al. Sensory acceptability of raw and extruded bovine rumen protein in processed meat products. **Meat Science**, Barking, v. 88, n. 4, p. 652-656, Aug. 2011.

COSTA, M. R. et al. Perfil sensorial e aceitação de presuntos crus produzidos por métodos tradicionais e acelerado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 170-176, jan./mar. 2007.

COTINI, E. Tendências recentes no consumo de alimentos processados no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, n. 3, p. 1-20, 1998.

DAIGLE, S. P. et al. PSE-like turkey breast enhancement through adjunct incorporation in a chunked and formed deli roll. **Meat Science**, Oxford, v. 69, n. 2, p. 319-324, Apr. 2005.

DAMODARAN, S. et al. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. São Paulo: Artmed, 2010. 584 p.

DAUFIN, G. et al. Recent and emerging applications of membrane processes in the food and dairy industry. **Transaction on Institute Chemical Engineering**, London, v. 79, n. 2, p. 89-102, Oct. 2001.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2. ed. Curitiba: Champagnat, 2007. 239 p. (Coleção Exatas, 4).

EIGEL, W. N. et al. Nomenclature of proteins of cow's milk. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 67, n. 7, p. 1599-1631, July 1984.

ELLEKJAER, M. R. et al. Milk proteins affect yield and sensory quality of cooked sausages. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, n. 3, p. 660-666, May 1996.

EL-MAGOLI, S. B. et al. Flavor and texture characteristics of low fat ground beef patties formulated with whey protein concentrate. **Meat Science**, Barking, v. 42, n. 2, p. 179-193, Aug. 1996.

ERKKILÄ, S. et al. Flavour profiles of dry sausages fermented by selected novel meat starter cultures. **Meat Science**, Barking, v. 58, n. 2, p. 111-116, June 2001.

FARIA, I. G. et al. Mercado consumidor de carne suína e derivados em Belo Horizonte. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 2, p. 251-256, 2006.

GANZLE, M. G. Enzymatic synthesis of galacto-oligosaccharides and other lactose derivatives (hetero-oligosaccharides) from lactose. **International Dairy Journal**, Barking, v. 22, n. 3, p. 116-122, Feb. 2012.

GARCIA-CRUZ, C. H. et al. Elaboração de salsichas utilizando goma guar e goma xantana em substituição ao amido de mandioca (*Maniot esculenta*). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 7, n. 1, p. 25-35, 1996.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 125, n. 2, p. 1401-1412, Aug. 1995.

GOMES, J. P. **Promovendo a saúde no tratamento de constipação dos idosos**. 2009. 38 p. Monografia (Especialização em Educação e Promoção da Saude) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

GONÇALVES, C. S. et al. Avaliação da textura objetiva de produtos curados adicionados de soro de leite. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HIGIENISTAS DE ALIMENTOS, 10., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2009. 1 CD-ROM.

HACHMEISTER, K. A.; HERALD, T. J. Thermal and rheological properties and textural attributes of reduced-fat turkey batters. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 4, p. 632-638, Aug. 1998.

HEASMAN, M.; MELLENTIN, J. **The functional foods revolution: healthy people, healthy profits?** London: Earthscan, 2001. v. 1, 134 p.

HEDRICK, H. B. et al. **Principles of meat science**. Dubuque: Kendal/Hunt, 1989. 89 p.

HISSO, F. V. A. et al. Comparison between systems for synthesis of fructooligosaccharides from sucrose using free inulinase from *Kluyveromyces marxianus* NRRL Y-7571. **Food and Bioprocess Technology**, Chicago, v. 23, n. 1, p. 1-7, Oct. 2009.

HOSSEINI, M. et al. Application of a bubble column reactor for the production of a single-cell protein from cheese whey. **Industry & Engineering Chemistry Research**, Washington, v. 42, n. 4, p. 764-766, Jan. 2003.

HOVEN, M. van den. Dairy ingredient: applications in meat, poultry and seafood. In: FRANCIS, F. J. (Ed.). **Encyclopedia of food science and technology**. New York: J. Wiley, 2000. p. 460-469.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008/2009**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2011a.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Industrial Anual (PIA)**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23 jan. 2011b.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Teor de gordura e colesterol nas carnes de bovinos e suínos.**

Disponível em:

<<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/teorGordura.asp>>. Acesso em: 30 abr. 2012.

JELLEN, P. Whey: composition, properties, processing and uses. In: FRANCIS, F. J. (Ed.). **Encyclopedia of food science and technology**. New York: J. Wiley, 2000. p. 2652-2661.

KEETON, J. T. Low-fat meat products: technological problems with processing. **Meat Science**, Barking, v. 36, n. 1/2, p. 261-276, Mar. 1994.

LANCHOTE, L. N. **Estudos com mapas de preferência**: associação com Procrustes e construção com valores faltantes. 2007. 75 p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

LEE, A. et al. Whey protein concentrates in a processed meat loaf. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 45, p. 1278-1304, 1980.

LÚCIA, S. M. D. et al. Aplicação da análise descritiva quantitativa para a caracterização sensorial de produtos alimentícios. In: \_\_\_\_\_. **Ciência de alimentos, nutrição e saúde**: avanços e perspectivas. Alegre: CAUFES, 2009. p. 12-18.

LYONS, P. H. et al. The influence of added whey protein/carrageenan gels and tapioca starch on the textural properties of low fat pork sausages. **Meat Science**, Barking, v. 51, n. 1, p. 43-52, 1999.

MANGIN, I. et al. Molecular analysis of intestinal microbiota composition to evaluate the effect of PEG and lactulose laxatives in humans. **Microbial Ecology in Health & Disease**, Oslo, v. 14, n. 1, p. 1-18, 2002.

MANN, E. J. Dairy ingredients in meat products. **Dairy Industry International**, New York, v. 50, n. 9, p. 11-12, 1985.

MARÇAL, L. D. et al. Avaliação sensorial de goiabada para delinear perfil de qualidade aplicando-se CATA, mapa de preferência externo e PARAFAC: análise de fatores paralelos. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA-MG, 20., 2011, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2011. 1 CD-ROM.

MARRIOT, N. G. et al. Evaluation of restructured low-fat ham containing whey. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v. 9, n. 3, p. 201-207, Apr. 1988.

MCINTOSH, G. H. et al. Dairy proteins protect against Dimethylhydrazine: induce intestinal cancers in rats. **American Institute of Nutrition**, New York, v. 124, n. 6, p. 809-816, Dec. 1994.

\_\_\_\_\_. Whey proteins as functional food ingredients? **International Dairy Journal**, Barking, v. 8, n. 5/6, p. 425-434, 1998.

MENDES, A. C. R. Propriedades funcionais das proteínas: sua importância e aplicabilidade em produtos alimentícios. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 12, n. 56, p. 1-12, 1998.

MILLER, G. D. et al. **Handbook of dairy products and nutrition**. 2<sup>nd</sup> ed. Illinois: CRC, 2000. 154 p.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 225 p.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2010. 258 p.

MITTAL, G. S.; USBORNE, W. R. Meat emulsion extenders. **Food Technology**, Oxford, v. 38, n. 1, p. 121-130, Apr. 1985.

MODLER, H. W. et al. Bifidobacteria and bifidogenic factors. **Canadian Institute Food Science Journal**, Ottawa, v. 23, n. 1, p. 29-41, Feb. 1990.

MOITA NETO, J. M.; MOITA, G. C. Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. **Química Nova**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 467-469, jul./ago. 1998.

MORR, C.; HA, E. W. Whey protein concentrates and isolates processing and functional properties critical reviews. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 33, n. 6, p. 431-476, 1993.

MUGURAMA, M. et al. Soybean and milk proteins modified by transglutaminase improves chicken sausage texture even at reduced levels of phosphate. **Meat Science**, Barking, v. 63, n. 2, p. 191-197, Apr. 2003.

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

NORONHA, J. F. de. **Análise sensorial metodologia**. Coimbra: Escola Superior Agrária de Coimbra, 2003. 75 p.

OKARA, A. I.; ALESHKOV, A. V. Meat containing semi-products enriched in lactulose. **Meat Industry**, Mill Valley, v. 10, n. 1, p. 53-56, Jan. 2010.

OLIVEIRA, A. F. **Análise sensorial**. Curitiba: UFPR, 2010. 34 p. Apostila.

O'NEILL, D. J. et al. Effects of PSE on the quality of cooked hams. **Meat Science**, Barking, v. 64, n. 2, p. 113-118, June 2003.

ORDOÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 2, 279 p.

O'SULLIVAN, M. G. Metabolism of bifidogenic factors by gut flora: an overview. **Bulletin of the International Dairy Federation**, Brussels, v. 313, p. 23-30, 1996.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: CEGRAF-UFG, 1996. v. 2, 524 p. (Tecnologia da Carne e de Subprodutos. Processamento Tecnológico), 1996. 524 p.

PARMIGIANI, P. Avanços e desafios para os processados suínos. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n. 410, p. 34-41, abr. 2011.

PASEEPHOL, T. et al. Lactulose production from milk concentration permeate using calcium carbonate-based catalysts. **Food Chemistry**, London, v. 111, n. 2, p. 283-290, Nov. 2008.

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

PHILIPPI, S. T. **Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição**. Barueri: Manole, 2008. 381 p.

PIETRASIK, Z. Binding and textural proprieties of beef gels processed with k-carrageenan, egg albumin and microbial transglutaminase. **Meat Science**, Barking, v. 63, n. 3, p. 317-324, Mar. 2003.

PLAYNE, M. J. et al. Functional dairy food and ingredients. **Australian Journal of Dairy Technology**, Werribe, v. 58, n. 3, p. 242-264, Oct. 2003.

PRESTES, R. C. **Avaliação da adição de colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar em presunto cozido de peru**. 2008. 133 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 599 p.

RAMOS, T. M. **Produção de xarope de lactulose a partir do soro de ricota e seu emprego em iogurte e queijo quark**. 2010. 113 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

REINECCIUS, G. Flavor and aroma chemistry. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (Ed.). **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**. London: Blackie Academic & Professional, 1994. p. 184-201.

REIS, J. C. et al. Teste do H<sub>2</sub> no ar expirado na avaliação de absorção de lactose e sobre crescimento bacteriano no intestino delgado de escolares. **Arquivos de Gastroenterologia**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 169-176, out./dez. 1999.

RUDOLFOVA, J.; CURDA, L. Galactooligosaccharides as prebiotics and their production from lactose. **Chemicke Listy**, Praha, v. 99, n. 3, p. 168-174, 2005.

RUIZ, J. et al. Influence of sensory characteristics on acceptability of dry-cured ham. **Meat Science**, Barking, v. 61, n. 4, p. 347-354, Aug. 2002.

SANTOS, B. P. **Caracterização físico-química e sensorial dos apresetados elaborados com carne suína proveniente da raça JSR, e acrescidos dos hidrocolóides: carragena, fécula de mandioca e maltodextrina**. 2005. 112 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SANTOS-ALVES, G. M. et al. Estado nutricional e teste do hidrogênio no ar expirado com lactose e lactulose em crianças indígenas terenas. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 2, p. 1-7, 2002.

SEKI, N.; SAITO, H. Lactose as a source for lactulose and other functional lactose derivatives. **International Dairy Journal**, Barking, v. 22, n. 1, p. 110-115, Jan. 2012.

SENA, M. M. et al. Parafac: uma ferramenta quimiométrica para tratamento de dados multidimensionais. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 5, p. 910-920, set./out. 2005.

SGARBIERI, V. C. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 1-20, 2004.

\_\_\_\_\_. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações**. São Paulo: Varela, 1996. 517 p.

SILVA, G. O. et al. Características físico-químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializados no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 188-197, jan./mar. 2006.

SILVA, K. et al. Soro de leite bovino. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 187-196, 2004.

SILVA, L. F. et al. Aceitação sensorial de apresuntados elaborados com diferentes concentrações de soro de leite. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HIGIENISTAS DE ALIMENTOS, 10., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2009. 1 CD-ROM.

SILVA, L. L.; STAMFORD, T. L. M. Alimentos probióticos: uma revisão. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 14, n. 68/69, p. 41-50, 2000.

STANTON, C. et al. Market potential for probiotics. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 73, n. 2, p. 476S-483S, 2001. Supplement.

STRINGHETA, P. C. et al. Legislação brasileira de produtos lácteos com alegação de propriedades funcionais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 238, p. 22-28, maio/jun. 2007.

TAMURA, Y. et al. Lactulose and its application to the food and pharmaceutical industries. **Bulletin of the International Dairy Federation**, Brussels, v. 289, p. 43-53, 1993.

TERRA, N. N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. São Leopoldo: UNISINOS, 1998. 216 p.

TORRES, C. C. **Bebidas à base de soro de queijo**: caracterização físico-química, microbiológica e sensorial. 1988. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1988.

TOZETTO, A. et al. Análise exploratória de adoçantes de mesa via espectroscopia no infravermelho (FTIR) e análise por componentes principais (ACP). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 723-729, out./dez. 2007.

TYÖPPÖNEN, S. et al. Bioprotectives and probiotics for dry sausages. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 83, n. 3, p. 233-244, June 2003.

ULU, H. Effects of carrageenan and guar gum on the cooking and textural properties of low fat meatball. **Food Chemistry**, London, v. 95, n. 4, p. 600-605, Apr. 2005.

VILELA, E. G. **A influência do *Saccharomyces boulardii* na permeabilidade intestinal de pacientes com doença de Crohn em fase de remissão**. 2005. 131 p. Tese (Doutorado em Gastroenterologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

WEBER, G. M.; ANTIPATIS, C. Qualidade da carne suína e dieta de vitamina E. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL DA QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 2., 2001, Concórdia. **Anais Eletrônicos...** Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2001. Disponível em: <<http://www.conferencia.uncet.br/pork/seg/palestra.html>>. Acesso em: 28 dez. 2011.

WORLD GASTROENTEROLOGY ORGANIZATION. **Practice guideline: probiotics and prebiotics**. Milwaukee, 2008. Disponível em: <<http://www.worldgastroenterology.org/>>. Acesso em: 28 dez. 2011.

WURLITZER, N. J.; SILVA, A. T. Uso de farinhas de arroz como substituto de féculas de mandioca em apesuntado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 118-123, 1995.

YANG, A. et al. Evaluation of some binders and fat substitutes in low-fat frankfurters. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 66, n. 7, p. 1039-1046, July 2001.

YETIM, H. et al. Using fluid whey in comminuted meat products: effects on technological, chemical and sensory properties of frankfurter-type sausages. **Food Research International**, Barking, v. 34, n. 1, p. 97-101, Feb. 2001.

ZHANG, W. et al. Improving functional value of meat products. **Meat Science**, Barking, v. 86, n. 1, p. 15-31, Jan. 2010.

ZORBA, O. et al. The possibility of using fluid whey in comminuted meat products capacity and viscosity of the model emulsions prepared using whey and muscle protein. **Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung and Forschang**, Berlin, v. 200, n. 1, p. 425-427, Mar. 1995.

## **CAPÍTULO 2 Redução de hidrocoloides em apresentados elaborados com soro de leite**

### **RESUMO**

O objetivo com este estudo foi avaliar os efeitos da redução de hidrocoloides (amido de mandioca e carragena) nas características físicas, químicas, físico-químicas, cor objetiva e textura objetiva de apresentados formulados com soro de leite. Para tal, foi conduzido um experimento em um delineamento composto central rotacional (DCCR), fatorial 2 x 2 sendo as concentrações limites utilizadas de 0 a 2,0% para amido e de 0 a 0,50% para carragena. Toda a água da formulação (100%) dos apresentados foi substituída pelo soro de leite líquido, pasteurizado lentamente, exceto para o controle (CONT) que foi elaborado sem o soro de leite. Não foi observado efeito significativo ( $P > 0,05$ ) para os valores de índice de TBARs, pH e atividade de água. Para composição centesimal, houve efeito significativo ( $P < 0,01$ ) apenas para o conteúdo de água (umidade), cujos valores reduziram linearmente com o aumento de amido adicionado. A redução do amido de mandioca e da carragena teve efeito significativo ( $P < 0,01$ ) para os valores de perda por reaquecimento (PPR), sinerese (SIN) e perda por congelamento (PCC), com maiores efeitos observados para o amido de mandioca na PPC e PPR. Para a perda por exsudação (PEX), apenas o amido de mandioca teve efeito significativo ( $P < 0,01$ ), com os valores de PEX reduzindo linearmente com o aumento da quantidade de amido. Quanto à cor objetiva, os coeficientes de todos os índices foram significativos ( $P < 0,05$ ), tanto para amido quanto para a carragena, porém os modelos não foram ajustados para o índice de amarelo ( $b^*$ ) e saturação ( $C^*$ ). De forma geral, a redução de carragena e amido de mandioca implicaram em uma redução nos valores e índice de vermelho ( $a^*$ ) e em um aumento na tonalidade ( $h^*$ ). Amostras contendo menores quantidades de amido de mandioca apresentaram maior índice de luminosidade ( $L^*$ ), independente da quantidade de carragena. Exceto para adesividade, todos os demais parâmetros de textura objetiva foram significativamente ( $P < 0,05$ ) afetados pela redução no amido e carragena. Os valores de dureza e mastigabilidade aumentaram com o aumento da adição dos hidrocoloides, não sendo possível ajustar os modelos de regressão para coesividade e flexibilidade. Foi percebido que a adição de soro de leite (38%), amido de mandioca (1,00%) e carragena (0,25% ou 0,50%), além de melhorar as características físicas, químicas, físico-químicas, cor objetiva e textura objetiva, relacionaram positivamente com o soro de leite.

Palavras-chave: Amido de mandioca. Carragena. Soro de leite.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of hydrocolloid (cassava starch and carrageenan) reduction in physical, chemical and physical-chemical characteristics, objective coloring and texture of cooked ham formulated with whey. In order to do this, an experiment was conducted in central rotatable composite design (CRCD), with 2 x 2 factorial, and limit concentrations used being from 1 to 2.0% for starch and 0 to 0.50% for carrageenan. All the water in cooked ham formula (100%) was replaced by liquid whey, slowly pasteurized, except in the case of the control (CONT), which was elaborated without whey. A significant ( $P > 0.05$ ) effect was not observed for TBARs index, pH and water activity values. For centesimal composition, a significant ( $P < 0.01$ ) effect occurred only for water content (humidity), of which the values decreased linearly with the increase of added starch. The reduction of cassava starch and carrageenan had a significant ( $P < 0.01$ ) effect for loss by reheating (LBR), syneresis (SIN) and loss by freezing (LFC) values, with larger effects observed for cassava starch in LBC and LBR. For loss by exudation (LEX), only the cassava starch had a significant ( $P < 0.01$ ) effect, with LEX values decreasing linearly with the increase of starch. Regarding the objective coloring, the coefficients of all the indexes were significant ( $P < 0.05$ ), for the starch as well as for the carrageenan. However, the models were not adjusted to the yellow ( $b^*$ ) and saturation ( $C^*$ ) indexes. In general, the reduction of carrageenan and cassava starch implied in a reduction in red ( $a^*$ ) values and indexes and in an increase in tonality ( $h^*$ ). Samples containing smaller quantities of cassava starch presented a larger luminosity ( $L^*$ ) index, independent of the quantity of carrageenan present. With the exception for adhesively, all the objective texture parameters were significantly ( $P < 0.05$ ) affected by the reduction in starch and carrageenan. The values of harness and chewiness increased with the rise in hydrocolloid addition, with the adjustments of the regression models to cohesiveness and flexibility not being possible. The addition of whey (38%), cassava starch (1.00%) and carrageenan (0.25% or 0.50%), besides improving physical, chemical and physical-chemical characteristics and objective coloring and texture, they were positively related to whey.

Key-words: Cassava starch. Carrageenan. Whey.

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas enfrentados pela indústria de carnes, no que se refere à produção de presuntos e apresuntados, são os elevados índices de perdas provocados pela quebra de rendimento nas peças devido à liberação excessiva de líquidos após o cozimento (MARTINEZ et al., 2004; PEDROSO; DEMIATE, 2008; SANTOS, 2005). A preocupação com o grande índice de perdas e desperdícios gerados pelas indústrias alimentícias tem levado à busca de alternativas viáveis de aproveitamento e geração de novos produtos para o consumo humano (PENNA et al., 2001).

A indústria tem utilizado ingredientes não-cárneos tais como proteínas e polissacarídeos buscando melhorar a liga e a retenção de água, sendo que os mais utilizados em apresuntados são a carragena e a proteína de soja (PRESTES, 2008).

Hidrocolóides como carragena, amido de mandioca e também dextrinas são rotineiramente empregados pela indústria de embutidos cárneos, principalmente por sua capacidade de formarem géis aquosos, conferindo consistência ao produto final, além de proporcionar uma redução do nível de gordura de misturas cárneas (PEDROSO; DEMIATE, 2008; SANTOS, 2005).

Trabalhos (BOTEGA et al., 2009b, 2009c; DUTRA et al., 2012; EZEQUIEL et al., 2010; GONÇALVES et al., 2009; SILVA et al., 2009, 2011) realizados no Laboratório de Carne e Derivados do DCA/UFLA têm demonstrado a viabilidade do uso de soro de leite líquido como substituto da água de formulação de produtos curados cozidos, uma vez que sua adição, mesmo que em quantidades de até 38%, não alterou as propriedades tecnológicas dos produtos elaborados.

Em produtos processados, as proteínas lácteas e seus derivados são usados para emulsificar gorduras e reter água, sendo importantes na modificação

das características reológicas e de textura de um grande número de produtos, onde contribuem para a estabilidade e reduz as perdas por exsudação (PROTEÍNAS..., 2008). Quando usado em produtos cárneos reestruturados, as proteínas derivadas do leite melhoram a capacidade de ligação, força, firmeza e fatiabilidade dos produtos (XIONG, 2009), com efeitos positivos no rendimento.

O objetivo com este estudo foi avaliar os efeitos tecnológicos da redução de hidrocoloides (amido de mandioca e carragena) nas características físicas, químicas, físico-químicas, cor objetiva e textura objetiva de apesuntados formulados com soro de leite.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente trabalho foi conduzido nos Laboratórios de Tecnologia de Carnes e Pescados, Tecnologia de Leites, Análise de Alimentos e Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, Minas Gerais.

### **2.1 Matérias-primas**

Para este experimento, foram utilizados carne de pernil suíno e paleta suína obtidos em Açougue (“Boi Bão”), e soro de leite líquido pasteurizado lentamente adquirido na Cooperativa Alto Rio Grande (CAARG), ambos os estabelecimentos no município de Lavras-MG, sal refinado, Rendmax 208 (mix contendo fosfato, nitrito/nitrato, e ascorbato/isoascorbato), E-max (maltodextrina), amido (fêcula nativa) de mandioca comercial, Max Sabor 207 (glutamato monossódico), condimento presunto califórnia e corante carmim. A carragena comercial utilizada foi CEAMGEL M-920 da marca New Max® Industrial Ltd. (Americana, SP, Brasil) que apresenta uma mistura combinada de Kappa I, Kappa II, Iota e Lamba.

### **2.2 Delineamento estatístico**

A influência dos níveis do amido de mandioca e carragena foram avaliados nos apresuntados elaborados com soro de leite líquido, através de um delineamento composto central rotacional (DCCR, *Central Composite Rotatable Design*), em um fatorial 2 x 2, com 4 pontos centrais e 4 pontos axiais, totalizando 12 ensaios, segundo proposto por Rodrigues e Iemma (2005). As concentrações limites utilizadas foram de 0 a 2,0% para o amido e de 0 a 0,50%

para a carragena, limites máximos permitidos pelo MAPA (BRASIL, 1998a) para apresuntados. O tratamento controle foi feito com água, nos limites de 2,0% para amido e de 0,50% para carragena.

Ensaio	Variáveis Codificadas		Amido (%)*	Carragena (%)*
	X1	X2		
1	-1	-1	0,3	0,07
2	+1	-1	1,7	0,07
3	-1	+1	0,3	0,43
4	+1	+1	1,7	0,43
5	-1,41	0	0,0	0,25
6	+1,41	0	2,0	0,25
7	0	-1,41	1,0	0,00
8	0	+1,41	1,0	0,50
9	0	0	1,0	0,25
10	0	0	1,0	0,25
11	0	0	1,0	0,25
12	0	0	1,0	0,25

Quadro 1 Matriz do delineamento experimental utilizado

\*Concentração na formulação do produto

### 2.2.1 Elaboração dos apresuntados

A elaboração dos apresuntados foi baseada na formulação (tabela 1) usada por Botega et al. (2009a) de acordo com o fluxograma geral apresentado na Figura 1. As quantidades de amido e carragena foram alteradas, de acordo com o delineamento escolhido, em substituição ao soro de leite. Na Tabela 2 estão detalhadas as formulações para cada tratamento avaliado.

Tabela 1 Formulação básica para elaboração de apresuntados

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade (%)</b>
Carne de pernil suíno	37,7
Carne da paleta suína	16,4
Água/Soro de leite	37,7
Sal refinado	1,0
SUPRO 500E* (isolado proteico de soja)	1,0
Rendmax 208 (mix contendo fosfato, nitrito/nitrato, e ascorbato/isoascorbato)	1,7
E-max* (maltodextrina)	1,1
CEAMGEL M-920* (carragena)	0,5
Amido de mandioca	2,0
Max Sabor 207* (glutamato monossódico)	0,3
Condimento Presunto California*	0,5
Corante carmim*	0,1

\* New Max Industrial Ltd. (Americana, SP, Brasil)

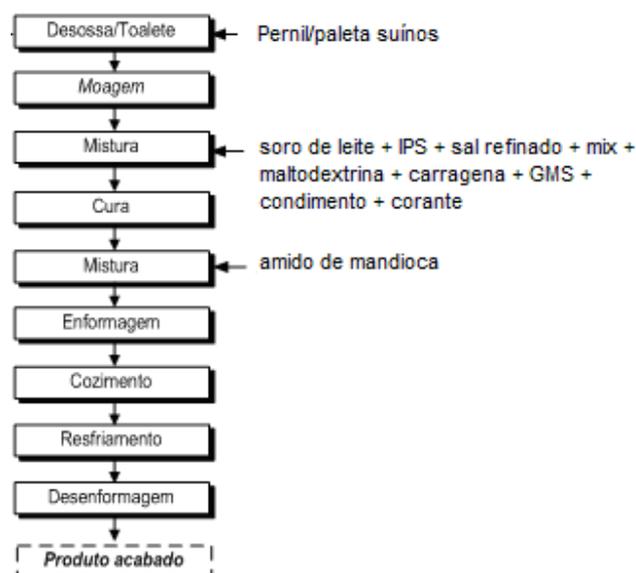


Figura 1 Fluxograma geral do processamento de apresuntado

Tabela 2 Formulação dos apresuntados elaborados para cada ensaio do DCCR

Ingredientes	Quantidade (%) por Ensaio												
	CON T	SORO 1	SORO 2	SORO 3	SORO 4	SORO 5	SORO 6	SORO 7	SORO 8	SORO 9	SORO1 0	SORO1 1	SORO1 2
Carne de pernil suíno	38,20	38,20	38,20	38,20	38,20	38,20	38,20	38,20	38,20	38,20	38,20	38,20	38,20
Carne da paleta suína	16,40	16,40	16,40	16,40	16,40	16,40	16,40	16,40	16,40	16,40	16,40	16,40	16,40
Água/Soro de leite	38,20	40,33	38,93	39,97	38,57	40,45	38,45	39,70	39,20	39,45	39,45	39,45	39,45
Sal refinado	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
SUPRO 500E* (isolado protéico de soja)	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
Rendmax 208 (mix contendo fosfato, nitrito/nitrato, e ascorbato/isoascorbato)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
E-max* (maltodextrina)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
CEAMGEL M-920** (carragena)	2,00	0,30	1,70	0,30	1,70	0,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Amido de mandioca <sup>#</sup>	0,50	0,07	0,07	0,43	0,43	0,25	0,25	0,00	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25
Max Sabor 207* (glutamato monosódico)	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Condimento Presunto California*	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Corante carmim	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

CONT = apresuntado elaborado com água; SORO 1 a SORO12 = apresuntados elaborados com soro de leite em diferentes concentrações.

\* New Max Industrial Ltd. (Americana, SP, Brasil); <sup>#</sup>Substituição em relação ao soro de leite.

As carnes refrigeradas (4 °C) foram limpas (remoção de tecido conectivo, gordura, sujeiras, hematomas, cartilagens etc.) e moídas em disco de 20 mm. A massa obtida foi transferida para a misturadeira (M61 Total inox NR12 – C.A.F. ®), onde os ingredientes foram incorporados e submetidos à mistura por 10 minutos, quando o isolado proteico de soja (IPS) foi adicionado e a massa misturada por mais 15 minutos. A massa obtida foi, então, mantida, por 12 a 15 horas, em câmara fria (4 °C), para o processo de cura.

Após a cura, a massa foi novamente transferida para a misturadeira e adicionada do amido de mandioca, sendo procedida a mistura por tempo 10 minutos para completa homogeneização. Ao término da mistura, a massa foi então dividida em porções de 900-1000 g, embalada a vácuo, em filme flexível de nylon-polietileno, e enformada em forma metálica de 1 kg.

Após a enformagem, os apresuntados foram imersos em tacho com água aquecida, e cozidos segundo a seguinte programação: 60 °C/60 minutos; 70 °C/60 minutos; e 80 °C por 25 minutos, ao qual a temperatura interna do produto atingiu 73 °C (medida pela inserção de um termopar no centro do produto enformado). Após o cozimento, aplicou-se um choque térmico (resfriamento), pela imersão das formas em água fria e gelo, sendo os produtos desenformados e acondicionados, sob refrigeração (4 °C), onde permaneceram por um tempo de 24 horas, até posteriores análises.

### **2.3 Análises físico-químicas do soro de leite**

O soro de leite líquido pasteurizado lentamente (65 °C por 30 minutos) foi obtido na Cooperativa Alto Rio Grande (CAARG) no município de Lavras, resfriado (35 °C) e levado para o Laboratório de Tecnologia de Leites no Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) onde foi caracterizado quanto ao teor de gordura (%), proteína

(%), lactose (%), pH, densidade ( $\text{g/mL}^{-1}$ ) e acidez titulável ( $^{\circ}\text{D}$ ) em aparelho Lactoscan® (Ultrasonic Milkalyzer). Para a acidez titulável ( $^{\circ}\text{D}$ ) a mesma foi convertida para mg Ácido láctico/L.

#### **2.4 Análises físicas e físico-químicas dos apresentados**

Em todos os tratamentos, os apresentados foram armazenados sob refrigeração ( $4^{\circ}\text{C}$ ) por 24 horas antes de serem analisados.

##### **2.4.1 Perda de peso no cozimento (PPC)**

As amostras de apresentado em duplicata, de aproximadamente 900 gramas cada, foram pesadas antes do cozimento. As peças embaladas foram resfriadas à temperatura de  $4^{\circ}\text{C}$ , usando banho de gelo. Após 24 horas de resfriamento, as peças e as embalagens foram enxaguadas em água corrente e secas com papel absorvente para a determinação da quebra de peso e rendimento do processo, segundo Equação 1.

$$\% \text{ PPC} = (\text{PF}/\text{PI}) * 100 \quad (1)$$

em que:

%PPC = perda de peso no cozimento

PF = peso final (g)

PI = peso inicial (g)

#### 2.4.2 Sinerese (SIN)

A sinerese foi determinada em quintuplicata segundo a metodologia utilizada por Prestes (2008). As amostras de apresuntado foram cortadas em cubos medindo 2 x 2 cm de aresta. Posteriormente, dez cubos foram embalados a vácuo e os pacotes armazenados sob refrigeração (4 °C) e a cada dois dias foram deixados por 2 horas a temperatura ambiente para simular condições de estresse no produto, sendo novamente retornado à geladeira. Após o período de sete dias de repetição do procedimento descrito acima, a embalagem foi aberta e os cubos secos em papel toalha e pesados. O percentual de sinerese (Equação 2) foi calculado pela diferença de peso inicial e final das amostras, em relação ao peso inicial.

$$\% \text{ SIN} = (\text{PI} - \text{PF}) / \text{PI} * 100 \quad (2)$$

em que:

%SIN = sinerese

PI = peso inicial (g)

PF = peso final (g)

#### 2.4.3 Perda por exsudação (PEX)

A capacidade de retenção de água (CRA) dos produtos foi determinada pelo método de pressão (*expressive moisture*) proposto por Pietrasik e Li-Cha (2002), com modificações. Amostras de 22 mm de diâmetro e 15 mm de altura foram obtidas, pesadas e colocadas entre dois papeis de filtro, previamente secos em estufa a 105 °C por 24 horas e deixados em aparelho dessecador de vidro (diâmetro 240 mm). Com a ajuda de um texturômetro, as amostras foram

pressionadas uniaxialmente, a uma velocidade de 60 mm/minuto, até 30% de sua altura original. Depois da prensagem, as amostras foram retiradas do papel de filtro e novamente pesadas, sendo calculado o percentual de água perdida (Equação 3):

$$\% \text{ EXP} = (\text{PI} - \text{PF}) / \text{PI} * 100 \quad (3)$$

em que:

%EXP = exsudação por pressão (*expressive moisture*)

PI = peso inicial (g)

PF = peso final (g)

#### **2.4.4 Perda de peso no ciclo de congelamento (PCC)**

A análise de perda de água por ciclos de congelamento (PCC) foi realizada em duplicata e, em três ciclos segundo metodologia descrita por Lee et al. (1980), com algumas modificações. As amostras foram cortadas em tamanhos uniformes de, aproximadamente, 60 x 60 x 10 mm, que foram antecipadamente divididas em 4 pedaços. As amostras foram pesadas e embaladas individualmente em pacotes plásticos, e levadas ao congelamento (-18 °C). Após 24 horas de congelamento as peças foram descongeladas em temperatura ambiente por 4 horas, e um dos pedaços desembalados e enrolados em papel de filtro de 15 cm x 15 cm, previamente secos em estufa a 105 °C por 24 horas. Posteriormente, as amostras foram colocadas entre duas placas de vidro e prensadas, utilizando um peso padrão de 2,0 kg, por 5 minutos. Após a prensagem, as amostras foram retiradas do papel de filtro e novamente pesadas, sendo calculado o percentual de água perdida (Equação 4):

$$\% \text{ PCC} = (\text{PI} - \text{PF}) / \text{PI} * 100 \quad (4)$$

em que:

%PCC = percentagem de perda por ciclo de congelamento

PI = peso inicial (g)

PF = peso final (g)

#### **2.4.5 Perda de peso por reaquecimento (PPR)**

A perda de peso por reaquecimento (PPR) foi em duplicata baseada na metodologia proposta por Hachmeister e Herald (1998), com modificações. As amostras foram cortadas em tamanhos uniformes de 20 x 20 x 60 mm, pesadas e em seguida, imersas em, aproximadamente, 300 mL de água em ebulição e mantidas em vidro destampado por 6 minutos. Posteriormente, as amostras foram escorridas em papel toalha e colocadas sob refrigeração por 6 minutos. O percentual de perda por reaquecimento foi obtido pela Equação 5:

$$\% \text{ PRQ} = [\text{PI} - \text{PF}] / \text{PI} \times 100 \quad (5)$$

em que:

% PRQ = %perda por reaquecimento

PF = peso final (g)

PI = peso inicial (g)

#### **2.4.6 Avaliação da oxidação lipídica (TBARs)**

As análises de índice de TBARs foram realizadas nos apresuntados, segundo a metodologia citada por Raharjo et al. (1992), com pequenas

modificações. As análises foram realizadas nos apresuntados, após armazenamento sob refrigeração (4 °C) por 24 horas. Foram pesados 10 g de amostra, misturados a 40 mL de ácido tricloroacético 5% (TCA) e 1 mL de BHT (1,5 g BHT/100 g lipídeo), sendo esta solução filtrada em papel de filtro e o volume completado para 50 mL. Uma alíquota de 2 mL do filtrado foi acrescentado de 2 mL de solução de TBA 0,08 M e aquecido em banho-maria fervente por exatos 5 minutos. Depois de resfriado à temperatura ambiente, a absorvância da amostra obtida foi lida em aparelho espectrofotômetro (Femto modelo 800 XI) a 532 nm.

Os valores foram expressos em miligramas de malonaldeído por quilograma de amostra (mg de malonaldeído/kg), por meio do seguinte cálculo: valor da absorvância lida x 8,93 (fator de conversão para as leituras das absorvâncias, obtido por curva padrão de 1,1,3,3 tetraethoxipropano).

#### **2.4.7 Análise do pH**

Os valores de pH foram medidos por meio de inserção de eletrodo combinado, tipo penetração (DM20-Digimed), acoplado a um potenciômetro, em cinco pontos diferentes na massa cárnea (temperatura ambiente) antes da enformagem e no produto acabado.

#### **2.4.8 Determinação da atividade de água (Aa)**

A atividade de água do apresuntado foi avaliada em duplicata diretamente em aparelho específico Aqualab<sup>®</sup>, modelo CX2 (Decagon Devices Inc.), através da determinação do ponto de orvalho, seguindo-se as orientações do fabricante.

#### 2.4.9 Avaliação da composição centesimal

As avaliações da composição centesimal dos apresentados foram realizadas em duplicata. Segundo metodologia oficial da Secretaria de Defesa Agropecuária (BRASIL, 1999), foram realizadas as seguintes determinações:

- a) Conteúdo de água, pelo método de estufa a 105 °C;
- b) Resíduo mineral fixo (cinzas), pelo uso de mufla a 550 °C;
- c) Proteínas, pelo método de micro-Kjeldahl, utilizando o fator de 6,25;e,
- d) Lipídios, pelo método do Soxhlet.

O conteúdo de carboidratos foi obtido pela diferença entre o total da amostra (100%) e os teores de proteínas, lipídeo, conteúdo de água e resíduo mineral fixo (cinzas).

#### 2.4.10 Determinação da cor objetiva

A avaliação objetiva da cor final dos produtos foi realizada em colorímetro *Chroma Meters CR-300 (Konica Minolta Sensing Inc.)*. Para o cálculo dos índices de cor foi estabelecido o iluminante D<sub>65</sub>, o ângulo de 10° para o observador e o sistema de cor CIELAB.

Os índices de cor  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foram obtidos, para cada repetição, considerando-se o valor médio de seis leituras realizadas em diferentes pontos de três fatias (replicatas) de, aproximadamente, quatro centímetros de espessura (FONTES et al., 2005).

Os índices de saturação ( $C^*$ ) e ângulo de tonalidade ( $h^*$ ) foram calculados pelas seguintes fórmulas (HUNT et al., 1991):

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2};$$

$$h^* = \tan^{-1} (b^*/a^*).$$

#### 2.4.11 Determinação da textura objetiva

Cinco amostras de apresuntado (replicatas) de cada tratamento, foram analisadas, à temperatura ambiente, pelo teste de análise de perfil de textura (TPA) em um texturômetro *TA.XT2i Texture Analysis (Stable Micro System Inc.)*, conectado a um computador equipado com o programa *Texture Expert*<sup>®</sup>.

O teste de análise de perfil de textura (TPA) foi conduzido segundo Gonçalves et al. (2009). As amostras, cortadas em cubos com 1,0 cm de arestas, foram comprimidas duas vezes até 50% de seu tamanho, com um prato de compressão de 7,5 cm de diâmetro. Não houve tempo de repouso da amostra entre os dois ciclos de compressão. A curva de deformação com o tempo foi obtida a uma velocidade de compressão de 50 mm/minuto (0,83 mm/s), a partir da qual foram gerados cinco características de textura, segundo Bourne (1978) e Szczesniak (1998): dureza; coesividade; adesividade; flexibilidade e mastigabilidade.

#### 2.5 Análise estatística

Foi utilizado Modelo de Superfície de Resposta para o estudo da avaliação simultânea das duas variáveis independentes (amido de mandioca e carragena), sendo a seguinte equação polinomial de segunda ordem em função de Xi ajustada para cada variável:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^2 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^2 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \beta_{ij} X_i X_j$$

em que

Y = resposta estimada;

$\beta_0$ ,  $\beta_i$ ,  $\beta_{ii}$  e  $\beta_{ij}$ , = constantes e coeficientes de regressão do modelo; e

$X_i$  e  $X_j$  = níveis das variáveis independentes.

Para cada variável experimental (amido de mandioca e carragena), a variância foi decomposta em componente (linear, quadrático e interação), a fim de avaliar o ajuste da função polinomial de segunda ordem e a importância relativa de cada um deles.

A análise estatística foi conduzida usando o programa STATISTICA 5.0 (StatSoft, Poland), com avaliação dos efeitos e significância em nível de 1%, 5% e 10% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O soro de leite utilizado no processamento dos apresentados avaliados, foi caracterizado anteriormente. A análise físico-química do soro de leite (doce) líquido, pasteurizado lentamente apresentou valores médios de gordura (0,24%), proteína (0,47%) e lactose (3,61%) inferiores aos obtidos por Dutra et al. (2012) que encontraram 0,75%, 0,98% e 5,53% respectivamente, na caracterização do soro de leite minas frescal para elaboração de apresentados com diferentes concentrações (%) de soro de leite doce. Os valores de pH (6,1), densidade (1,029 g/mL) e acidez (0,1102 mg Ácido láctico/L) foram semelhantes aos detectados por Morr e Ha (1993) em estudos de amostras de soro de queijos de leite de vaca no Brasil, em que estes foram, respectivamente, 6,1-6,5 (pH), 1,027-1,030 (d) e 0,1098 (mg Ácido láctico/L).

De acordo com Carvalho et al. (2007), no Brasil, a produção de soro é constituída quase que exclusivamente de soro doce, provindo da fabricação de queijos por coagulação enzimática (mussarela, prato, minas frescal, meia-cura e outros), que são os mais comercializados no país.

#### 3.1 Avaliação da composição centesimal

Os valores médios da composição centesimal dos apresentados estão representados na Tabela 3. Os modelos de regressão ajustados não foram significativos ( $P > 0,05$ ) para os teores de proteína, extrato etéreo, cinza e extrato não nitrogenado.

Tabela 3 Composição centesimal dos apresetados elaborados com soro de leite e diferentes concentrações de amido de mandioca e carragena

Cód.	Tratamentos		Água (%)	Proteína (%)	Extrato Etéreo (%)	Cinza (%)	Extrato não nitrogenado (%)
	Amido %	Carragena %					
TS1	0,3	0,07	79,80	14,88	2,23	4,57	0
TS2	1,7	0,07	76,49	17,26	1,96	4,62	0
TS3	0,3	0,43	78,69	16,75	1,19	4,67	0
TS4	1,7	0,43	81,07	17,03	1,03	4,76	0
TS5	0	0,25	83,19	17,59	1,5	4,68	0
TS6	2,0	0,25	73,62	16,12	2,54	5,64	2,08
TS7	1,0	0	77,94	17,49	1,47	4,58	0
TS8	1,0	0,50	75,88	15,62	2,28	6,98	0
TS9	1,0	0,25	78,66	19,15	2,51	4,3	0
TS10	1,0	0,25	78,26	16,68	2,22	4,59	0
TS11	1,0	0,25	77,16	17,68	2,28	4,87	0
TS12	1,0	0,25	76,95	15,28	2,51	4,65	0,61
		<b>Médias</b>	<i>78,14</i>	<i>16,79</i>	<i>1,98</i>	<i>4,91</i>	<i>0,24</i>
		<b>Desvio- Padrão</b>	<i>2,49</i>	<i>1,19</i>	<i>0,54</i>	<i>0,73</i>	<i>0,18</i>

Nota: TS1 a TS12 = apresetados elaborados com soro de leite.

O controle (CONT) elaborado com 2% de amido e 0,5% de carragena apresentou 75,41% de água, 15,79% de proteína, 2,44% de extrato etéreo, 4,5% de cinzas e 1,86% de extrato não nitrogenado (média). Os resultados apresentados na Tabela 6 indicam que os apresetados elaborados com soro de leite e diferentes concentrações de amido de mandioca e carragena, apresentaram teores de proteína e extrato etéreo dentro dos padrões recomendados pela Instrução Normativa nº 20, de 31/07/2000 (BRASIL, 2000), que estabelece teores máximos de lipídeo e mínimo de proteína de 12% e 13%, respectivamente. Enquanto o teor de proteína, independente do tratamento foi superior a 13%, os teores médios de lipídeos foram muito inferiores aos

estabelecidos pela legislação. De acordo com a Portaria nº 27/98, da SVS/MS (BRASIL, 1998b), os apresetados encontram-se dentro dos padrões para serem considerados “*low*” ou “baixo” ou “pobre” em gorduras totais, pois a legislação menciona que os produtos brasileiros devem apresentar no máximo 3 g de gordura/100 g de alimento (para sólidos) e 1,5 g de gordura/100 mL de alimento (líquido).

Para a indústria de alimentos a elaboração de produtos com reduzidos teores de gordura (YANG et al., 2001) é algo promissor e aceitável, porém, quando o teor de gordura médio é inferior a 1,5 g de gordura/100 g de alimento, podem ocorrer variações na composição química (BESERRA et al., 2003) responsáveis por redução da vida útil, problemas de palatabilidade e redução da suculência (NABESHIMA, 1998; PEDROSO; DEMIATE, 2008; TRINDADE, 1998). No entanto, a gordura pode trazer problemas relacionados à saúde como a arteriosclerose, o câncer de cólon, a obesidade, entre outros. E por isso, os consumidores têm preferido produtos com baixo ou reduzido teor de gordura.

O modelo matemático codificado para o conteúdo de água dos apresetados foi significativamente ( $P < 0,05$ ) adequado, sendo os coeficientes de regressão e a análise de variância descritos na Tabela 4.

Tabela 4 Coeficientes de regressão para as variáveis codificadas e análise de variância dos modelos matemáticos polinomiais para o conteúdo de água dos apresetados, elaborados com soro de leite e diferentes concentrações de amido de mandioca e carragena

	Conteúdo de Água	
	Coefficiente	Erro Padrão
Constante	77,7535*	1,1319*
AMI	-1,8083***	0,8015***
CAR	0,6686	0,8986
AMI x AMI	0,0709	0,8015
CAR x CAR	-0,0833	0,8986
AMI x CAR	1,4225	1,1319
$R^2$	0,7031	

Onde: AMI = variável codificada para amido de mandioca; e CAR = variável codificada para carragena. \*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,10$ .

Pode ser observado (Figura 2) que a redução de amido de mandioca e carragena, e a adição de soro de leite em 100% à água de formulação levou a um aumento significativo do conteúdo de água para todas as amostras de apresetado.

O soro de leite veio atuar como agente de ligação de água nas amostras de apresetado, o que permitiu substituir amido e carragena e propiciar um elo entre as características físico-químicas de reter água no produto.

A partir do modelo ajustado ( $P = 0,0223$ ) para os coeficientes significativos dos valores de água, foi possível construir uma curva em função das concentrações de amido de mandioca (Figura 2).

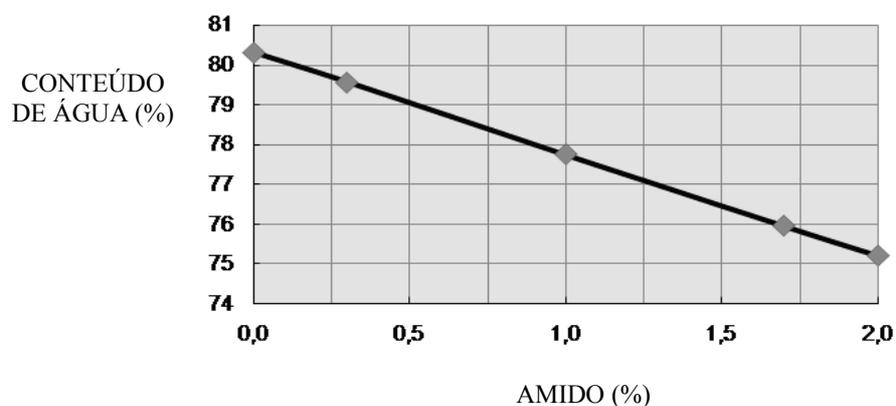


Figura 2 Curva do conteúdo de água dos apresuntados elaborados com soro de leite em função das concentrações de amido de mandioca

A adição de soro de leite apresentou as mesmas propriedades do amido em reter água no produto, porém a interação soro de leite e amido fez com que diminuísse esta propriedade, onde à medida que se adicionou amido (0 a 2%), houve decréscimo (%) na curva do conteúdo de água. A adição de amido diminuiu a solubilidade das proteínas do soro em água na emulsificação da massa cárnea, o que permitiu a redução na curva do conteúdo de água. Segundo Hoffman e Mellet (2003), o efeito do amido na redução do conteúdo de água (%) em apresuntados, resulta do inchamento dos grânulos do amido pelo aumento de calor ( $^{\circ}$  C) durante as etapas do cozimento. Pardi et al. (1996) dizem que ao entrar em contato com a água quente os grânulos do amido tornam-se intumescidos, aumentando de tamanho sendo posteriormente rompidos.

Santos (2005) obteve formulações de apresuntados elaborados com amido de mandioca, carragena e maltodextrina e encontrou valores médios para conteúdo de água de 75,61%, 76,75% e 75,25%, respectivamente. Aleson-Carbonell et al. (2005) encontraram também valores significativos de conteúdo de água em amostras reestruturadas que receberam fibra, relacionando as negativamente à perda de peso pós cocção e ao teor de proteína.

### 3.2 Análises físicas, químicas e físico-químicas

Os modelos de regressão ajustados não foram significativos ( $P > 0,10$ ) para os valores de pH, atividade de água e índice de TBARS dos apresuntados, sendo os valores médios de cada tratamento apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 Valores médios de pH, atividade de água (Aa) e índice de TBARS dos apresuntados elaborados com soro de leite e diferentes concentrações de amido de mandioca e carragena

Cod.	Tratamentos		pH	Aa	TBARS (mg MD/kg)
	Amido %	Carragena %			
TS1	0,3	0,07	6,15	0,973	0,13
TS2	1,7	0,07	6,11	0,973	0,51
TS3	0,3	0,43	6,09	0,974	0,18
TS4	1,7	0,43	6,05	0,993	0,52
TS5	0	0,25	6,09	0,993	0,15
TS6	2,0	0,25	6,02	0,970	0,50
TS7	1,0	0	6,05	0,973	0,18
TS8	1,0	0,50	6,09	0,971	0,46
TS9	1,0	0,25	6,19	0,986	0,20
TS10	1,0	0,25	6,12	0,973	0,23
TS11	1,0	0,25	6,21	0,986	0,30
TS12	1,0	0,25	6,13	0,975	0,51
		<b>Médias</b>	<i>6,11</i>	<i>0,978</i>	<i>0,32</i>
		<b>Desvio-Padrão</b>	<i>0,06</i>	<i>0,008</i>	<i>0,16</i>

Nota: TS1 a TS12 = apresuntados elaborados com soro de leite.

Os valores de pH e atividade de água foram similares a outros trabalhos com apresuntado (PRESTES, 2008; SANTOS, 2005). Há uma relação entre os valores de atividade de água (Aa) que podem ser reduzidos com maiores

quantidades de carragena adicionada ao produto (PEDROSO; DEMIATE, 2008), sendo interessante do ponto de vista da estabilidade microbiológica. O valor de TBARs assemelhou-se a trabalhos realizados por Mathias (2008) e Rosa et al. (2010) que trabalharam com presuntos. Os apresuntados controle (CONT) elaborado sem soro de leite e adicionados com 2,00% de amido e 0,50% de carragena, apresentaram pH (5,89), Aa (0,968) e índice de TBARs (0,191 mg MD/kg) (média).

A carragena além de ser utilizada como agente espessante em produtos cárneos, diminui a atividade de água, apresenta ação tensoativa e forma gel à temperatura ambiente. A interação da carragena com o soro de leite permitiu uma forte interação eletrostática entre grupos sulfatos negativamente carregados da molécula de carragena (kappa I e II) com as micelas de beta-lactoglobulinas e alfa lactalbuminas, conferindo estabilidade.

Exceto para a perda por ciclo de congelamento (PCC), todos os demais índices relacionados à perda de peso dos apresuntados apresentaram coeficientes significativos ( $P < 0,10$ ), sendo os valores médios de cada tratamento apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 Valores médios da perda de peso por cozimento (PPC), por reaquecimento (PPR), sinerese (SIN), por exsudação (PEX) e ciclo de congelamento (PCC) dos apresuntados elaborados com soro de leite e diferentes concentrações de amido de mandioca e carragena

Cod.	Tratamentos		PPC (%)	PPR (%)	SIN (%)	PEX (%)	PCC (%)
	Amido %	Carragena %					
TS1	0,3	0,07	8,02	6,32	7,84	1,33	13,67
TS2	1,7	0,07	5,05	5,98	6,29	1,23	7,83
TS3	0,3	0,43	7,08	5,15	8,35	1,43	10,55
TS4	1,7	0,43	6,06	3,13	3,49	1,29	8,91
TS5	0	0,25	8,89	5,78	13,40	1,37	13,30
TS6	2,0	0,25	6,47	2,94	9,59	1,40	6,96
TS7	1,0	0	6,66	6,22	8,17	1,22	10,92
TS8	1,0	0,50	2,88	0,98	3,01	1,43	5,76
TS9	1,0	0,25	5,91	4,64	12,52	0,99	7,22
TS10	1,0	0,25	5,44	5,65	9,58	1,11	9,91
TS11	1,0	0,25	5,67	5,92	11,22	1,15	8,06
TS12	1,0	0,25	5,66	4,76	11,57	1,39	9,53
		<b>Médias</b>	<i>6,15</i>	<i>4,79</i>	<i>8,75</i>	<i>1,28</i>	<i>10,14</i>
		<b>Desvio-Padrão</b>	<i>1,55</i>	<i>1,62</i>	<i>3,30</i>	<i>0,22</i>	<i>2,86</i>

Nota: TS1 a TS12 = apresuntados elaborados com soro de leite.

Entre as características tecnológicas avaliadas: perda por cozimento, perda por reaquecimento, sinerese e perda por exsudação, a adição de soro de leite propiciou melhor consistência, boa capacidade de retenção de água, substituindo os hidrocolóides (amido e carragena). Os apresuntados controle (CONT) elaborados com 2,00% de amido e 0,50% de carragena apresentaram 7,57% de perda por cozimento, 4,07% de perda por reaquecimento, 5,84% de sinerese e 3,41% de perda por exsudação (média).

Embora o congelamento de presuntos e apresuntados seja desaconselhável (DUTRA et al., 2012; PEDROSO; DEMIATE, 2008), a perda

no descongelamento (PCC) tem grande importância quando do uso destes produtos em massas, como pizzas e lasanhas congeladas, onde a perda de água durante o processo de descongelamento no produto é indesejável.

Nas Tabelas 7 e 8 estão descritos os coeficientes de regressão e a análise de variância do modelo matemático codificado para os índices de perda por cozimento (PPC), perda por reaquecimento (PPR), sinerese (SIN) e perda por exsudação (PEX).

Tabela 7 Coeficientes de regressão para as variáveis codificadas e análise de variância dos modelos matemáticos polinomiais para perda por cozimento (PPC) e perda por reaquecimento (PPR)

	Perda por cozimento		Perda por reaquecimento	
	Coefficiente	Erro Padrão	Coefficiente	Erro Padrão
Constante	5,667524*	0,301238*	23,75062*	0,487985*
AMI	-0,926849*	0,213327*	-0,42150	0,345575
CAR	1,094131*	0,239146*	-1,87679*	0,387401*
AMI x AMI	-0,660320*	0,213327*	-1,25299*	0,345575*
CAR x CAR	-0,370404	0,239146	-1,62487*	0,387401*
AMI x CAR	0,485913	0,301240	1,35188*	0,487989**
$R^2$	0,9081		0,7883	

Nota: AMI = variável codificada para amido de mandioca; e CAR = variável codificada para carragena. \*P<0,01 e \*\*P<0,05.

A perda de água ou material solúvel durante o processamento de um produto cárneo é importante do ponto de vista tecnológico, sensorial e econômico. Esta perda pode gerar acúmulo de líquidos em embalagens, causando má impressão ao consumidor. Além disto, produtos como apresuntados são, geralmente, retirados da embalagem primária e fatiados no ponto de venda, causando prejuízos ao fatiador devido à perda de massa.

Tabela 8 Coeficientes de regressão para as variáveis codificadas e análise de variância dos modelos matemáticos polinomiais para sinerese (SIN) e perda por exsudação (PEX)

	Sinerese		Perda por exsudação	
	Coefficiente	Erro Padrão	Coefficiente	Erro Padrão
Constante	11,22825*	0,552955*	10,43032*	0,827607*
AMI	-1,47565*	0,391585*	-2,05811*	0,586084*
CAR	-0,37699	0,438980	-0,02229	0,657020
AMI x AMI	-1,19794*	0,391585*	-0,81519	0,586084
CAR x CAR	-3,34682*	0,438980*	-0,42177	0,657020
AMI x AMI	-0,82595	0,552960	1,05170	0,827614
$R^2$	0,9649		0,7568	

Nota: AMI = variável codificada para amido de mandioca; e CAR = variável codificada para carragena. \*P<0,01.

Segundo Pedroso e Demiate (2008), em apresuntados que serão utilizados como matéria-prima de outros pratos, como pizzas e lasanhas, pratos congelados, a perda por reaquecimento também pode gerar uma série de problemas como amolecimento da massa e exsudação excessiva no prato pronto. Durante a produção de um sanduíche, onde o presunto pode ser submetido a uma chapa quente, por exemplo, pode ocorrer de o produto causar respingos e desagregar.

O soro de leite apresentou boa capacidade de retenção de água, relacionado à sinerese e perda por exsudação, ou seja, a capacidade do produto segurar água durante condições de estresse durante o preparo de lanches e refeições.

A partir do modelo ajustado para os coeficientes significativos dos valores de perda por cozimento ( $P = 0,0287$ ), perda por reaquecimento ( $P = 0,0476$ ), sinerese ( $P = 0,0007$ ) e perda por exsudação ( $P = 0,0076$ ) foi possível construir as superfícies de resposta em função das concentrações de amido e carragena (Figuras 3 a 5).

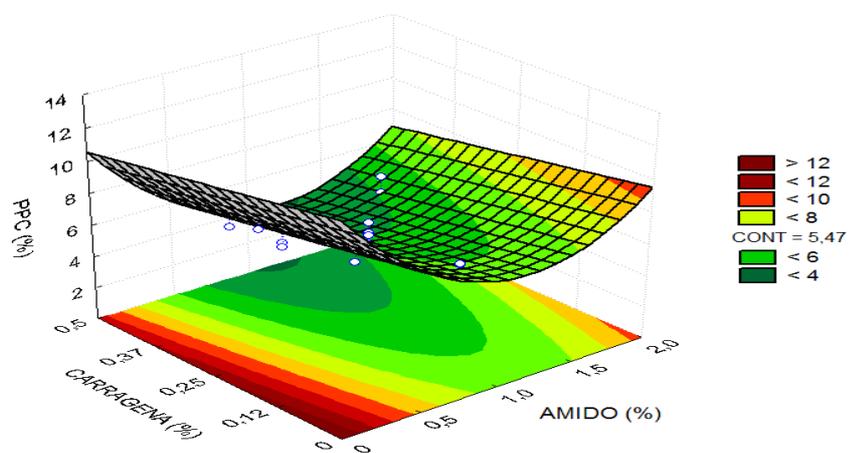


Figura 3 Superfície de resposta para os valores de perda por cozimento (PPC) dos apresentados elaborados com soro de leite em função das concentrações de amido de mandioca e carragena. CONT = apresentado controle

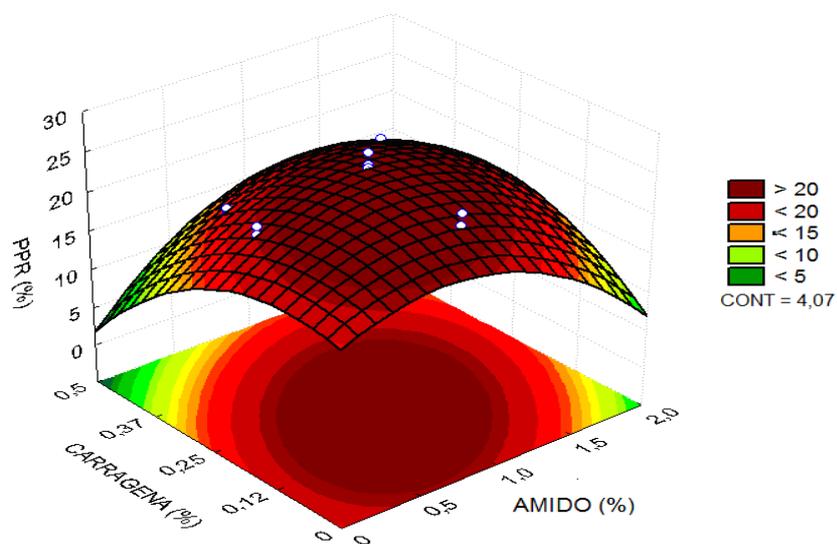


Figura 4 Superfície de resposta para os valores de perda por reaquecimento (PPR) dos apresentados elaborados com soro de leite em função das concentrações de amido de mandioca e carragena. CONT = apresentado elaborado com água

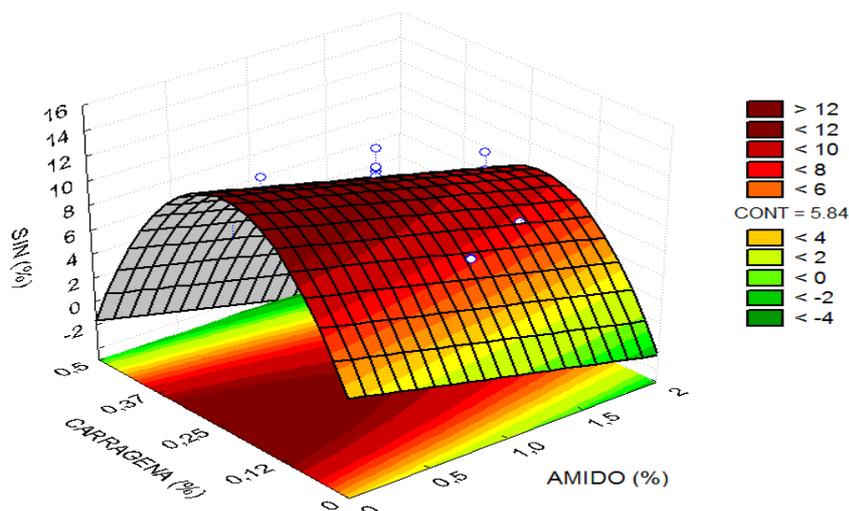


Figura 5 Superfície de resposta para os valores de sinerese (SIN) dos apesuntados elaborados com soro de leite em função das concentrações de amido de mandioca e carragena. CONT = apesuntado elaborado com água

Em comparação ao controle (5,47% na perda do cozimento) o tratamento 8 com adição de amido (1,00%) e carragena (0,50%) apresentou maior redução na perda por cozimento (2,88%) dos produtos acabados. A utilização de amido e carragena apresentaram efeito sinérgico dos hidrocoloides, devido ao alto poder de inchamento do amido e estabilização da carragena.

Li e Yeh (2003), avaliando complexos amido/carne, relatam que amido de mandioca e de milho ceroso, somente após 50 minutos de cozimento, obtiveram valores de perda de cozimento próximos ao alto valor do controle sem adição de amido. Amido de batata, amido de milho ceroso, amido de mandioca, e amido de batata doce, formam um grupo de amidos que segundo os resultados, apresentam o poder de inchamento maior que 20 g de água/ g.

Os apresentados (T8) elaborados com soro de leite em função das concentrações de amido e carragena, obtiveram redução nos valores de perda por reaquecimento, com 1,00% de amido e 0,50% de carragena ( $< 4,07\%$  na perda por reaquecimento) comparados ao controle. A utilização de amido e carragena mostraram importantes redutores de perda de água.

A figura 5 mostrou o comportamento das variáveis em relação à resposta nos valores de sinerese, indicando que a medida que diminuiu a concentração de amido e carragena, aumentou a sinerese (%). A utilização de hidrocoloides (amido e carragena) em apresentados elaborados com soro de leite, reduziram mais os valores de sinerese (3,01%) com 1,00% de amido e 0,50% de carragena, que o controle (5,84%).

A figura 6 mostra o comportamento do amido de mandioca e carragena em relação aos valores de perda por exsudação. Em comparação ao controle (3,41% de perda por exsudação) a adição de 1,00% de amido e 0,50% de carragena em apresentados elaborados com soro de leite, mostrou maior redução (3,01% de perda por exsudação). Observa-se com a metade da concentração de amido permitida (2%) na legislação brasileira, houve redução na perda por exsudação.

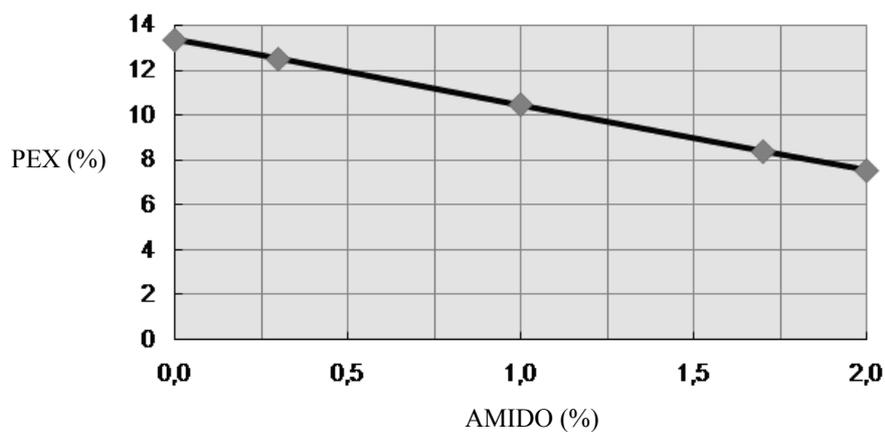


Figura 6 Superfície de resposta para os valores de perda por exsudação (PEX) dos apresuntados elaborados com soro de leite em função das concentrações de amido de mandioca e carragena

### 3.3 Determinação da cor objetiva

A cor é um importante atributo e contribui de maneira significativa na atratividade do produto. Todos os índices de cor objetiva da superfície interna dos apresuntados apresentaram coeficientes significativos ( $P < 0,10$ ), sendo os valores médios de cada tratamento apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 Índices de cor da superfície interna dos apresuntados elaborados com soro de leite e diferentes concentrações de amido de mandioca e carragena

<b>Tratamentos</b>							
<b>Cod.</b>	<b>Amido %</b>	<b>Carragena %</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>C*</b>	<b>h*</b>
TS1	0,3	0,07	63,75	12,30	5,26	13,38	23,16
TS2	1,7	0,07	62,07	11,76	5,25	12,88	24,01
TS3	0,3	0,43	66,43	10,96	5,45	12,24	26,44
TS4	1,7	0,43	64,00	12,87	4,93	13,78	20,94
TS5	0	0,25	65,96	12,21	5,02	13,20	22,34
TS6	2,0	0,25	63,06	12,91	5,18	13,90	21,84
TS7	1,0	0	65,72	12,74	5,88	14,03	24,78
TS8	1,0	0,50	63,33	12,12	5,01	13,11	22,43
TS9	1,0	0,25	62,85	13,27	5,04	14,19	20,80
TS10	1,0	0,25	63,66	12,51	4,89	13,43	21,32
TS11	1,0	0,25	61,94	13,41	4,89	14,27	20,04
TS12	1,0	0,25	62,14	12,53	5,22	13,57	22,62
		<b>Médias</b>	<i>63,74</i>	<i>12,46</i>	<i>5,17</i>	<i>13,50</i>	<i>22,56</i>
		<b>Desvio-Padrão</b>	<i>1,54</i>	<i>0,67</i>	<i>0,28</i>	<i>0,59</i>	<i>1,82</i>

Nota: TS1 a TS12 = apresuntados elaborados com soro de leite.

Nas Tabelas 10 e 11 estão descritos os coeficientes de regressão e a análise de variância do modelo matemático codificado para os índices de luminosidade (L\*), índice de vermelho (a\*), índice de amarelo (b\*), saturação (C\*) e tonalidade (h\*). Os apresuntados controle (CONT) apresentaram parâmetros luminosidade (L\*) 60,37; índice de vermelho (a\*) 14,39; índice de amarelo (b\*) 9,29; saturação (C\*) 17,13 e tonalidade (h\*) 32,86 (média).

Tabela 10 Coeficientes de regressão para as variáveis codificadas e análise de variância dos modelos matemáticos polinomiais para luminosidade (L\*), índice de vermelho (a\*) e índice de amarelo (b\*)

	L*		a*		b*	
	Coeficiente	Erro Padrão	Coeficiente	Erro Padrão	Coeficiente	Erro Padrão
Constante	62,64512*	0,409808*	12,92779*	0,163887*	5,008903*	0,096765*
AMI	-1,02793*	0,290213*	0,29462**	0,116059**	-0,038790	0,068526
CAR	0,81952**	0,325338**	-0,31637**	0,130106**	0,030340	0,076820
AMI x AMI	0,15548	0,290213	-0,13755	0,116059	-	0,068526**
CAR x CAR	0,82707**	0,325338**	-0,38176*	0,130106*	0,205130**	0,076820**
AMI x CAR	-0,18750	0,409812	0,61250*	0,163888*	-0,128750	0,096766
$R^2$	0,9808		0,9613		0,8556	

Nota: AMI = variável codificada para amido de mandioca; e CAR = variável codificada para carragena.

\*P<0,01 e \*\*P<0,05.

Tabela 11 Coeficientes de regressão para as variáveis codificadas e análise de variância dos modelos matemáticos polinomiais para saturação (C\*) e tonalidade (h\*)

	C*		h*	
	Coeficiente	Erro Padrão	Coeficiente	Erro Padrão
Constante	13,86696*	0,163646*	21,19292*	0,422195*
AMI	0,25445**	0,115889**	-0,67033**	0,298984**
CAR	-0,28135**	0,129915**	0,64897***	0,335172***
AMI x AMI	-0,19101	0,115889	-0,39010	0,298984
CAR x CAR	-0,27275***	0,129915***	1,41048*	0,335172*
AMI x CAR	0,51027*	0,163648*	-1,58579*	0,422198*
$R^2$	0,8969		0,9597	

Nota: AMI = variável codificada para amido de mandioca; e CAR = variável codificada para carragena.

\*P<0,01, \*\*P<0,05 e \*\*\*P<0,10.

Em concentrações de carragena avaliadas por Pietrasik (2003) observou-se que ingredientes não cárneos influenciaram os índices de cor para os produtos avaliados, mas que a adição de carragena gerou produtos com valores mais baixos de  $L^*$  e  $b^*$  e mais altos valores de  $a^*$ . A presença de carragena de maneira geral forneceu produtos mais escuros quando comparados com aqueles sem esta adição.

Wurlitzer e Silva (1995), avaliando a cor em apresuntados contendo diferentes níveis de farinha de arroz como substituintes de amido de mandioca em apresuntados verificaram que a cor do apresuntado foi afetada quanto à luminosidade do produto ( $L^*$ ) e em alguns casos, em relação à intensidade do vermelho ( $a^*$ ); este resultado foi similar aquele encontrado por Figueiredo et al. (2002), quanto a cor de salsichas, onde o padrão apresentou maiores valores de  $L^*$ , sendo mais claro que os demais, devido a quantidade de gordura.

A partir do modelo ajustado para os coeficientes significativos dos valores de  $L^*$  ( $P = 0,0076$ ),  $a^*$  ( $P = 0,0377$ ) e  $h^*$  ( $P = 0,0250$ ) foi possível construir as superfícies de resposta em função das concentrações de amido e carragena (Figuras 7 a 9). No entanto, os modelos de regressão não foram significativos para  $b^*$  ( $P = 0,0727$ ) e  $C^*$  ( $P = 0,1206$ ) e, desta forma, não puderam ser ajustados.

A figura 7 mostra a superfície de resposta para os valores de luminosidade ( $L^*$ ) dos apresuntados, ao qual a redução de amido de mandioca apresentou aumento no índice de luminosidade (> 70% na luminosidade) deixando as amostras mais claras e diferentes ao controle (60,37% na luminosidade).

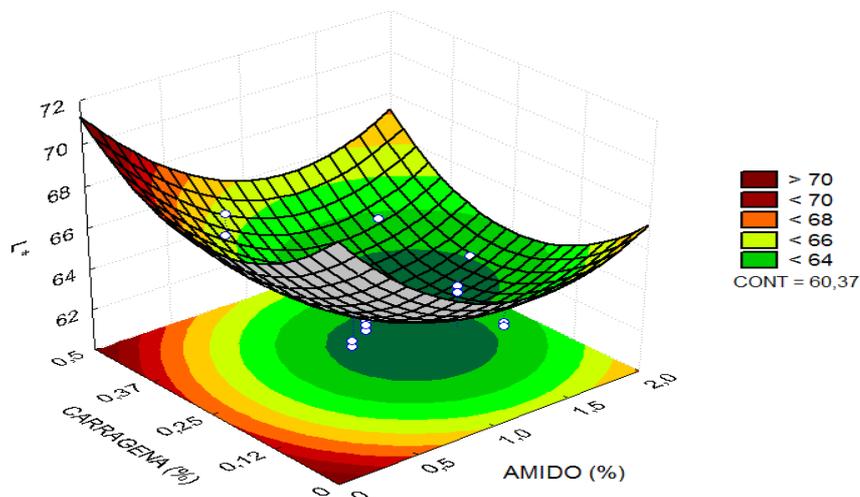


Figura 7 Superfície de resposta para os valores de luminosidade ( $L^*$ ) dos apresentados elaborados com soro de leite em função das concentrações de amido de mandioca e carragena. CONT = apresentado elaborado com água

A figura 8 mostra a superfície de resposta para o índice de vermelho ( $a^*$ ) dos apresentados elaborados com soro de leite em função das concentrações de amido e carragena. A utilização de 1,00% de amido e 0,50% de carragena deixou os tratamentos com claro índice de vermelho (12%). À medida que reduziu as quantidades de amido e carragena adicionados, houve maior diferença ao controle ( $< 14,39\%$  no índice de vermelho) nos tratamentos avaliados.

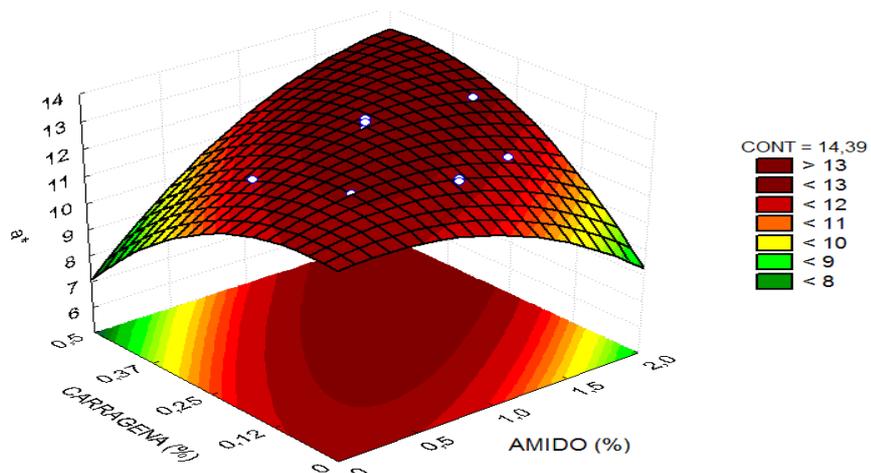


Figura 8 Superfície de resposta para o índice de vermelho ( $a^*$ ) dos apresetados elaborados com soro de leite em função das concentrações de amido de mandioca e carragena. CONT = apresetado elaborado com água

A figura 9 mostra a superfície de resposta para os valores de tonalidade ( $h^*$ ) dos apresetados elaborados com soro de leite, é percebido que a adição de amido de mandioca (1,00%) e carragena (0,50%) apresetou tonalidade (22,43%) inferior ao padrão (32,86%).

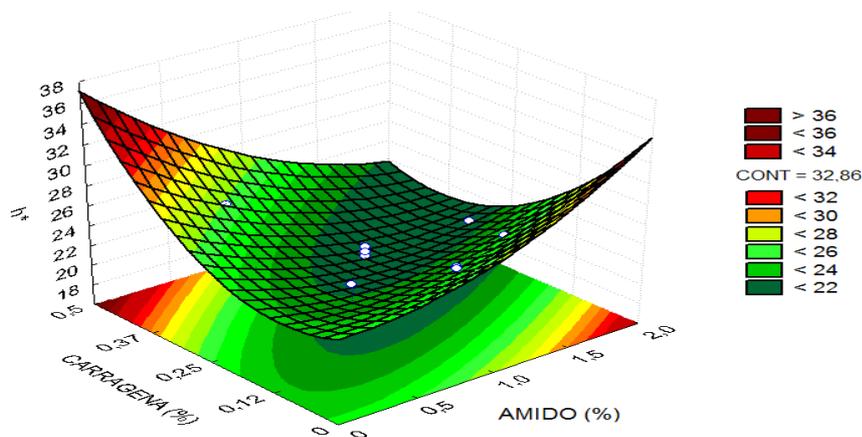


Figura 9 Superfície de resposta para os valores de tonalidade ( $h^*$ ) dos apresentados elaborados com soro de leite em função das concentrações de amido de mandioca e carragena. CONT = apresentado elaborado com água

Os valores significativos quando utilizadas as diferentes concentrações dos hidrocoloides (amido de mandioca e carragena) nos permitem dizer que as mesmas podem ter ação conjunta, porém, quando aumentadas, as quantidades poderão interferir nos parâmetros de cor, causando maior saturação ( $C^*$ ) e aumento na tonalidade de cor amarelada.

Chinait et al. (2009), ao avaliarem diferentes marcas de apresentados comerciais, reportaram as seguintes variações nos valores dos índices de cor objetiva:  $L^* = 55,3$  a  $66,30$ ;  $a^* = 14,14$  a  $17,86$ ;  $b^* = 11,63$  a  $14,37$ ;  $C^* = 18,71$  a  $22,92$ ; e  $h^* = 35,68$  a  $42,32$ . As diferenças encontradas nos índices de  $b^*$  podem ser oriundas das diferenças nas matérias primas cárneas e ingredientes utilizados.

A variável codificada foi negativa para amido de mandioca, e significativa ( $P < 0,05$ ) e positiva para carragena, e significativa ( $P < 0,05$ ) no

índice de amarelo ( $b^*$ ) observado nos produtos. A adição de amido de mandioca e carragena, também foi significativa ( $P < 0,05$ ) no ângulo de saturação ( $C^*$ ).

Em estudo realizado por Pedroso e Demiate (2008), a adição de carragena e amido de mandioca em presunto cozido de peru não afetaram significativamente os valores de  $L^*$  e  $a^*$  e para os valores de  $b^*$ , somente a carragena apresentou efeito significativo ( $P < 0,05$ ). Pietrasik et al. (2006) descobriram menores valores de  $L^*$  e  $b^*$  e mais altos de  $a^*$ , quando utilizaram a carragena em presuntos.

### **3.4 Determinação da textura objetiva**

Dos parâmetros de textura objetiva dos apresuntados, apenas a adesividade não apresentou coeficientes significativos ( $P > 0,05$ ), sendo os valores médios de cada tratamento apresentados na Tabela 12. Segundo Ramos e Gomide (2007), a adesividade representa o trabalho necessário para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e a do material em contato, podendo ser traduzido para a percepção sensorial como sendo a força necessária para a língua retirar o material aderido à boca.

Tabela 12 Índices de textura objetiva da superfície interna dos apresentados elaborados com soro de leite e diferentes concentrações de amido de mandioca e carragena

<b>Tratamentos</b>							
<b>Cod.</b>	<b>Amido %</b>	<b>Carragena %</b>	<b>DUR (N)</b>	<b>COES</b>	<b>ADES (N.mm)</b>	<b>FLEX (mm)</b>	<b>MAST (N.mm)</b>
TS1	0,3	0,07	16,57	0,56	0,04	4,43	39,13
TS2	1,7	0,07	22,16	0,53	0,05	4,46	51,19
TS3	0,3	0,43	15,88	0,54	0,07	4,36	39,32
TS4	1,7	0,43	16,57	0,56	0,06	4,46	39,23
TS5	0	0,25	18,14	0,54	0,11	4,39	43,35
TS6	2,0	0,25	17,94	0,54	0,05	4,43	44,23
TS7	1,0	0	21,77	0,55	0,08	4,45	49,23
TS8	1,0	0,50	12,74	0,51	0,07	4,48	30,20
TS9	1,0	0,25	14,21	0,54	0,04	4,42	29,81
TS10	1,0	0,25	12,25	0,49	0,14	4,33	27,36
TS11	1,0	0,25	13,04	0,52	0,03	4,32	29,71
TS12	1,0	0,25	10,00	0,52	0,03	4,38	24,81
		<b>Médias</b>	15,94	0,53	0,06	4,41	37,30
		<b>Desvio-Padrão</b>	0,38	0,02	0,003	0,05	0,90

Nota: N = Newton; TS1 a TS12 = apresentados elaborados com soro de leite. DUR = dureza; COES = coesividade; ADES = adesividade; FLEX = flexibilidade e MAST = mastigabilidade.

Os tratamentos controle (CONT) elaborados sem soro de leite e adicionados com 2% de amido de mandioca e 0,5% de carragena, apresentaram parâmetros dureza 10,00 (N), coesividade 0,71, adesividade 0,03 (N.mm), flexibilidade 4,66 (mm) e mastigabilidade 24,81 (N.mm).

Nas Tabelas 13 e 14 estão descritos os coeficientes de regressão e a análise de variância do modelo matemático codificado para os parâmetros de dureza, mastigabilidade, coesividade e flexibilidade.

Tabela 13 Coeficientes de regressão para as variáveis codificadas e análise de variância dos modelos matemáticos polinomiais para dureza e mastigabilidade

	Dureza (N)		Mastigabilidade (N.mm)	
	Coefficiente	Erro Padrão	Coefficiente	Erro Padrão
Constante	1,332132*	0,096479*	2,985869*	0,194262*
AMI	0,031417	0,068323	0,106505	0,137570
CAR	0,156507***	0,076593***	0,475354*	0,154221*
AMI x AMI	0,214732*	0,068323*	0,430542*	0,137570*
CAR x CAR	0,285488*	0,076593*	0,753446*	0,154221*
AMI x CAR	-0,328253*	0,096480*	-0,669197*	0,194264*
$R^2$	0,9947		0,9892	

Nota: N = Newton; AMI = variável codificada para amido de mandioca; e CAR = variável codificada para carragena. \*P<0,01 e \*\*P<0,05.

Tabela 14 Coeficientes de regressão para as variáveis codificadas e análise de variância dos modelos matemáticos polinomiais para coesividade e flexibilidade

	Coesividade		Flexibilidade (mm)	
	Coefficiente	Erro Padrão	Coefficiente	Erro Padrão
Constante	0,515170*	0,007364*	4,364667*	0,026645*
AMI	-0,000736	0,005215	0,021638	0,018869
CAR	0,015220**	0,005846**	0,020451	0,021153
AMI x AMI	-0,007683	0,005215	-0,002892	0,018869
CAR x CAR	0,009998	0,005846	0,048901**	0,021153**
AMI x CAR	0,010461	0,007364	0,017813	0,026645
$R^2$	0,4872		0,6627	

Nota: N = Newton; AMI = variável codificada para amido de mandioca; e CAR = variável codificada para carragena. \*P<0,01 e \*\*P<0,05.

Neste trabalho foi adicionado 100% de soro de leite em detrimento à água de formulação, e assim como Cardoso et al. (2009), Marriott et al. (2001) e Yetim et al. (2001) foi observado influência significativa em parâmetros de textura objetiva dos produtos elaborados.

Embora se espere efeitos positivos no rendimento do produto com a adição de soro de leite (XIONG, 2009), estes resultados estão de acordo com os observados por Barbut (2006) de que as proteínas do soro de leite, não modificadas e em concentrações menores do que 2,00%, não favorecem significativamente o rendimento de massas cárneas.

Prabhu e Sebranek (1997) combinaram carragena (2,00%) com soro de leite fluido (2,00%), e observaram redução na perda de peso pós cocção e melhores características de dureza, flexibilidade e mastigabilidade dos apresuntados. Segundo Pedroso e Demiate (2008), a carragena aumentou a formação de exsudado gelatinoso em presuntos e correlacionou com os parâmetros avaliados no presente estudo.

Em todas as formulações observou-se valores baixos de gordura, assim como já discutidos anteriormente, e percebe-se que a redução de amido de mandioca e carragena além de melhorar as características de textura objetiva do produto, relacionaram positivamente com o soro de leite.

Nos testes de compressão, o amido e carragena apresentaram efeito significativo ( $p < 0,05$ ), para os parâmetros de textura, dureza e mastigabilidade, indicando que a utilização neste nível confere ao produto aumento na força de compressão, provavelmente em virtude de o produto agregar mais água. Esta afirmação corrobora com Pietrasik (2003), que constatou que amostras de produtos cárneos, preparados com kappa-carragena tiveram um aumento substancial de dureza e, além disto, a carragena interagiu com proteínas para melhorar rendimento e textura em produtos de carnes de aves, especialmente quando altos níveis de água foram utilizados. Não foram encontrados efeitos

significativos ( $p > 0,05$ ) para outros parâmetros de textura avaliados: fraturabilidade, coesividade, adesividade e elasticidade.

A partir do modelo ajustado para os coeficientes significativos dos valores de dureza ( $P = 0,0212$ ) e mastigabilidade ( $P = 0,0072$ ) foi possível construir as superfícies de resposta em função das concentrações de fécula e carragena (Figuras 10 e 11). No entanto, os modelos de regressão não foram significativos para a coesividade ( $P = 0,1107$ ) e flexibilidade ( $P = 0,1179$ ) e, desta forma, não puderam ser ajustados.

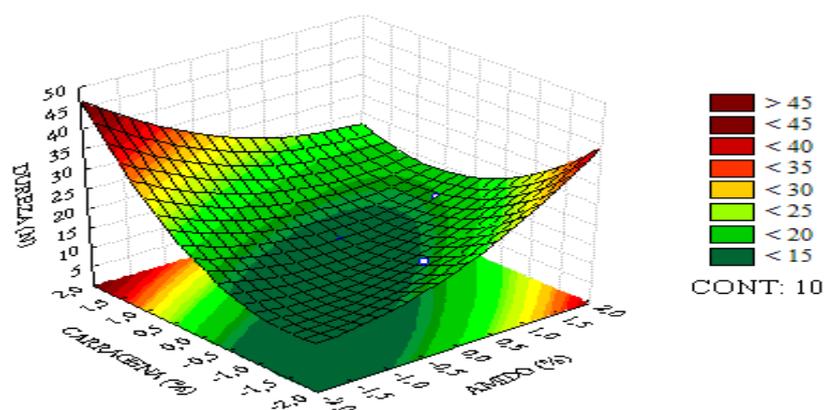


Figura 10 Superfície de resposta para os valores de dureza dos apresetados elaborados com soro de leite em função das variáveis codificadas para as concentrações de amido de mandioca e carragena. CONT = apresetado elaborado com água

Os valores de dureza e mastigabilidade aumentaram com o aumento da adição dos hidrocoloides. As figuras 10 e 11 mostram a superfície de resposta para os valores de dureza e mastigabilidade, em função das concentrações de amido e carragena. Houve redução ( $< 15\%$  na dureza) com a adição de 1,00% de amido de mandioca e 0,25% de carragena (TS10), com valor próximo ao controle (10% na dureza) e redução ( $< 40\%$  na mastigabilidade) com adição de

1,00% de amido de mandioca e 0,25% de carragena (TS12) com valor semelhante ao controle (24,81% na mastigabilidade), respectivamente.

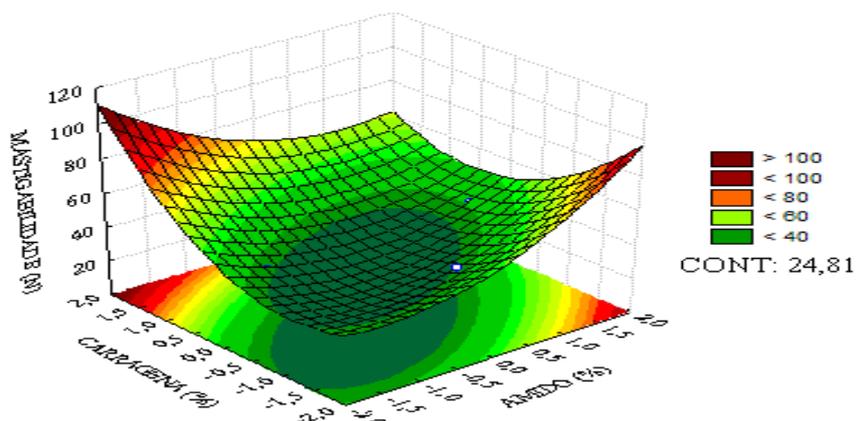


Figura 11 Superfície de resposta para os valores de mastigabilidade dos apresetados elaborados com soro de leite em função das variáveis codificadas para as concentrações de amido de mandioca e carragena. CONT = apresetado elaborado com água

Os coeficientes de regressão para as variáveis codificadas e análise de variância dos modelos matemáticos polinomiais, mostraram efeito significativo ( $P < 0,05$ ) da carragena nos parâmetros de textura: coesividade e flexibilidade. Ramos e Gomide (2007) definem a coesividade, como a força das ligações internas, que determinam a extensão que o alimento foi deformado antes da ruptura; e flexibilidade, a taxa em que o material deformado retornou à sua condição inicial pela remoção da força deformadora.

Hughes et al. (1998), que estudaram o efeito da adição de proteínas do soro de leite em salsichas tipo Frankfurter, relataram que a dureza, a adesividade e a elasticidade não foram alteradas, enquanto a coesividade e a gomosidade foram reduzidas. Os resultados da adesividade foram semelhantes ao do presente trabalho para todas as amostras, respectivamente.

#### 4 CONCLUSÃO

O trabalho realizado teve a adição de 100% do soro de leite em detrimento à água de formulação, testando diferentes concentrações de hidrocoloides (amido de mandioca e carragena) quanto às características físicas, químicas e físico-químicas avaliadas. A utilização de amido de mandioca e carragena não alterou a composição centesimal dos produtos, pH, atividade de água e índice de TBARs, sendo mantidos os parâmetros de identidade e qualidade para apresuntados, definidos pela legislação brasileira.

As proteínas do soro de leite tiveram maior participação na capacidade de reter água, diminuindo a perda por cozimento, por reaquecimento, sinerese e perda por exsudação e este efeito foi mais evidenciado, quando adicionados os hidrocoloides, em uma ação sinérgica ideal (1% de amido, 0,25% ou 0,50% de carragena e 38% de soro de leite) o que o faz ser aconselhável em massas, como pizzas e lasanhas congeladas, pois suas proteínas apresentaram boa capacidade de retenção de água, um benefício economicamente viável para a indústria de alimentos.

Os produtos adicionados de soro de leite apresentaram modificações nos índices de cor objetiva da superfície interna, o que fez o produto ficar mais claro. A redução dos hidrocoloides, além de melhorar as características de textura objetiva do produto, relacionou positivamente com o soro de leite.

## REFERÊNCIAS

ALESON-CARBONELL, J. et al. Functional and sensory effects of fibre-rich ingredients on breakfast fresh sausages manufacture. **Food Science Technology International**, Oxford, v. 11, n. 2, p. 89-97, Apr. 2005.

BARBUT, S. Effects of caseinate, whey and milk powders on the texture and microstructure of emulsified chicken meat batters. **Food Science & Technology**, London, v. 39, n. 6, p. 660-664, Dec. 2006.

BESERRA, F. J. et al. Desenvolvimento e caracterização físico-química de embutido cozido tipo apresetado de carne caprino. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 1141-1147, nov./dez. 2003.

BOTEGA, L. M. G. et al. Apresetados elaborados com soro de leite líquido: efeitos do armazenamento refrigerado na textura objetiva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 5., 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL, 2009a. p. 423-426.

\_\_\_\_\_. Avaliação da cor objetiva de apresetados elaborados com diferentes concentrações de soro de leite. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 23, n. 170/171, p. 496, 2009b. Encarte.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HIGIENISTAS DE ALIMENTOS, 10., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2009c. 1 CD-ROM.

BOURNE, M. C. Texture profile analysis. **Food Technology**, Oxford, v. 32, n. 7, p. 62-72, 1978.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 20, de 21 de julho de 1999. Oficializa os Métodos Analíticos Físico-Químicos, para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes - Sal e Salmoura. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 27 jul. 1999. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria da Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresuntado, de Fiambre, de Hambúrguer, de Kibe e de Presunto Cozido. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 149, p. 7-12, 3 ago. 2000. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Portaria nº 1002/1004**, de 11 de fevereiro de 1998. Regulamento Técnico de Atribuição de Função de Aditivos, e seus Limites Máximos de Uso para a Categoria 8, Carne e Produtos Cárneos. Brasília, 1998a. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/especifica/aditivos\\_bk.htm](http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/especifica/aditivos_bk.htm)>. Acesso em: 10 mar. 2012.

\_\_\_\_\_. **Portaria nº 27**, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente a informação nutricional complementar. Brasília, 1998b. Disponível em: <[http://www.abima.com.br/dload/13\\_60\\_port\\_27\\_98\\_leg\\_alim\\_nac.pdf](http://www.abima.com.br/dload/13_60_port_27_98_leg_alim_nac.pdf)>. Acesso em: 5 abr. 2012.

CARDOSO, G. P. et al. Textura objetiva de apresuntados adicionados de soro de leite fluido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 5., 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL, 2009. 1 CD-ROM.

CARVALHO, B. M. A. et al. Métodos de detecção de fraude em leite por adição de soro de queijo. **Revista Eletrônica de Veterinária**, Itapetinga, v. 8, n. 6, p. 1695-7504, 2007.

CHINAIT, T. M. N. et al. Avaliação da cor objetiva de presuntos e apresuntados comerciais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 5., 2009, São Paulo. **Anais...** Campinas: ITAL, 2009. 1 CD-ROM.

DUTRA, M. P. et al. Technological and sensory quality of restructured low-fat cooked ham containing liquid whey. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 1, p. 1-7, jan./fev. 2012.

EZEQUIEL, I. P. et al. Caracterização físico-química de patê de carne ovina elaborado com soro de leite. In: REUNIÃO REGIONAL DA SBPC, 20., 2010, Lavras. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2010. 1 CD-ROM.

FIGUEIREDO, V. O. et al. Influência dos substitutos de gordura animal sobre a qualidade da salsicha tipo viena. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 11-17, 2002.

FONTES, P. et al. Avaliação da cor objetiva de mortadelas adicionadas de sangue tratado com monóxido de carbono e formuladas com ou sem adição de nitrito. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 3., 2005, São Pedro. **Anais...** Campinas: CTC/ITAL, 2005. 1 CD-ROM.

GONÇALVES, C. S. et al. Estabilidade da cor objetiva de produtos curados elaborados com diferentes concentrações de soro de leite. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 23, n. 170/171, p. 505-506, 2009. Encarte.

HACHMEISTER, K. A.; HERALD, T. J. Thermal and rheological properties and textural attributes of reduced-fat turkey batters. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 4, p. 632-638, Aug. 1998.

HOFFMAN, L. C.; MELLET, F. D. Quality characteristics of low fat ostrich meat patties formulated with pork lard or modified corn starch, soya isolate and water. **Meat Science**, Barking, v. 65, n. 2, p. 869-875, Oct. 2003.

HUGHES, E. et al. Effects of fat level, tapioca starch and whey protein on frankfurters formulated with 5% and 12% fat. **Meat Science**, Barking, v. 48, n. 1/2, p. 169-180, Jan./Feb. 1998.

HUNT, M. C. et al. Guidelines for meat color evaluation. In: ANNUAL RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 44., 1991, Manhattan. **Proceedings...** Manhattan: Kansas State University, 1991. p. 3-17.

LEE, A. et al. Whey protein concentrates in a processed meat loaf. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 45, p. 1278-1304, 1980.

LI, J. Y.; YEH, A. I. Effects of starches properties on rheological characteristics of starches/meat complexes. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 57, n. 3, p. 287-294, Mar. 2003.

MARRIOT, N. G. et al. Evaluation of restructured low-fat ham containing whey. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v. 9, n. 2, p. 201-207, June 1988.

MARTINEZ, O. et al. Texture profile analysis of meat products treated with commercial liquid smoke flavourings. **Food Control**, Guildford, v. 15, n. 6, p. 457-461, Sept. 2004.

MATHIAS, S. P. **Avaliação físico-químicas, microbiológica e sensorial de presunto submetido à tecnologia de alta pressão hidrostática**. 2008. 82 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

MORR, C.; HA, E. W. Whey protein concentrates and isolates processing and functional properties critical reviews. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 33, n. 6, p. 431-476, 1993.

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

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: CEGRAF-UFG, 1996. v. 2, 524 p. (Tecnologia da Carne e de Subprodutos. Processamento Tecnológico), 1996. 524 p.

PEDROSO, R. A.; DEMIATE, I. M. Avaliação da influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 24-31, jan./mar. 2008.

PENNA, A. L. B. et al. Relation between quality and rheological properties of lactic beverages. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 49, n. 1, p. 7-13, 2001.

PIETRASIK, Z. Binding and textural proprieties of beef gels processed with k-carrageenan, egg albumin and microbial transglutaminase. **Meat Science**, Barking, v. 63, n. 3, p. 317-324, Mar. 2003.

PIETRASIK, Z. et al. Effect of non-meat proteins on hydration and textural properties of pork meat gels enhanced with microbial transglutaminase. **Food Science and Technology**, London, v. 39, n. 1, p. 34-38, Apr. 2006.

PIETRASIK, Z.; LI-CHAN, E. C. Y. Response surface methodology study on the effects of salt, microbial transglutaminase and heating temperature on pork batter gel properties. **Food Research International**, Barking, v. 35, n. 1, p. 387-396, Jan. 2002.

PRABHU, G. A.; SEBRANEK, J. G. Quality characteristics of ham formulated with modified corn starch and kappa-carrageenan. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 62, n. 1, p. 1-5, 1997.

PRESTES, R. C. **Avaliação da adição de colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar em presunto cozido de peru**. 2008. 268 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

PROTEÍNAS lácteas. **Aditivos & Ingredientes**, São Paulo, n. 57, p. 30-40, jun./ago. 2008.

RAHARJO, S. et al. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 40, n. 11, p. 2182-2185, Nov. 1992.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 599 p.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos: uma estratégia seqüencial de planejamentos**. Campinas: Casa do Pão, 2005. 326 p.

ROSA, G. R. et al. Caracterização da qualidade tecnológica de apresuntado adicionado de farinha de Yacon (*Smallanthus sonchifolius*). In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 19., 2010, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2010. 1 CD-ROM.

SANTOS, B. P. **Caracterização físico-química e sensorial dos apresuntados elaborados com carne suína proveniente da raça JSR, e acrescidos dos hidrocolóides: carragena, fécula de mandioca e maltodextrina**. 2005. 112 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SILVA, J. R. O. et al. Avaliação da cor objetiva de patês elaborados com soro de leite e carnes ovina de animais adultos. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 20., 2011, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2011. 1 CD-ROM.

SILVA, L. F. et al. Aceitação sensorial de apesuntados elaborados com diferentes concentrações de soro de leite. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 23, n. 170/171, p. 494, 2009. Encarte.

SZCZESNIAK, A. S. Sensory texture profiling: historical and scientific perspectives. **Food Technology**, Oxford, v. 52, n. 8, p. 54-57, Aug. 1998.

TRINDADE, C. S. F. Produtos cárneos com baixo teor de gordura. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 12, n. 12, p. 13-18, 1998.

WURLITZER, N. J.; SILVA, A. T. Uso de farinhas de arroz como substituto de féculas de mandioca em apesuntado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 118-123, 1995.

XIONG, L. Y. Dairy proteins. In: TARTÉ, R. (Ed.). **Ingredients in meat products**. New York: Springer, 2009. p. 130-144.

YANG, A. et al. Evaluation of some binders and fat substitutes in low-fat frankfurters. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 66, n. 7, p. 1039-1046, July 2001.

YETIM, H. et al. Using fluid whey in comminuted meat products: effects on technological, chemical and sensory properties of frankfurter-type sausages. **Food Research International**, Barking, v. 34, n. 1, p. 97-101, Feb. 2001.

### **CAPÍTULO 3 Avaliação de apresentados com baixo teor de gordura elaborados com soro de leite e enriquecidos com Lactulose**

#### **RESUMO**

Este estudo avaliou a influência do uso de soro de leite adicionado com lactulose sobre as características tecnológicas e sensoriais de apresentados. Para análise sensorial foram estudados quatro formulações de apresentados: CONT – apresentado tradicional sem adição de soro de leite e lactulose; SORO – apresentado com adição de soro de leite sem lactulose; SORO/LAC1,5% - apresentado com adição de soro de leite e 1,5% de lactulose e SORO/LAC3% - apresentado com adição de soro de leite e 3% de lactulose. Nas análises de cor e textura objetiva foram elaborados mais duas formulações contendo 1% de lactulose (SORO/LAC1%) e 4% de lactulose (SORO/LAC4%). Para a avaliação sensorial, foi conduzido um teste de aceitação por comparação múltipla e um segundo teste por método de rede *check-all-that-apply* (CATA), sendo avaliado por Análise de Componentes Principais (PCA) e Análise de Fatores Paralelos (PARAFAC). As amostras apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) ao controle quanto às notas obtidas na escala hedônica de 9 pontos, e estiveram situadas entre nenhuma diferença e diferença muito ligeira. Quanto às características listadas na PCA, o primeiro componente principal, correlacionou pouco sal e sabor adocicado ao tratamento SORO/LAC 1,5%; e sabor característico de apresentado, macio e sabor residual amargo ao tratamento SORO. Foi confirmado (PARAFAC) a preferência dos consumidores pelos tratamentos SORO/LAC3,0% e SORO em relação aos atributos textura, sabor e aroma. A adição de soro de leite enriquecido com lactulose não interferiu significativamente ( $P > 0,05$ ) na composição centesimal, atividade de água, pH, índice de TBARs, perda por cocção (PPC), perda por reaquecimento (PPR) e perda por ciclo de congelamento (PCC). Em relação ao CONT, a adição de soro de leite reduziu as perdas de exsudação por pressão (PEX), não diferindo dos tratamentos contendo lactulose. Para sinerese, não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) da amostra CONT para SORO, porém os tratamentos adicionados de lactulose apresentaram menores valores. A adição de soro de leite aumentou os valores de luminosidade ( $L^*$ ) e tonalidade ( $h^*$ ) das amostras, mas não afetou ( $P > 0,05$ ) a saturação ( $C^*$ ). Com a adição crescente de lactulose na formulação, os valores de  $L^*$  e  $h^*$  reduziram, enquanto os valores de  $C^*$  aumentaram ligeiramente, assim como a dureza e mastigabilidade, com valores reduzidos para a flexibilidade das amostras.

Palavras-chave: Soro de leite. Lactulose. Apresentado.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the influence of the use of whey added by lactulose on technological and sensory characteristics of cooked ham. For the sensorial analysis, four cooked ham formulas were studied: CONT – traditional cooked ham without the addition of whey or lactulose; SORO – cooked ham with the addition of whey without lactulose; SORO/LAC1.5% - cooked ham with the addition of whey and 1,5% lactulose and SORO/LAC3% - cooked ham with the addition of whey and 3% lactulose. In the analyses of objective coloring and texture, two more formulas were elaborated containing 1% lactulose (SORO/LAC1%) and 4% lactulose (SORO/LAC4%). For the sensorial evaluation, an acceptance by multiple comparison test and a *check-all-that-apply* (CATA) network test, were conducted, evaluated by Principal Component Analysis (PCA) and Parallel Factor Analysis (PARAFAC). The samples presented significant ( $P < 0.05$ ) difference to the control in relation to the grades obtained in the 9 point hedonic scale, and were situated between no difference and very slight difference. In relation to the characteristics listed in PCA, the first principal component correlated little salt and sweet taste to the SORO/LAC1.5% treatment; and a characteristic cooked ham flavor, soft and bitter residual taste to the SORO treatment. The second principal component correlated the term pale coloring to the CONT treatment. With the PARAFAC analysis, consumer preference to the SORO/LAC3.0% and SORO treatments was confirmed in relation to texture, taste and aroma. In relation to the technological characteristics, the addition of whey improved by lactulose did not interfere significantly ( $P > 0.05$ ) in centesimal composition, water activity, pH, TBARs index, loss by cooking (LBC), loss by reheating (LBR) and loss by freezing cycle (LFC). In relation to CONT, the addition of whey reduced the loss of exudation by pressure (LEX), and did not differ from the treatments containing lactulose. For syneresis, there was no significant ( $P > 0.05$ ) difference from the CONT sample to the SORO sample. However, the treatments added of lactulose presented smaller values. The addition of whey increased the values of luminosity ( $L^*$ ) and tonality ( $h^*$ ) of the samples but did not affect ( $P > 0.05$ ) saturation ( $C^*$ ). With the increasing addition of lactulose to the formula,  $L^*$  and  $h^*$  values of the samples decreased, while  $C^*$  values slightly increased. The addition of whey enriched by lactulose (1.5% and 3.0%) favored technological characteristics of cooked ham, besides meeting the sensorial characteristics desired by consumers.

Key-words: Whey. Lactulose. Cooked ham.

## 1 INTRODUÇÃO

Várias pesquisas têm sido conduzidas em diversos países com o intuito de criar opções para a utilização de co-produtos, como o soro de leite, evitando-se assim que funcione como agente de poluição ambiental, devido à sua alta demanda biológica de oxigênio (DBO). Poucos trabalhos avaliam os efeitos da adição direta do soro de leite na qualidade sensorial de produtos cárneos (DUTRA et al., 2012; MARRIOT et al., 1998; YETIM et al., 2001). Visto que o soro de leite tem sido utilizado em diversos produtos na indústria de alimentos com benefícios tecnológicos e nutricionais devido à composição de suas proteínas exercerem funções que vão desde a influencia benéfica na função digestiva à sua atividade anti-cancerígena (MCINTOSH et al., 1996).

Dutra et al. (2012) substituíram a água de formulação de apesuntados por soro de leite líquido e pasteurizado, e observaram boa aceitação sensorial e nenhuma interferência na impressão global de seus produtos. Apenas alguns índices de cor foram afetados e não foram observadas diferenças significativas para perda de peso (cozimento, refrigeração, reaquecimento e ciclo de congelamento) e para textura objetiva dos apesuntados.

A utilização de prebióticos e probióticos na indústria de carnes é promissora, mas há necessidade de estudos mais aprofundados nesta área quanto aos efeitos tecnológicos e sensoriais, assim como a quantidade a ser consumido (MACEDO, 2005). Segundo Angelis e Barcelos (2003), um composto funcional ou bioativo para exercer ação prolongada na saúde, deverá ser ingerido com frequência e ser biodisponível ao organismo. A lactulose é um carboidrato que apresenta efeitos benéficos no trato gastrointestinal e deve ser consumida diariamente através de Fontes lácteas para o tratamento da constipação e outras desordens intestinais (RAMOS, 2010; ZENTEC et al., 2002).

A lactulose (4-*O*- $\beta$ -D-galactopiranosil-D-frutose) é ingrediente funcional que pode ser obtido a partir do soro de leite. Ela é um isômero da lactose, não metabolizada e nem absorvida no intestino delgado, estando disponível para as bactérias no intestino grosso onde é metabolizada por inúmeros microrganismos, incluindo bifidobactérias. Esse oligossacarídeo é utilizado como suplemento alimentar, devido aos benefícios provenientes do aumento da população de bifidobactéria no cólon (TAMURA et al., 1993).

A lactulose é considerada fibra alimentar pela ANVISA, podendo ser usada como ingrediente na elaboração de produtos com apelo funcional (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA, 2005). Entretanto, para que o produto seja considerado “Fonte” é necessário uma quantidade mínima de 3 g/100g enquanto que para a alegação de “alto teor” o produto deve conter quantidades maiores que 6 g/100g (BRASIL, 1998).

Embora o processo de obtenção da lactulose em sua forma pura seja um tanto quanto complexo, “xaropes” ricos em lactulose, podem ser obtidos de forma relativamente simples e mais facilmente encontrados e comercializados. No entanto, além da lactulose, estes xaropes contêm outros carboidratos (galactose, lactose e outros açúcares) que podem modificar a textura do produto ao atuarem como agentes ligantes. Segundo Ramos e Gomide (2007), características como cor objetiva e textura objetiva são importantes parâmetros de qualidade ao se avaliar produtos reestruturados, uma vez que contribuem para a sua qualidade durante o ato de degustação, determinando a aceitabilidade e satisfação do consumidor.

Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito da utilização de soro de leite enriquecido com xarope de lactulose, sobre as características tecnológicas e sensoriais dos produtos acabados.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Carnes e Derivados e no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O projeto foi antecipadamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos, com o número: 0002.0.461.000-11, em 16 de julho de 2011.

### **2.1 Delineamento experimental**

O experimento, com três repetições, foi conduzido segundo o delineamento inteiramente casualizado (DIC) para verificar as características de qualidade de apresuntados elaborados com soro de leite e adicionados de lactulose em diferentes concentrações.

Foram elaborados apresuntados em que toda água de formulação foi substituída por soro de leite, sendo este acrescido por diferentes concentrações de lactulose de forma a conter no produto final: 0; 1,5 e 3 g lactulose/100 g apresuntado, este último podendo ser rotulado como “Fonte de lactulose”. Apenas para avaliação da cor e textura objetiva, também foram elaborados apresuntados contendo 1 e 4 g lactulose/100 g apresuntado.

Além dos tratamentos contendo soro de leite, também foram elaborados apresuntados controle.

#### **2.1.1 Formulação dos apresuntados com soro de leite e lactulose**

Foi utilizado o soro líquido fresco proveniente da fabricação de queijo Minas Frescal, adquirido da Cooperativa Agropecuária Alto Rio Grande (CAARG), no município de Lavras-MG, pasteurizado lentamente (65 °C por 30

minutos) resfriado (4 °C) e levado, em caixas térmicas, para o Laboratório de Tecnologia de Leites no Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) onde foi caracterizado quanto ao teor de gordura (%), proteína (%), lactose (%), pH, densidade ( $\text{g/mL}^{-1}$ ) e acidez titulável (°D) em aparelho Lactoscan® (Ultrasonic Milkalyzer) e imediatamente utilizado na elaboração dos produtos. Para a acidez titulável (°D) a mesma foi convertida para mg Ácido láctico/L.

Para enriquecer o soro de leite, nas concentrações de cada tratamento, foi utilizado xarope de lactulose Farlac (Farmasa, São Paulo, SP), adquirido no comércio local, que continha 667 mg de lactulose/mL.

Os apresentados foram elaborados segundo formulação (Tabela 1) descrita por Dutra et al. (2012), sendo a água da formulação substituída por soro de leite, com diferentes concentrações de xarope de lactulose, de acordo com os tratamentos previamente descritos.

Tabela 1 Formulação básica para elaboração de apresuntados

<b>Matéria-Prima</b>	<b>Quantidade (%)</b>
Carne de pernil suíno	37,7
Carne da paleta suína	16,4
Água/Soro de leite	37,7
Sal refinado	1,0
SUPRO 500E* (isolado protéico de soja)	1,0
Rendmax 208 (mix contendo fosfato, nitrito/nitrato, e ascorbato/isoascorbato)	1,7
E-max* (maltodextrina)	1,1
CEAMGEL M-920* (carragena)	0,5
Amido de mandioca	2,0
Max Sabor 207* (glutamato monosódico)	0,3
Condimento Presunto Califórnia*	0,5
Corante carmim*	0,1

\* New Max Industrial Ltd. (Americana, SP, Brasil)

As carnes refrigeradas (4 °C) foram limpas para a remoção de tecido conectivo, excesso de gordura, hematomas e cartilagens e moídas em disco de 14 mm. A massa obtida foi transferida para a misturadeira (M61 total inox NR12 – C.A.F. ®), onde os ingredientes secos, exceto amido de mandioca e o isolado protéico de soja (IPS), foram incorporados, e misturada por 10 minutos. A seguir, o IPS (SUPRO 500E) e o soro com xarope de lactulose foram adicionados e a massa misturada por mais 15 minutos. A massa obtida foi mantida por 12 a 15 horas, em câmara fria (4 °C), para o processo de cura.

Após a cura, a massa foi novamente transferida para a misturadeira e adicionado o amido de mandioca, sendo procedida a mistura por 10 minutos para completa homogeneização. Ao término da mistura, a massa foi então dividida em porções de 900-1000 g, embalada a vácuo, em filme flexível de nylon-polietileno, e enformada em forma metálica de 1 kg.

Após a enformagem, os apresuntados foram imersos em tacho com água aquecida, e cozidos segundo a seguinte programação: 60 °C/60 minutos; 70 °C/60 minutos; e 80 °C por 25 minutos, ao qual a temperatura interna do produto atingiu 73 °C (medida pela inserção de um termopar no centro do produto enformado). Após o cozimento, aplicou-se um choque térmico (resfriamento), pela imersão das formas em água fria e gelo, sendo os produtos desenformados e acondicionados, sob refrigeração (4 °C).

## **2.2 Análises físicas e físico-químicas dos apresuntados**

Em todos os tratamentos, os apresuntados foram armazenados sob refrigeração (4 °C) por 24 horas antes de serem analisados.

### **2.2.1 Perda de peso no cozimento (PPC)**

As amostras de apresuntado em duplicata, de aproximadamente 900 gramas cada, foram pesadas antes do cozimento. As peças embaladas foram resfriadas à temperatura de 4 °C, usando banho de gelo. Após 24 horas de resfriamento, as peças e as embalagens foram enxaguadas em água corrente e secas com papel absorvente para a determinação da quebra de peso e rendimento do processo, segundo Equação 1.

$$\% \text{ PPC} = (\text{PF}/\text{PI}) * 100 \quad (1)$$

em que:

%PPC = perda de peso no cozimento

PF = peso final (g)

PI = peso inicial (g)

### 2.2.2 Sinerese (SIN)

A sinerese foi determinada em quintuplicata segundo a metodologia utilizada por Prestes (2008). As amostras de apresuntado foram cortadas em cubos medindo 2 x 2 cm de aresta. Posteriormente, dez cubos foram embalados à vácuo e os pacotes armazenados sob refrigeração (4 °C) e a cada dois dias foram deixados por 2 horas a temperatura ambiente para simular condições de estresse no produto, sendo novamente retornado à geladeira. Após o período de sete dias de repetição do procedimento descrito acima, a embalagem foi aberta e os cubos secos em papel toalha e pesados. O percentual de sinerese (Equação 2) foi calculado pela diferença de peso inicial e final das amostras, em relação ao peso inicial.

$$\% \text{ SIN} = (\text{PI} - \text{PF}) / \text{PI} * 100 \quad (2)$$

em que:

%SIN = sinerese

PI = peso inicial (g)

PF = peso final (g)

### 2.2.3 Perda por exsudação (PEX)

A capacidade de retenção de água (CRA) dos produtos foi determinada pelo método de pressão (*expressive moisture*) proposto por Pietrasik e Li-Chan (2002), com modificações. Amostras de 22 mm de diâmetro e 15 mm de altura foram obtidas, pesadas e colocadas entre dois papeis de filtro, previamente secos em estufa a 105 °C por 24 horas e deixados em aparelho dessecador de vidro (diâmetro 240 mm). Com a ajuda de um texturômetro, as amostras foram

pressionadas uniaxialmente, a uma velocidade de 60 mm/minuto, até 30% de sua altura original. Depois da prensagem, as amostras foram retiradas do papel de filtro e novamente pesadas, sendo calculado o percentual de água perdida (Equação 3):

$$\% \text{ EXP} = (\text{PI} - \text{PF}) / \text{PI} * 100 \quad (3)$$

em que:

%EXP = exsudação por pressão (*expressive moisture*)

PI = peso inicial (g)

PF = peso final (g)

#### **2.2.4 Perda de peso no ciclo de congelamento (PCC)**

A análise de perda de água por ciclos de congelamento (PCC) foi realizada em duplicata e, em três ciclos segundo metodologia descrita por Lee et al. (1980), com algumas modificações. As amostras foram cortadas em tamanhos uniformes de, aproximadamente, 60 x 60 x 10 mm, que foram antecipadamente divididas em 4 pedaços. As amostras foram pesadas e embaladas individualmente em pacotes plásticos, e levadas ao congelamento (-18 °C). Após 24 horas de congelamento as peças foram descongeladas em temperatura ambiente por 4 horas, e um dos pedaços desembalados e enrolados em papel de filtro de 15 cm x 15 cm, previamente secos em estufa a 105 °C por 24 horas. Posteriormente, as amostras foram colocadas entre duas placas de vidro e prensadas, utilizando um peso padrão de 2,0 kg, por 5 minutos. Após a prensagem, as amostras foram retiradas do papel de filtro e novamente pesadas, sendo calculado o percentual de água perdida (Equação 4):

$$\% \text{ PCC} = (\text{PI} - \text{PF}) / \text{PI} * 100 \quad (4)$$

em que:

%PCC = percentagem de perda por ciclo de congelamento

PI = peso inicial (g)

PF = peso final (g)

### **2.2.5 Perda de peso por reaquecimento (PPR)**

A perda de peso por reaquecimento (PPR) foi em duplicata baseada na metodologia proposta por Hachmeister e Herald (1998), com modificações. As amostras foram cortadas em tamanhos uniformes de 20 x 20 x 60 mm, pesadas e em seguida, imersas em, aproximadamente, 300 mL de água em ebulição e mantidas em vidro destampado por 6 minutos. Posteriormente, as amostras foram escorridas em papel toalha e colocadas sob refrigeração por 6 minutos. O percentual de perda por reaquecimento foi obtido pela Equação 5:

$$\% \text{ PRQ} = [\text{PI} - \text{PF}] / \text{PI} \times 100 \quad (5)$$

em que:

% PRQ = %perda por reaquecimento

PF = peso final (g)

PI = peso inicial (g)

### **2.2.6 Avaliação da oxidação lipídica (TBARs)**

As análises de índice de TBARs foram realizadas nos apesuntados em dois tempos, segundo a metodologia citada por Raharjo et al. (1992), com

pequenas modificações. A primeira análise (tempo 1) foi realizada nos apresuntados, após armazenamento sob refrigeração (4 °C) por 24 horas, e a segunda análise (tempo 2) foi realizada, após 30 dias sob refrigeração (4 °C). Foram pesados 10 g de amostra, misturados a 40 mL de ácido tricloroacético 5% (TCA) e 1 mL de BHT (1,5 g BHT/100g lipídeo), sendo esta solução filtrada em papel de filtro e o volume completado para 50 mL. Uma alíquota de 2mL do filtrado foi acrescentado de 2 mL de solução de TBA 0,08 M e aquecido em banho-maria fervente por exatos 5 minutos. Depois de resfriado à temperatura ambiente, a absorvância da amostra obtida foi lida em aparelho espectrofotômetro (Femto modelo 800 XI) a 532 nm.

Os valores foram expressos em miligramas de malonaldeído por quilograma de amostra (mg de malonaldeído/kg), por meio do seguinte cálculo: valor da absorvância lida x 8,93 (fator de conversão para as leituras das absorvâncias, obtido por curva padrão de 1,1,3,3 tetraethoxipropano).

### **2.2.7 Análise do pH**

Os valores de pH foram medidos por meio de inserção de eletrodo combinado, tipo penetração (DM20-Digimed), acoplado a um potenciômetro, em cinco pontos diferentes na massa cárnea (temperatura ambiente) antes da enformagem e no produto acabado.

### **2.2.8 Determinação da atividade de água (Aa)**

A atividade de água do apresuntado foi avaliada em duplicata diretamente em aparelho específico Aqualab<sup>®</sup>, modelo CX2 (Decagon Devices Inc.), através da determinação do ponto de orvalho, seguindo-se as orientações do fabricante.

### 2.2.9 Avaliação da composição centesimal

As avaliações da composição centesimal dos apresentados foram realizadas em duplicata. Segundo metodologia oficial da Secretaria de Defesa Agropecuária (BRASIL, 1999), foram realizadas as seguintes determinações:

- a) Conteúdo de água, pelo método de estufa a 105 °C;
- b) Resíduo mineral fixo (cinzas), pelo uso de mufla a 550 °C;
- c) Proteínas, pelo método de micro-Kjeldahl, utilizando o fator de 6,25;
- d) Lipídios, pelo método do Soxhlet.

O conteúdo de carboidratos foi obtido pela diferença entre o total da amostra (100%) e os teores de proteínas, lipídeo, conteúdo de água e resíduo mineral fixo (cinzas).

### 2.2.10 Determinação da cor objetiva

A avaliação objetiva da cor final dos produtos foi realizada em colorímetro *Chroma Meters CR-300 (Konica Minolta Sensing Inc.)*. Para o cálculo dos índices de cor foi estabelecido o iluminante D<sub>65</sub>, o ângulo de 10° para o observador e o sistema de cor CIELAB.

Os índices de cor  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foram obtidos, para cada repetição, considerando-se o valor médio de seis leituras realizadas em diferentes pontos de três fatias (replicatas) de, aproximadamente, quatro centímetros de espessura (FONTES et al., 2005).

Os índices de saturação ( $C^*$ ) e ângulo de tonalidade ( $h^*$ ) foram calculados pelas seguintes fórmulas (HUNT et al., 1991):

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2};$$

$$h^* = \tan^{-1} (b^*/a^*).$$

### **2.2.11 Determinação da textura objetiva**

Cinco amostras de apesuntado (replicatas) de cada tratamento, foram analisadas, à temperatura ambiente, pelo teste de análise de perfil de textura (TPA) em um texturômetro *TA.XT2i Texture Analysis (Stable Micro System Inc.)*, conectado a um computador equipado com o programa *Texture Expert*<sup>®</sup>.

O teste de análise de perfil de textura (TPA) foi conduzido segundo Gonçalves et al. (2009). As amostras, cortadas em cubos com 1,0 cm de arestas, foram comprimidas duas vezes até 50% de seu tamanho, com um prato de compressão de 7,5 cm de diâmetro. Não houve tempo de repouso da amostra entre os dois ciclos de compressão. A curva de deformação com o tempo foi obtida a uma velocidade de compressão de 50 mm/minuto (0,83 mm/s), a partir da qual foram gerados cinco características de textura, segundo Bourne (1978) e Szczesniak (1998): dureza; coesividade; adesividade; flexibilidade e mastigabilidade.

### **2.2.12 Análise sensorial**

Aprovação no Sistema Nacional de Ética em Pesquisa (SISNEP) com o número de protocolo: CAAE - 0002.0.461.000-11.

#### **2.2.12.1 Teste de comparação múltipla**

Para verificar se haveria diferença significativa na preferência entre as amostras com adição de soro e lactulose e as sem adição, foi utilizado um teste de comparação múltipla, onde os tratamentos controle (CONT), adicionado de

soro de leite (SORO), adicionado de soro de leite + 1,5% de lactulose (SORO/LAC1,5%) e adicionado de soro de leite + 3,0% de lactulose (SORO/LAC3,0%) foram comparados com uma amostra de referência (CONT). Estes foram avaliados por setenta e cinco consumidores (33 homens e 42 mulheres) não treinados, ao qual utilizaram uma escala hedônica de sete pontos quanto aos atributos cor, sabor, textura e aspecto global.

Para a avaliação, os produtos foram desenformados e cortados no mesmo dia da análise sensorial. Os cubos de aproximadamente cinco gramas (tamanho pequeno) foram apresentados aos provadores, dispostos em copos plásticos para avaliação dos atributos sabor, textura e aspecto global. Cada bandeja com quatro amostras codificadas foram numeradas aleatoriamente com três dígitos. Além das amostras codificadas (CONT, SORO, SORO/LAC1,5% e SORO/LAC3,0%) foi oferecida também a amostra de referência que correspondia ao tratamento controle (CONT), devidamente identificada com a letra R (Figura 1).

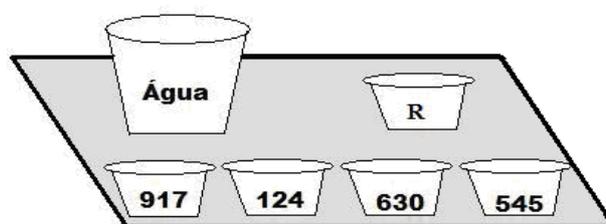


Figura 1 Esquemática da forma que as amostras foram servidas aos provadores na condução da análise sensorial pelo teste de comparação múltipla

As amostras foram avaliadas em cabines individuais iluminadas por lâmpadas vermelhas para evitar qualquer avaliação pela cor do produto. Na ficha de avaliação o provador foi solicitado a provar a amostra de referência (R) e depois cada amostra codificada, comparando-as com a de referência e marcando

na ficha (Figura 2) se a amostra provada tinha diferença muito grande, diferença moderada, ou nenhuma diferença a de referência.

<b>COMPARAÇÃO MÚLTIPLA</b>				
Você está recebendo uma amostra controle (C) e 4 amostras codificadas. Observe a amostra padrão e em seguida, observe cada uma das amostras codificadas e avalie na escala abaixo, o quanto cada amostra difere da amostra padrão em relação à cor.				
0 – Nenhuma diferença do Padrão.		Nota	Nota	Nota
1 – Diferença muito ligeira.	Amostra n <sup>o</sup>	Sabor	Textura	Aspecto global
2 – Diferença ligeira/moderada.	_____	_____	_____	_____
3 – Diferença moderada.	_____	_____	_____	_____
4 – Diferença moderada/grande.	_____	_____	_____	_____
5 – Diferença grande.	_____	_____	_____	_____
6 – Diferença muito grande.	_____	_____	_____	_____
Comentários:				

Figura 2 Ficha de avaliação para os atributos sabor, textura e aspecto global entregue aos provadores para o teste de comparação múltipla dos apresentados elaborados

Para avaliação da cor foi utilizada uma ficha de avaliação (figura 3), onde as amostras foram avaliadas posteriormente às análises de textura, sabor e aspecto global, em cabine separada, iluminada por lâmpada fluorescente, no qual foram colocadas quatro fatias, de aproximadamente doze gramas, seladas à vácuo e apresentadas de forma similar aos provadores.

<b>COMPARAÇÃO MÚLTIPLA</b>		
Você está recebendo uma amostra controle (C) e 4 amostras codificadas. Observe a amostra padrão e em seguida, observe cada uma das amostras codificadas e avalie na escala abaixo, o quanto cada amostra difere da amostra padrão em relação à cor.		
0 – Nenhuma diferença do Padrão.		Nota
1 – Diferença muito ligeira.	Amostra n <sup>o</sup>	Cor
2 – Diferença ligeira/moderada.	_____	_____
3 – Diferença moderada.		
4 – Diferença moderada/grande.	_____	_____
5 – Diferença grande.		
6 – Diferença muito grande.	_____	_____
Comentários:	_____	_____

Figura 3 Ficha de avaliação para o atributo cor entregue aos provadores para o teste de comparação múltipla dos apresentados elaborados

#### 2.2.12.2 Teste de aceitação

Foi montado previamente um painel envolvendo quinze provadores (10 mulheres e 05 homens) selecionados aleatoriamente no Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA-MG) e perguntados se gostavam e, ou tinham experiência em avaliar produtos cárneos. Foram levantados atributos (método de rede) baseada na análise descritiva quantitativa da “Checagem de Tudo o que Necessário” (CATA *Check-All-That-Apply*). A sessão ocorreu no Laboratório de Análise Sensorial em condições controláveis de temperatura (26 °C).

No dia da sessão, as amostras foram cortadas em pedaços homogêneos de cinco gramas, envolvidas em plástico filme e acondicionadas sob refrigeração (0-4 °C). Para abrir a discussão, o líder do painel perguntou a cada um dos provadores, as características que melhor descrevessem os produtos a serem avaliados, suas definições e como iriam provar cada amostra. No final os termos escolhidos para descreverem, consistiram em 13 atributos: cor rósea (CR); cor pálida (CP); brilhoso (Br); sabor adocicado (SA); sabor característico de

apresentado (SCA); sabor residual amargo (SRA); pouco salgado (PS); ideal no sal (SI); muito salgado (MS); firme (Fir); macio (Ma); succulento (Su) e borrachento (Bor).

Para realização do teste de aceitação, utilizaram-se 50 julgadores não treinados, consumidores habituais de apresentados, com idade variando entre 18 e 40 anos, sendo 30 indivíduos do sexo feminino e 20 indivíduos do sexo masculino. O teste foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

As quatro amostras de apresentado foram devidamente codificadas com números de três dígitos. As mesmas foram servidas aos julgadores de forma sequencial, em que cada julgador provou todas as amostras em ordem de apresentação aleatorizadas, para que estes pudessem avaliar o produto quanto à aparência, aroma, sabor, textura e impressão global, segundo uma escala hedônica (Figura 4) cujas notas variavam de 1 a 9, sendo: 1 – desgostei muitíssimo até 9 – gostei muitíssimo.

<b>TESTE DE ACEITAÇÃO</b>	
Avalie a amostra e indique, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou da aparência, do aroma, sabor textura e impressão global.	
Amostra n°: _____	
<b>ESCALA</b>	
9 – gostei extremamente	
8 – gostei muito	
7 – gostei moderadamente	
6 – gostei ligeiramente	
5 – nem gostei/nem desgostei	
4 – desgostei ligeiramente	
3 – desgostei moderadamente	
2 – desgostei muito	
1 – desgostei extremamente	
<b>Nota Aparência:</b> _____	<b>Nota Aroma:</b> _____
<b>Nota Sabor:</b> _____	<b>Nota Textura:</b> _____
Comentários:	

Figura 4 Ficha de avaliação entregue aos julgadores para o teste de aceitação de apresentados elaborados com soro de leite enriquecido com lactulose

Os julgadores logo após, foram convidados a assinalar os termos que descreviam as características mais apropriadas para as amostras de apresuntado (Figura 5).

<b>MÉTODO DE REDE</b>	
Assinale os termos abaixo que descrevam as características mais apropriadas para estas amostras de apresuntado.	
<input type="checkbox"/>	cor rósea (CR)
<input type="checkbox"/>	cor pálida (CP)
<input type="checkbox"/>	brilhoso (BR)
<input type="checkbox"/>	sabor adocicado (SA)
<input type="checkbox"/>	sabor característico de apresuntado (SCA)
<input type="checkbox"/>	sabor residual amargo (SRA)
<input type="checkbox"/>	pouco salgado (PS)
<input type="checkbox"/>	ideal no sal (IS)
<input type="checkbox"/>	muito salgado (MS)
<input type="checkbox"/>	firme (Fir)
<input type="checkbox"/>	macio (Ma)
<input type="checkbox"/>	suculento (Su)
<input type="checkbox"/>	borrachento (Bor)
Comentários:	

Figura 5 Ficha método de rede entregue aos provadores do painel para descrição de características mais apropriadas para os apresuntados elaborados com soro de leite enriquecido com lactulose

Após a descrição dos termos (Figura 6) os provadores do painel tomaram água, receberiam um doce, e agradecimentos por terem participado do estudo.

### 2.2.13 Análise estatística

Os dados foram avaliados pela ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey, considerando um nível de significância de 5%. Os dados das análises de cor e textura (TPA) objetiva foram analisados por regressão, sendo os modelos escolhidos de acordo com os coeficientes de regressão. Todas as

análises foram conduzidas no programa SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS INSTITUTE, 2003) e os gráficos gerados no programa Statística 5.0 (STATSOFT, 1998).

Para o teste sensorial por comparação múltipla, o delineamento foi conduzido em blocos balanceados completos, sendo cada provador considerado um bloco. Os dados foram analisados no programa SAS, utilizando a análise de variância (ANOVA) e o teste F no nível de 5% de probabilidade, tendo-se como causas de variação tratamentos e provadores. Para comparação entre médias foi utilizado o teste de Tukey, considerando 5% de significância.

Para descrever a relação existente entre as características dos tratamentos e os provadores no teste de aceitação em escala hedônica de 9 pontos, sendo: 1 – desgostei muitíssimo até 9 – gostei muitíssimo, foi realizado inicialmente a Análise dos Componentes Principais (PCA) no programa MATLAB 8.0 (*The Math Works Inc.*, Natick, MA, USA). Posteriormente, a aceitabilidade dos apesuntados elaborados com soro leite enriquecido com lactulose, foi avaliada através de Análises de Fatores Paralelos (PARAFAC) para identificar as características que melhor se aplicavam aos apesuntados formulados, em uma decomposição de 3 dimensões (tratamento x provadores x característica) para desenvolver o modelo PARAFAC que incluiu os 13 termos componentes: cor rósea (CR), cor pálida (CP), brilhoso (Br), sabor adocicado (SA), sabor característico de apesuntado (SCA), sabor residual amargo (SRA), pouco salgado (PS), ideal no sal (SI), muito salgado (MS), firme (Fir), macio (Ma), succulento (Su), borrachento (Bor), que foram exibidos em características que melhor se enquadrassem aos tratamentos avaliados: controle (CONT), soro (SORO), soro/lactulose 1,5% (SORO/LAC1,5%) e soro/lactulose 3,0% (SORO/LAC 3,0%) segundo Bro e Kiers (2003). A análise foi realizada por software MatLab (MATHWORKS, 2001).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O soro de leite utilizado no processamento dos apresentados elaborados com soro (SORO) e soro enriquecido com lactulose (SORO/LAC1,5% e SORO/LAC3,0%) foi caracterizado anteriormente, assim como o capítulo 1. A análise físico-química do soro de leite (doce) líquido, pasteurizado lentamente apresentou 0,47% de proteína, 0,24% de gordura e 3,61% de lactose, pH 6,12, densidade 1,031 g/mL, e acidez 0,1098 mg Ácido láctico/L.

#### 3.1 Avaliação da composição centesimal

Não foram observadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) para a composição centesimal dos produtos elaborados (Tabela 2).

Tabela 2 Composição centesimal (média  $\pm$  desvio padrão) de apresentados elaborados como soro de leite enriquecido com diferentes concentrações de lactulose

Trat.	Água (%)	Proteína (%)	Extrato Etéreo (%)	Cinzas (%)	Extrato não nitrogenado (%)
CONT	75,41 $\pm$ 2,60	15,79 $\pm$ 0,68	2,44 $\pm$ 0,43	4,50 $\pm$ 0,43	1,86 $\pm$ 0,59
SORO	75,68 $\pm$ 2,49	14,28 $\pm$ 0,75	1,74 $\pm$ 0,54	4,48 $\pm$ 0,10	3,82 $\pm$ 0,53
SORO/LAC1,5	73,56 $\pm$ 2,71	15,38 $\pm$ 2,12	1,91 $\pm$ 0,88	4,29 $\pm$ 0,12	4,86 $\pm$ 0,77
SORO/LAC3,0	73,44 $\pm$ 2,15	14,61 $\pm$ 1,40	1,79 $\pm$ 0,64	4,66 $\pm$ 0,08	5,50 $\pm$ 0,89
<b>Média</b>	74,52 $\pm$ 2,38	15,02 $\pm$ 1,32	1,97 $\pm$ 0,62	4,48 $\pm$ 0,24	4,01 $\pm$ 0,81

CONT = apresentado controle; SORO = apresentado elaborado com soro de leite em substituição à água; SORO/LAC1.5 = apresentado elaborado com soro de leite e enriquecido com 1,5% de lactulose; e SORO/LAC3,0% = apresentado elaborado com soro de leite e enriquecido com 3,0% de lactulose. Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos.

Os produtos obtidos possuíam baixo conteúdo de gordura, o que, segundo Brasil (1998), permite conferir a denominação de “baixo teor de gordura” (“*low fat*”), e indo ao encontro do desejo dos consumidores de ingerirem alimentos com baixos teores lipídicos e altos teores protéicos. Todos os produtos elaborados apresentaram composição proteica acima dos limites mínimos (13%) exigidos pela legislação brasileira (IN20, de 31 de julho de 2000). Os tratamentos SORO, SORO/LAC1,5% e SORO/LAC3,0% apresentaram baixos teores lipídicos e de água (máximo de 75% permitido) (BRASIL, 2000).

Assim como obtido neste estudo, Botega et al. (2009) e Yetim et al. (2001) não encontraram diferença significativa da utilização de soro de leite no conteúdo de água dos apresetados. Dutra et al. (2012) também não observaram efeitos significativos ( $P > 0,05$ ) na composição centesimal de seus apresetados elaborados com soro de leite, onde os valores foram:  $76,42 \pm 0,88\%$  para água,  $16,25 \pm 1,51\%$  para proteína,  $2,05 \pm 0,49\%$  para extrato etéreo e  $3,98 \pm 0,63$  para cinzas.

Segundo a RDC 359 (ANVISA, 2003), uma porção de apresetado (30 g) equivale a uma fatia média de 125 calorias. Devido ao baixo teor de gordura, quando calculados com os valores médios de proteína (4 calorias/g de proteína), extrato etéreo (9 calorias/g de gordura) e carboidrato (4 calorias/ g de carboidrato), respectivamente (PHILIPPI, 2008), os produtos elaborados apresentaram menor valor calórico (93,85 calorias) na porção.

Kay (1982) e Keaton (1999) adicionaram fibra em produtos alimentícios, e notaram que houve maior capacidade de reter água, diminuir a quantidade de gordura, formar emulsão, conferir textura e intensificar o sabor. Olano e Corzo (2009) utilizaram lactulose em produtos, e os mesmos apresentaram características semelhantes aos encontrados neste estudo, onde sua aplicação foi útil nas propriedades de intensificar o flavor (sabor e odor)

(PANESAR; CUMARI, 2011) favorecer a emulsão e solubilidade da mistura em água, assim como conferir propriedades nutricionais (TUNGLAND; MEIER, 2002) e funcionais (KEATON, 1999) favorecendo o desenvolvimento e formulação de novas opções saudáveis de misturas para elaboração de novos produtos (RAUD, 2008) frente às exigências da legislação.

### 3.2 Análises físicas, químicas e físico-químicas

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para os valores de pH, atividade de água (Aa), índice de TBAR (tempo 1 e 2) e perda por cozimento (PPC) entre os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3 Análise de pH, atividade de água (Aa), índice de  $\Delta$  TBAR e perda por cozimento (PPC) (%) (média  $\pm$  desvio padrão) de apresuntados elaborados como soro de leite enriquecido com diferentes concentrações de lactulose

Trat.	pH	Aa	$\Delta$ TBAR (mg MD/kg)	PPC (%)
CONT	5,89 $\pm$ 0,06	0,968 $\pm$ 0,001	0,141 $\pm$ 0,184	5,47 $\pm$ 0,40
SORO	5,74 $\pm$ 0,17	0,969 $\pm$ 0,003	0,119 $\pm$ 0,034	5,25 $\pm$ 1,27
SORO/ LAC1,5	5,77 $\pm$ 0,18	0,966 $\pm$ 0,002	0,182 $\pm$ 0,135	3,64 $\pm$ 2,74
SORO/ LAC3,0	5,77 $\pm$ 0,17	0,965 $\pm$ 0,003	0,162 $\pm$ 0,143	4,41 $\pm$ 0,20
<b>Média</b>	5,79 $\pm$ 0,14	0,967 $\pm$ 0,003	0,151 $\pm$ 0,056	4,69 $\pm$ 1,39

CONT = apresuntado controle; SORO = apresuntado elaborado com soro de leite em substituição à água; SORO/LAC1.5 = apresuntado elaborado com soro de leite enriquecido com 1,5% de lactulose; e SORO/LAC3,0% = apresuntado elaborado com soro de leite enriquecido com 3,0% de lactulose. Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos.

Segundo Pessela et al. (2003), o acréscimo de soro de leite a um produto cárneo pode implicar no aumento da disponibilidade de açúcares hidrolisáveis no meio (lactose e lactulose) e ou, no incremento de proteína e na redução da atividade de água. No entanto, esta redução não foi significativamente observada em nosso trabalho. Os valores de atividade de água (Aa) foram semelhantes aos observados por Botega et al. (2009), Pedroso e Demiate (2008) e Yetim et al. (2001). Estes autores também encontraram valores semelhantes neste estudo, para pH e perda por cocção, respectivamente.

Assim como o nosso estudo, Botega et al. (2009) e Cardoso et al. (2009) não encontraram alterações no índice de TBAR de apesuntados elaborados com soro de leite. Rosa et al. (2010), trabalhando com apesuntados não encontraram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) nos valores do índice de TBARs, no período de 24 horas (tempo 1) sob refrigeração (4 °C), e após 30 dias (tempo 2) sob mesma refrigeração.

Dutra et al. (2012) não encontraram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) na perda por cozimento, e assim como este estudo, a capacidade de reter água foi proveniente à adição de soro de leite no produto cárneo (HAYES et al., 2005). Outros resultados na redução da perda de peso por cocção, com adição de soro de leite em produtos cárneos também foram encontrados, em presunto (MARRIOTT et al., 1998) salsicha (YETIM et al., 2001) e mortadela (TERRA et al., 2009). A menor perda de peso durante a elaboração de um produto cárneo é um fator importante economicamente, e apresenta boas perspectivas tecnológicas no mercado industrial (PEDROSO; DEMIATE, 2008).

Zhang et al. (2010) adicionaram fibra em salsichas tipo frankfurters e notaram aumento na viscosidade e diminuição do pH sem influência significativa ( $P < 0,05$ ) na perda de peso por cozimento e conteúdo de proteínas.

Os efeitos da adição de soro de leite e lactulose tiveram efeito ( $P < 0,05$ ) apenas para a sinerese (SIN) e perda por exsudação (PEX), não sendo

significativos ( $P > 0,05$ ) para a perda por reaquecimento (PPR), e perda por congelamento (PCC) (Tabela 4).

Tabela 4 Análise de sinerese (SIN), perda por exsudação (PEX), perda por reaquecimento (PPR) e perda no ciclo de congelamento (PCC) (média  $\pm$  desvio padrão) de apresuntados elaborados como soro de leite enriquecido com diferentes concentrações de lactulose

<b>Trat.</b>	<b>SIN</b>	<b>PEX</b>	<b>PPR</b>	<b>PCC</b>
CONT	5,84 $\pm$ 0,34b	3,41 $\pm$ 0,82b	4,07 $\pm$ 0,64	7,57 $\pm$ 0,53
SORO	6,76 $\pm$ 0,58b	1,28 $\pm$ 0,18a	2,85 $\pm$ 0,57	7,01 $\pm$ 0,90
SORO/LAC1,5	4,35 $\pm$ 0,61a	1,23 $\pm$ 0,10a	3,41 $\pm$ 0,54	8,09 $\pm$ 1,11
SORO/LAC3,0	3,71 $\pm$ 0,56a	0,92 $\pm$ 0,16a	2,60 $\pm$ 0,24	6,04 $\pm$ 1,18
<b>Média</b>	5,16 $\pm$ 1,34	1,71 $\pm$ 1,10	3,23 $\pm$ 0,74	7,18 $\pm$ 1,14

CONT = apresuntado controle; SORO = apresuntado elaborado com soro de leite em substituição à água; SORO/LAC1.5 = apresuntado elaborado com soro de leite enriquecido com 1,5% de lactulose; e SORO/LAC3,0% = apresuntado elaborado com soro de leite enriquecido com 3,0% de lactulose. Médias seguidas por letras diferentes (a, b, c), na coluna, diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

O soro de leite na formulação de produtos cárneos tem um potencial promissor e, devido à boa capacidade das suas proteínas em ligarem água, atuando como substâncias ligadoras em produtos curados, existe a possibilidade de reduzirem a quantidade de hidrocoloides adicionados ao produto para este fim, o que além de implicar na redução do custo de elaboração dos produtos confere ao consumidor uma ideia de produto mais saudável.

Mcintosh et al. (1996) reportam que entre as propriedades das proteínas do soro de leite adicionadas em produtos cárneos, estão no aumento na viscosidade da massa, da estabilização de emulsões e geleificação – possibilitando a retenção de grande quantidade de água e outras pequenas moléculas dentro da matriz (ANTUNES et al., 2003; KORHONEN, 2002;

SAMMEL et al., 2007). Em produtos cárneos, o uso de proteínas do leite tem alto potencial, gerando aumento na capacidade de retenção da água (CRA) (HAYES et al., 2006; SZERMAN et al., 2007). Segundo Torres (2005), a quantidade de proteína do soro de leite agregada na massa cárnea é determinante na estrutura espacial do gel final, sendo uma forma de reter água no produto.

As proteínas do soro de leite Penna et al. (2002) e Phillips e Williams (2000) dissolvem ou dispersam-se em água dando um aumento da viscosidade o que pode promover a estabilização de emulsões, suspensão de partículas, controle da cristalização e inibição da sinerese no produto. Segundo Antunes (2003), a caseína do soro de leite adicionado em produtos cárneos, contribui para a emulsificação das gorduras, e como agente de ligação na emulsão, propiciando retenção de água (SIN e PEX), melhor consistência e textura ao produto cárneo.

Hayes et al. (2006) e Szerman et al. (2007) utilizaram proteínas do leite em produtos cárneos, e obtiveram aumento da capacidade de retenção de água (CRA). Terra et al. (2009) utilizaram soro fluido em substituição de até 100% da água utilizada na formulação de mortadelas, sem alterar suas características físico-químicas. Para Martins e Burkert (2009), o acréscimo de soro de leite em um produto, seja ele lácteo ou cárneo, implica no aumento da disponibilidade de lactose no meio, no incremento de proteína e na retenção de água, obtendo melhores características tecnológicas no produto acabado.

A adição crescente de oligossacarídeos, como a lactulose pode ocasionar em aumento da liga dos produtos, uma vez ser devido aos sacarídeos (glicose e galactose) e dissacarídeos (lactose) presentes no xarope, inclusive a lactulose, que apresentam propriedades de reter moléculas de água formando soluções coloidais e modificando, desse modo, a textura de um sistema (RAMOS; GOMIDE, 2007). A lactulose (4-o- $\beta$ -D-galactopiranosil-D-frutose) não é um açúcar redutor, sofre transgalactosilação formando trissacarídeos diferentes daqueles obtidos da lactose e apresenta atividade umectante (MARTINS;

BURKERT, 2009). A atividade umectante de açúcares em meio ácido, se devem aos efeitos osmóticos dos solutos no leite e à baixa atividade de água no meio (OLIVEIRA; DAMIN, 2003).

A degradação da lactulose em glicose e frutose (SARON, 2003) produz acidificação com queda do pH, uma vez que ocorre a hidrólise do açúcar seguida de fermentação. Seki e Saito (2012) dizem que a adição de lactulose tende a aumentar a termoestabilidade em condições ácidas nos produtos adicionados, como bebidas lácteas, sucos, fórmulas infantis, com ação prebiótica em produtos cárneos.

O soro de leite líquido e pasteurizado utilizado no experimento continha 0,47% de proteína e 3,61% de lactose. Dutra et al. (2012) utilizaram soro de leite contendo 0,98% de proteína e 5,53% de lactose e obteve boas características de emulsificação. Pedroso e Demiate (2008) obtiveram efeitos de dureza em amostras de produtos cárneos, onde houve interação com hidrocolídes (amido de mandioca e carragena), quando aumentou os níveis de água.

Hachmeister e Herald (1998) constataram que carboidratos podem acentuar a firmeza e outras características texturais em produtos de teores reduzidos de gordura. É percebido que essas substâncias mimetizam a cremosidade e a maciez, pela redução da gordura, e promovem a retenção da umidade, aumento no volume dos sólidos e aumento da viscosidade (FENNEMA, 1996). A adição do soro de leite com lactulose em nosso experimento formou uma interação sinérgica da lactose e lactulose hidrolisada em glicose e frutose com proteínas, melhorando o rendimento e textura nos produtos adicionados.

Assim como os resultados encontrados por Macedo (2005), Pedroso e Demiate (2008) e Prestes (2008), os resultados desse experimento foram significativos ( $P < 0,05$ ) quanto aos testes avaliando a capacidade do produto segurar água, ou seja, a combinação entre soro de leite, lactulose, foi positiva,

algo desejável quando o produto for utilizado como matéria-prima de outros pratos, como pizzas e lasanhas, onde as perdas por reaquecimento, por exsudação e congelamento podem gerar uma série de problemas como amolecimento da massa e exsudação excessiva no prato pronto.

### 3.3 Determinação da cor objetiva

Foi verificada diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para a maioria dos índices de cor nos apresuntados elaborados com e sem soro de leite (Tabela 5).

Tabela 5 Valores médios dos parâmetros luminosidade ( $L^*$ ), índice de vermelho ( $a^*$ ), índice de amarelo ( $b^*$ ), saturação ( $C^*$ ) e tonalidade ( $h^*$ ) (média  $\pm$  desvio padrão) de apresuntados controle (CONT) e elaborados com soro de leite (SORO)

Parâmetro	Tratamento		Pr>F
	CONT	SORO	
$L^*$	60,37 $\pm$ 0,13	62,07 $\pm$ 0,22	<b>0,0003</b>
$a^*$	14,39 $\pm$ 0,02	13,97 $\pm$ 0,20	<b>0,0208</b>
$b^*$	9,29 $\pm$ 0,01	9,98 $\pm$ 0,15	<b>0,0012</b>
$C^*$	17,13 $\pm$ 0,02	17,17 $\pm$ 0,24	0,7965
$h^*$	32,86 $\pm$ 0,03	35,56 $\pm$ 0,08	<b>&lt; 0,0001</b>
<i>Fading</i>	2,38 $\pm$ 0,01	2,35 $\pm$ 0,03	0,1042

CONT = apresuntado elaborado com água; SORO = apresuntado elaborado com soro de leite em substituição à água.

Dutra et al. (2012) verificaram à medida que adicionou-se soro de leite em apresuntados, encontrou valores significativos ( $P < 0,05$ ) para índice de vermelho ( $a^*$ ), saturação ( $C^*$ ) e tonalidade ( $h$ ). Esta hipótese foi suportada pela redução significativa nos valores de saturação, ao mesmo tempo em que foi observado aumento do índice de vermelho. Isto pode ocorrer devido à cor

esverdeada de aspecto claro do soro de leite que enfraquece a intensidade de cor vermelha originada a partir de pigmentos heme curados. De acordo com Ramos e Gomide (2007), o croma ( $C^*$ ) é um índice que descreve a intensidade de cor comparado a índice de cor neutra de mesmo valor.

Percebe-se que Chinait et al. (2009), ao avaliar diferentes marcas de apresuntados comerciais, reportou as seguintes variações nos valores dos índices de cor objetiva:  $L^* = 55,3$  a  $66,30$ ;  $a^* = 14,14$  a  $17,86$ ;  $b^* = 11,63$  a  $14,37$ ;  $C^* = 18,71$  a  $22,92$ ; e  $h^* = 35,68$  a  $42,32$ . Desta forma, a cor objetiva dos produtos elaborados, mesmo o apresuntado controle, não se assemelham aos produtos comerciais, apresentando valores bem inferiores para os índices de amarelo ( $b^*$ ) e tonalidade ( $h^*$ ), o que indica produtos com tonalidades mais avermelhada.

Para os produtos adicionados de soro de leite e quantidades crescentes de lactulose, foi verificado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para todos os índices de cor, sendo possível descrever estas mudanças por análise de regressão (Figuras 6, 7 e 8). Assim, as mudanças observadas com a adição de lactulose nos parâmetros de cor dos produtos elaborados podem ser consideradas negativas, mesmo com ligeiro aumento nos valores de  $a^*$ , uma vez que a redução nos valores de  $L^*$  foi considerável.

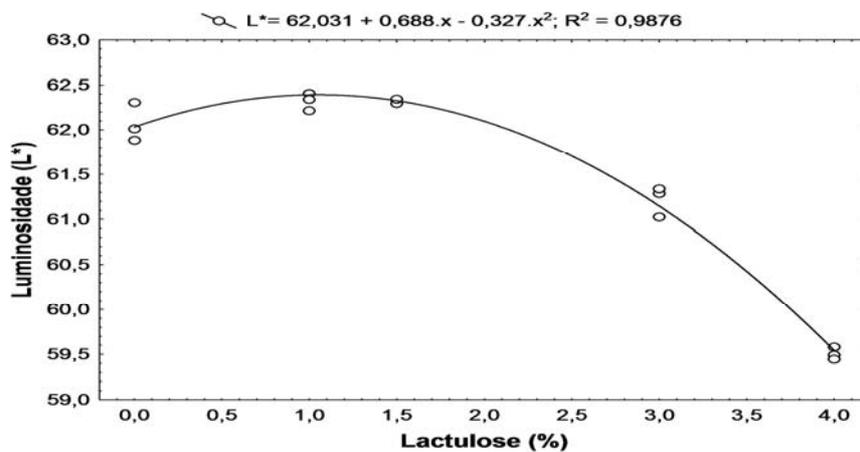


Figura 6 Efeito da adição de lactulose (%) na luminosidade (L\*) da cor de apressentados elaborados com soro de leite

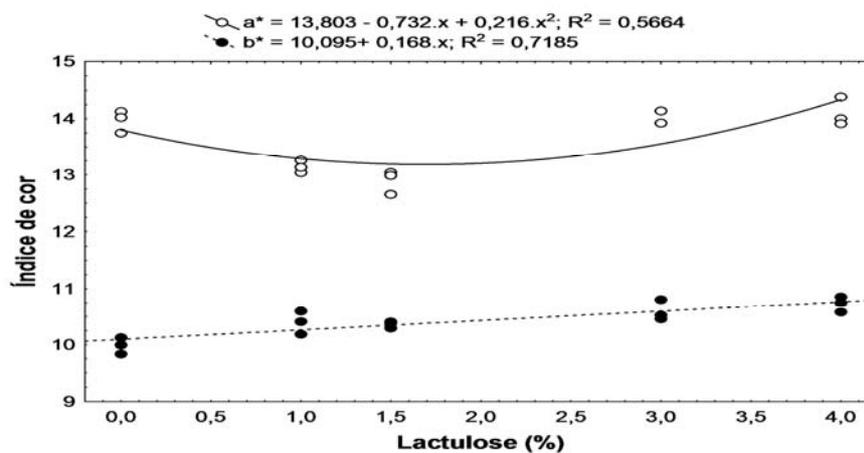


Figura 7 Efeito da adição de lactulose (%) nos índices de vermelho (a\*) e de amarelo (b\*) em apressentados elaborados com soro de leite

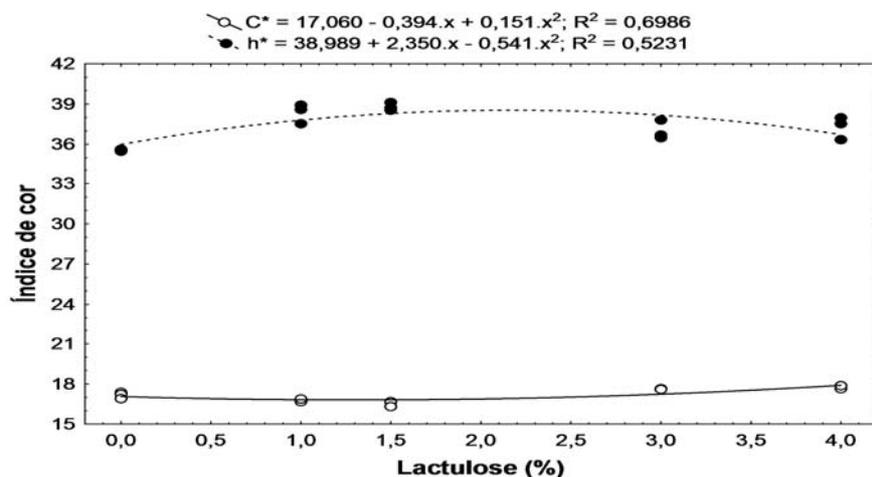


Figura 8 Efeito da adição de lactulose (%) na saturação (C\*) e tonalidade (h\*) da cor de apresuntados elaborados com soro de leite

A figura 6 mostra que o efeito da adição de lactulose (%) na luminosidade (L\*) foi observado, pois com a adição de lactulose houve decréscimo na luminosidade da cor de apresuntados elaborados com soro de leite.

A figura 7 mostra que houve mudanças nos índices de cor com a adição de lactulose (%) onde o índice de vermelho (a\*) e o índice de amarelo (b\*) aumentaram com adição de lactulose (%) nos apresuntados elaborados com soro de leite.

A figura 8 mostra que as mudanças observadas nos índices de cromaticidade (a\* e b\*) também refletiram nos valores de tonalidade (h\*) e, especialmente, da saturação (C\*) da cor. De forma geral, a adição de lactulose induziu a um escurecimento no produto (SORO/LAC1,5% e SORO/LAC3,0%), com estes apresentando tonalidade mais amarelada e de coloração mais forte. Estas alterações, em especial o escurecimento, podem ser conseqüências da formação de pigmentos escuros (melanoidinas) durante a etapa de cozimento,

oriundos da Reação de Maillard, envolvendo grupo aminas de aminoácidos, proteínas e peptídeos da carne e grupos aldeídos de açúcares redutores presentes no xarope de lactulose, como glicose, galactose, lactose e a própria lactulose (MCINTOSH et al., 1996).

Segundo Araújo (2011) e Coultate (2004), a lactose é um açúcar redutor e promove reações de escurecimento, modificando a tonalidade da cor rósea para rosa escuro em produtos cárneos. Na etapa de cozimento a formação destes pigmentos não é apenas acelerada, mas a sua intensidade também é aumentada (ARAÚJO, 2011). Segundo Macedo (2005), a influência de açúcares redutores (glicose, sacarose, lactulose) sobre a coloração do produto final pode ocorrer em pH ótimo e com aumento da temperatura de cozimento ( $> 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Além disso, as condições reductoras criadas pelo uso de lactose, glicose e frutose nos produtos cárneos influenciam a cor, pois estabilizam o ferro da mioglobina em sua forma ferrosa.

Enquanto a adição de soro (SORO) fez o produto clarear, o enriquecimento do soro com a lactulose (%) (SORO/LAC1,5% e SORO/LAC3,0%) fez o produto assemelhar à cor do controle (CONT) elaborado sem soro de leite. A diferença de cor entre os tratamentos deste estudo pode ser visualizada (Figura 9).

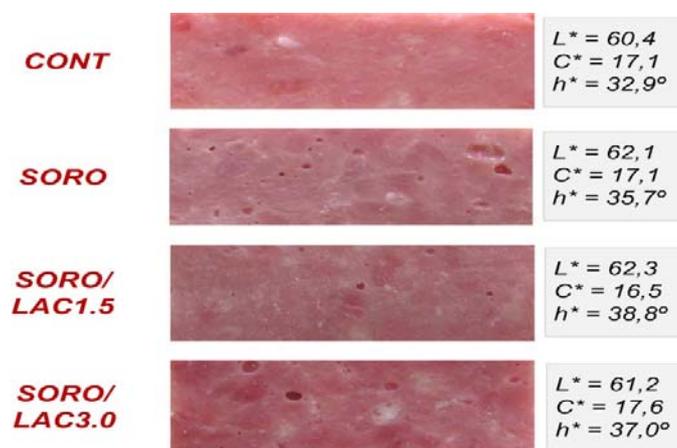


Figura 9 Efeito da adição de soro de leite (SORO) e soro enriquecido com lactulose (SORO/LAC1,5% e SORO/LAC3,0%) nos índices de cor ( $L^*$ ,  $C^*$  e  $h^*$ ) de apesuntados

### 3.4 Determinação da textura objetiva

Os efeitos da adição de soro de leite apresentou efeito significativo somente para flexibilidade nos parâmetros avaliados ( $P < 0,05$ ), não sendo significativo ( $P > 0,05$ ), portanto, considerável para a dureza, coesividade, adesividade e mastigabilidade (Tabela 6).

Tabela 6 Valores médios dos parâmetros dureza, coesividade, adesividade, flexibilidade e mastigabilidade (média  $\pm$  desvio padrão) de apresuntados controle (CONT) e elaborados com soro de leite (SORO)

Parâmetro	Tratamento		Pr>F
	CONT	SORO	
Dureza (N)	10,00 $\pm$ 0,07	18,63 $\pm$ 0,17	0,0565
Coesividade	0,71 $\pm$ 0,01	0,61 $\pm$ 0,13	0,0938
Adesividade (N.mm)	0,03 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,0995
Flexibilidade (mm)	4,66 $\pm$ 0,29	3,34 $\pm$ 1,84	<b>0,0401</b>
Mastigabilidade (N.mm)	24,81 $\pm$ 0,50	40,7 $\pm$ 3,08	0,1237

CONT = apresuntado elaborado com água; SORO = apresuntado elaborado com soro de leite em substituição à água.

Estes valores são similares aos reportados por Dutra et al. (2012) que não observaram efeito significativo ( $P < 0,05$ ) em parâmetros de textura objetiva avaliados como em nosso experimento, porém, observaram um pequeno aumento de dureza e mastigabilidade com quantidades crescentes de soro adicionado nos apresuntados. Outros autores (TERRA et al., 2009; YETIM et al., 2001; ZORBA et al., 1995) observaram que o aumento nas concentrações de soro de leite líquido na formulação de produtos cárneos, poderá aumentar a estabilidade da emulsão formada. Cardoso et al. (2009) explica que a diferença observada em parâmetros de textura, pode ser explicada pela menor presença de carragena (0,1%) usada na formulação, assim como a qualidade da carne utilizada. Assim, é possível que as alterações nos parâmetros de textura entre estes autores, o que poderia indicar uma melhoria da capacidade de corte e firmeza do produto com adições das proteínas do soro, foram mascaradas pela presença de outros aditivos e ingredientes que apresentam estas funções, como hidrocolóides (amido de mandioca e carragena).

A adição de soro de leite em quantidades crescentes de lactulose não apresentou efeito ( $P > 0,05$ ) para o *fading* ( $2,37 \pm 0,36$ ) e os atributos coesividade

( $0,718 \pm 0,007$ ) e adesividade ( $0,704 \pm 0,167$  N.mm), embora tenha afetado ( $P < 0,05$ ) os demais parâmetros (Figuras 10 e 11).

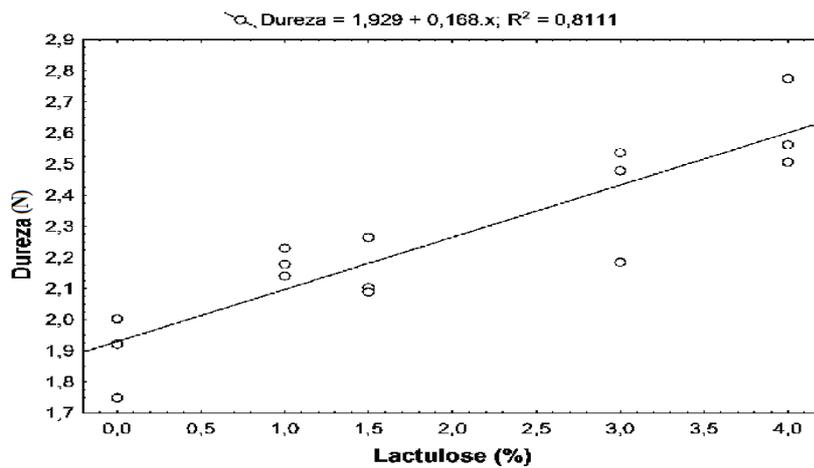


Figura 10 Efeito da adição de lactulose (%) na dureza (N) de apresuntados elaborados com soro de leite

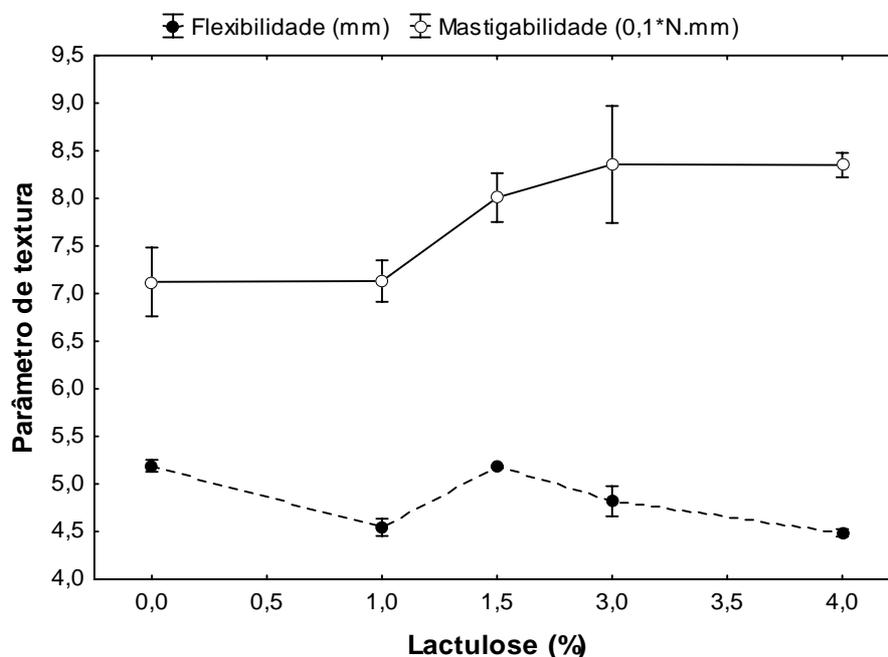


Figura 11 Efeito da adição de lactulose (%) na flexibilidade (mm) e mastigabilidade (0,1\*N.mm) de apresuntados elaborados com soro de leite. Barras verticais representam o erro padrão da média

A textura aceitável em produtos cárneos é um importante componente de qualidade (MITTAL et al., 1992). Em nosso estudo, as amostras foram cortadas em cubos com 1,0 cm de arestas, comprimidas duas vezes até 50% de seu tamanho, com um prato de compressão de 7,5 cm de diâmetro, segundo Gonçalves et al. (2009). Harnkarnsujarit et al. (2012) dizem que para misturas contendo glicose, frutose e sacarose, a força de compressão não deverá ser menor que 50%, pois na presença de açúcares, aumenta-se o peso molecular, interação com proteínas, aumentando os parâmetros de dureza do produto. Os achados de Garcia et al. (2002) corroboram com os nossos, onde a adição de mistura (3%) contendo glicose, frutose e sacarose em produto cárneo, apresentou aumento linear na dureza e coesividade do produto.

Embora a flexibilidade e mastigabilidade tenham sido linearmente afetadas pela adição de lactulose, os coeficientes de regressão foram muito baixos (0,4408 e 0,3127, respectivamente). Interessante observar que pequenas quantidades de lactulose (1 g/100 g) foram suficientes para promover um aumento na coesividade e mastigabilidade do produto, parâmetros estes que estão relacionados, de alguma forma, com a coesão das partículas da massa cárnea (RAMOS; GOMIDE, 2007).

### **3.5 Análise sensorial**

A análise sensorial foi realizada nos produtos controle (CONT) - apresuntado elaborado com água; soro (SORO) – apresuntado elaborado com soro de leite em substituição à água; e nos produtos com soro de leite e quantidades crescentes de lactulose (SORO/LAC 1,5% e SORO/LAC3,0%).

#### **3.5.1 Análise sensorial por comparação múltipla**

Os tratamentos diferiram significativamente ( $P < 0,05$ ) quanto aos atributos cor, sabor, textura e aspecto global, avaliados pelos provadores no teste de comparação múltipla (Tabela 23).

Tabela 7 Escores médios dos atributos sensoriais de apresuntados elaborados com soro de leite enriquecido com diferentes concentrações de lactulose, no teste de comparação múltipla

<b>Trat.</b>	<b>Cor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Aspecto global</b>
CONT	3,00 ± 1,79c	1,40 ± 1,33a	1,52 ± 1,40a	1,58 ± 1,33a
SORO	1,46 ± 1,38b	2,10 ± 1,33b	2,22 ± 1,58b	2,05 ± 1,47b
SORO/LAC1,5	1,85 ± 1,38b	2,22 ± 1,55b	1,80 ± 1,51ab	1,88 ± 1,37ab
SORO/LAC3,0	0,96 ± 1,03 <sup>a</sup>	2,28 ± 1,46b	2,05 ± 1,63b	2,04 ± 1,52b

Notas em relação ao padrão (apresuntado elaborado com água): 0 – Nenhuma diferença do padrão; e 6 – diferença muito grande.

CONT = apresuntado elaborado com água; SORO = apresuntado elaborado com soro de leite em substituição à água; SORO/LAC1.5 = apresuntado elaborado com soro de leite e contendo 1,5% de lactulose; e SORO/LAC3,0% = apresuntado elaborado com soro de leite e contendo 3,0% de lactulose.

Médias seguidas por letras diferentes (a, b, c), na coluna, diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

De um modo geral, as notas médias das amostras situaram-se na escala hedônica entre 1 (diferença muito ligeira) e 3 (diferença moderada), apresentando baixa diferença ao controle. Os escores para os atributos sensoriais avaliados (cor, sabor, textura e aspecto global) apresentaram-se com variações já esperadas.

Pode-se perceber que para o atributo cor, houve diferença significativa entre os tratamentos ( $p \leq 0,05$ ) CONT e SORO/LAC3,0%, onde a maior adição de lactulose apresentou nota na escala hedônica próxima a 1 (diferença muito ligeira), enquanto os tratamentos SORO/LAC1,5% e SORO não apresentaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre si e tiveram suas notas na escala hedônica entre 1 (diferença muito ligeira) e 2 (diferença muito ligeira/ moderada), isto também para outros atributos, como sabor, textura e aspecto global. O tratamento CONT apresentou nota na escala hedônica 3 (diferença moderada), o que não é esperado, visto que a amostra CONT é a de referência. Esta

inconsistência pode ser explicada por ter se trabalhado com provadores não treinados. Minim et al. (2012) relatam que a utilização de análises descritivas, reportando os atributos cor, sabor, textura e impressão global em produtos, poderá ser mais aceita quando utilizados provadores treinados.

O aumento da concentração de lactulose SORO/LAC1,5% para SORO/LAC3,0% não apresentou notas na escala hedônica que se diferiu significativamente ( $P>0,05$ ) ao tratamento SORO para cor, sabor, textura e aspecto global, entretanto, a maior concentração de lactulose (SORO/LAC3,0%) fez com que o provador notasse diferença de cor. Conforme análises já referidas neste experimento, a adição de lactulose induziu a um escurecimento (Figuras 19 a 22) e endurecimento (Figura 23) nos produtos, respectivamente, com estes apresentando tonalidade mais amarelada, coloração mais forte e maior retenção de água (Tabela 20), o que pode ter influenciado na textura.

Para Uguz et al. (2011), o nível de sal influenciou na formação da cor objetiva em produtos cárneos, Guàrdia et al. (2010) corroboram com este autor, onde as características que levam o provador a perceber o sabor e a textura, poderão ser dependentes da quantidade de sal adicionada em produtos curados.

Dutra et al. (2012) não encontraram diferença significativa ( $P>0,05$ ) na análise sensorial de apresuntados elaborados com 100% de soro de leite em substituição da água de formulação; Yetim et al. (2001) não encontraram diferença significativa nos atributos de cor representados pelos valores  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . Terra et al. (2009), ao substituírem água por soro de leite também não encontraram alteração de forma significativa na coloração e análise sensorial de mortadela.

Quanto ao sabor, foi percebido que a adição de soro juntamente a uma maior concentração de lactulose implicou em uma nota na escala hedônica igual a 2 (diferença muito ligeira/moderada), não tendo sido encontrada diferença

significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos com SORO, e os tratamentos com soro e lactulose (SORO/LAC1,5% e SORO/LAC3,0%).

Dutra et al. (2012) perceberam o desenvolvimento de sabor estranho com a adição de pequenas quantidades de soro de leite líquido no produto. Marriott et al. (1998) não encontraram diferenças ( $P > 0,05$ ) na suculência, maciez, sabor ou descoloração visual, também avaliados por uma equipe de provadores treinada. Ellekjaer et al. (1996) relataram maior desenvolvimento de sabor e viscosidade em salsichas cozidas contendo maiores teores de proteína de soro de leite. O provador não percebeu diferença significativa quanto ao sabor ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos SORO e SORO/LAC1,5% e percebe-se que melhorou características tecnológicas desejáveis como a capacidade de segurar água (SIN e PEX) no produto, e intensificar a cor, uma vez que em quantidades adequadas (RAMOS; GOMIDE, 2007).

A elaboração de produtos cárneos “*low fat*” tem apresentado algumas modificações em termos de aparência, sabor e textura, e pode tornar os produtos moles, secos ou com aspecto duro, elástico ou mesmo esfarinhentos (COLMENERO, 1996; KEETON, 1994) além de descontentar o consumidor e favorecer que o mesmo não o compre (MACEDO, 2005). Segundo alguns autores (BOTEGA et al., 2009; CHINAIT et al., 2009; RAMOS; GOMIDE, 2007), um dos problemas associados com produtos de baixo teor de gordura é referente à diminuição do sabor característico ao apresuntado.

Uma possibilidade na intensidade e realce de sabor adocicado dada pela lactulose no soro de leite em quantidades mais elevadas (SORO/LAC 3,0%) compensa as diferenças de sabor outros, como observado por Lee et al. (1980) em bolo de carne contendo soro de leite seco, porém, altera as características de cor e textura objetiva do produto final (YETIM et al., 2003).

As notas na escala hedônica para textura e aspecto global, ficaram entre 0 (nenhuma diferença ao padrão) e 1 (diferença ligeira), onde o provador não

notou muita diferença aos tratamentos padrão (CONT), soro (SORO) e soro/lactulose (SORO/LAC1,5% e SORO/LAC3,0%), respectivamente, com semelhança entre os mesmos.

### 3.5.2 Análise sensorial por aceitação

As notas dos julgadores foram tabuladas e submetidas a ANOVA (Anexo B) demonstrando que houve diferença significativa ao nível de 5% de significância entre as amostras quanto a aparência e sabor (Tabela 8). Pode-se considerar que o teste obteve alta precisão, pois o Coeficiente de Variação (CV) foi baixo, 0,00%.

Tabela 8 Escores médios dos atributos sensoriais de apresuntados elaborados com soro de leite enriquecido com diferentes concentrações de lactulose, no teste de aceitação

<b>Trat.</b>	<b>Aparência</b>	<b>Sabor</b>	<b>Aroma</b>	<b>Textura</b>
CONT	7,12 ± 1,72a	6,44 ± 1,88b	6,56 ± 1,29	6,32 ± 1,69
SORO	3,24 ± 2,07b	7,14 ± 1,32ab	6,46 ± 1,68	6,60 ± 1,71
SORO/LAC1,5	6,88 ± 1,50a	7,28 ± 1,47ab	6,62 ± 1,57	6,56 ± 1,77
SORO/LAC3,0	7,46 ± 1,21a	6,80 ± 1,37ab	6,48 ± 1,51	6,32 ± 1,65
<b>Média</b>	6,17 ± 2,37	6,91 ± 1,55	6,53 ± 1,51	6,45 ± 1,70

Notas em relação à escala hedônica com variação de 1 a 9, sendo: 1 – desgostei muitíssimo até 9 – gostei muitíssimo.

CONT = apresuntado elaborado com água; SORO = apresuntado elaborado com soro de leite em substituição à água; SORO/LAC1.5 = apresuntado elaborado com soro de leite e contendo 1,5% de lactulose; e SORO/LAC3,0% = apresuntado elaborado com soro de leite e contendo 3,0% de lactulose.

Médias seguidas por letras diferentes (a, b, c), na coluna, diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Para verificar quais os tratamentos diferenciaram entre si quanto à aparência e sabor, foi realizado um teste de Tukey para comparação de médias.

Não houve diferença perceptível a 5% de significância na aparência dos tratamentos CONT e SORO/LAC1,5% e 3,0% (notas 6 e 7 – gostei ligeiramente e moderadamente, respectivamente) porém, estas diferenciaram do tratamento SORO (nota 3 – desgostei moderadamente). A adição de soro de leite enriquecido com lactulose (1,5% e 3,0%) fez com que o provador não notasse diferença quanto à aparência, e percebe-se que enquanto a adição de soro de leite levou ao clareamento das amostras, o enriquecimento do soro de leite com lactulose fez a cor voltar ao normal, resultados estes confirmados nas análises da cor objetiva.

Válková et al. (2007) avaliaram 13 marcas de presuntos cozido comercializados na República Checa e observaram que os consumidores preferiram produtos com maior valor de luminosidade e menor participação da tonalidade vermelha. Entretanto, Scarpa et al. (2009), ao avaliaram diferentes marcas de presunto e apresuntados comercializados no Brasil, reportaram que a participação do índice de vermelho foi favorável para a aceitação dos produtos. Por outro lado, assim como observado por Válková et al. (2007), a luminosidade foi o atributo de cor que mais influenciou a aceitação do produto, sendo preferido amostras mais claras. Segundo Conti-Silva et al. (2011) e Ramos e Gomide (2007), a luminosidade é o índice que melhor prediz a intensidade visual da cor rósea.

Os tratamentos SORO e SORO/LAC1,5% não diferenciaram entre si a 5% de significância quanto às notas dadas para sabor (nota 7 – gostei moderadamente) e não foram diferentes significativamente ( $P>0,05$ ) aos tratamentos CONT e SORO/LAC3,0% (nota 6 – gostei ligeiramente) para os atributos.

Angelis e Barcelos (2003), Philippi (2008) e Sahar et al. (2009) dizem que as concentrações de lactulose podem diminuir a sensibilidade ao sal e intensificar o sabor suave e agradável. O enriquecimento do soro de leite com lactulose neste estudo mostrou que o decréscimo da sensibilidade ao sal com adição de lactulose (1,5% e 3,0%) fez que o provador apresentasse melhor aceitação e não desgostasse do produto.

O consumo em pequenas porções ao dia de apesuntados elaborados com soro de leite enriquecido com lactulose (1,5% e 3,0%) poderá potencializar os efeitos funcionais da lactulose no trato gastrointestinal e diminuir o surgimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) como hipertensão arterial e câncer de intestino, além de tratar a encefalopatia hepática e constipação intestinal.

### **3.5.2.1 Análise de componentes principais (PCA)**

A análise de componentes principais (PCA) é a base para a confecção do mapa de preferência interno (Figura 12), sendo associada à ideia de redução da massa de dados e com principal objetivo de transformar um conjunto original de variáveis em outro conjunto, os componentes principais, com a menor perda de informação possível. A PCA foi realizada com provadores selecionados e convidados a participarem do levantamento de termos descritivos. É possível identificar nesta figura, as características que melhor descreveram os produtos avaliados, ou seja, quais foram os termos descritivos que contribuíram para uma maior ou menor aceitação. Os dois componentes principais, explicaram a maior parte da variação (73,57%) das amostras contidas nos dados originais, sendo 45,63% no primeiro componente e 27,94% no segundo componente.

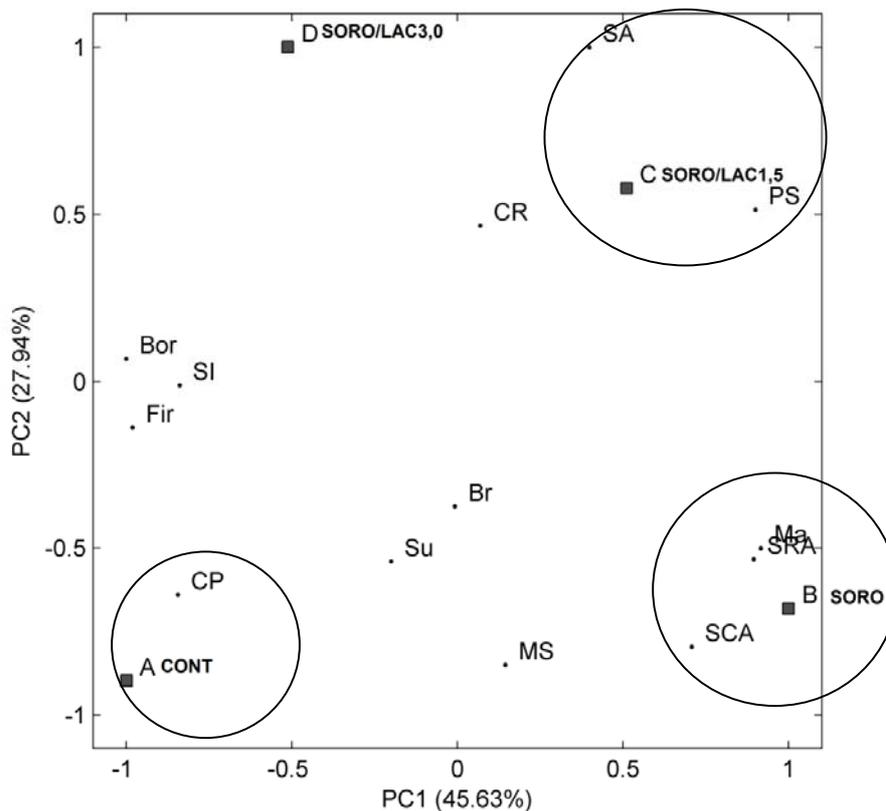


Figura 12 Análise de Componentes Principais (PCA) em Fatores Múltiplos do questionário “Checagem de Tudo o que Necessário” (CATA *Check-All-That-Apply*) com apresuntados elaborados com soro de leite enriquecido com lactulose. Cor rósea (CR); cor pálida (CP); brilhoso (Br); sabor adocicado (SA); sabor característico de apresuntado (SCA); sabor residual amargo (SRA); pouco salgado (PS); ideal no sal (SI); muito salgado (MS); firme (Fir); macio (Ma); suculento (Su) e borrachento (Bor)

O primeiro componente (PC1) correlacionou os termos: pouco sal (PS) e sabor adocicado (SA) ao tratamento lactulose (SORO/LAC1,5%); e sabor característico de apresuntado (SCA), macio (Ma) e sabor residual amargo (SRA ao tratamento soro (SORO), mostrando que o aumento da luminosidade ( $L^*$ ) intensificou a cor rósea e a mesma foi percebida pelo provador à medida que se adicionou lactulose (SORO/LAC1,5% e SORO/LAC3,0%, respectivamente). O segundo PC2 correlacionou-se ao termo: cor pálida (CP) ao tratamento (CONT), mostrando que o provador também achou que este tratamento apresentou menor tonalidade de cor, discutida na análise de cor objetiva. Romano (2001) adicionou glicose e eritorbato de sódio em apresuntados para avaliar a inibição dos efeitos causados pela fotoxidação dos pigmentos responsáveis pela cor rósea característica destes produtos, e notou efeito significativo ( $P < 0,05$ ) destes como absorvedores da cor ultravioleta no produto. Sahar et al. (2009) observaram que houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) na intensidade da cor rósea formada em carne pela reação de maillard, durante o processo de cozimento.

Segundo Poinot et al. (2011), a combinação de cor, aroma, sabor e textura poderão influenciar a percepção dos provadores durante o consumo de um produto, pois a percepção é influenciada pela somatória de atributos que levam a discriminar as diferenças nos testes aplicados. A utilização de açúcares, como a lactose em pequenas quantidades confere o desenvolvimento da cor, e confere sabor suave em produtos adicionados, atenuando o sabor do sal e de componentes de sabor amargo (PRANDL et al., 1994 citados por DAGUER; ASSIS.; BERSOT, 2010). Kulmyrzaev e Dufour (2002) dizem que a quantidade de lactulose (%) pode ser um determinante da autenticidade e qualidade de produtos adicionados e que a mesma apresenta sabor suave e adocicado.

### **3.5.2.2 Análise de fatores paralelos (PARAFAC)**

O modelo Fator Paralelo “*Parallel Factor analysis*” (PARAFAC) utilizado, explicou 73,57% da variância e apresentou valor de corcôndia de 95,63% para os fatores 1 e 2 (Figura 13). Esta análise mostrou a homogeneidade na preferência dentre os participantes. A partir da identificação dos dois fatores, permitiu representar graficamente a preferência individual de cada consumidor em relação aos produtos estudados, gerando um espaço multidimensional representado por dimensões de preferência que, explicaram a variação total das respostas hedônicas.

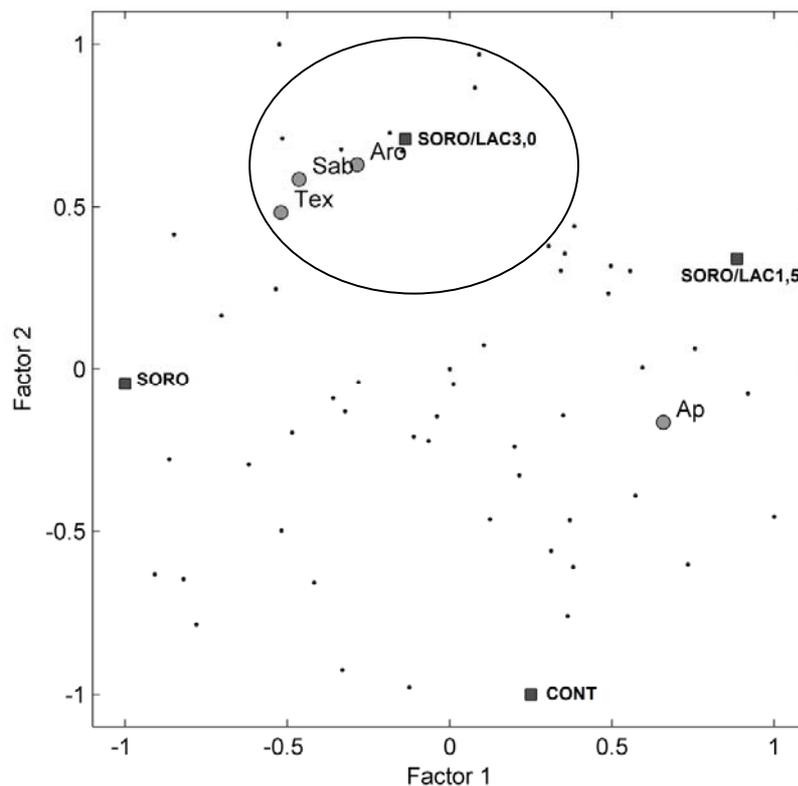


Figura 13 Análise de Fatores Paralelos (*Parallel Factor analysis* - PARAFAC), com apresentados elaborados com soro de leite e lactulose. Padrão = CONT; Soro = SORO; Soro/Lac1,5% = soro de leite e lactulose a 1,5%; Soro/Lac3,0% = soro de leite e lactulose a 3,0%; AP = aparência; Aro = aroma; Sab = sabor; Tex = textura

Após ter sido gerado o mapa de preferência interno com base somente em dados de aceitação, foi possível avaliar que os tratamentos SORO/LAC3,0% e SORO apresentaram as características melhor textura, sabor e aroma, respectivamente. Para os consumidores no fator 2, a característica que melhor exemplificou foi, a aparência, correlacionada aos tratamentos (SORO/LAC1,5%

e CONT). Isto pode ser realizado por meio da análise de correlação entre as dimensões de preferência e os dados mostrados na análise de fatores paralelos PARAFAC.

Estes resultados sugerem que ambos os fatores relacionaram os tratamentos com soro e lactulose (SORO/LAC3,0% e SORO) não diferindo significativamente ( $P > 0,05$ ) quanto à escolha pelos provadores, e relacionados às análises já realizadas, como segurar água (SIN e PEX), intensificar a cor objetiva (L\*) e reduzir hidrocoloides (amido de mandioca e carragena), devido as propriedades do soro de leite em conferir textura.

Teixeira et al. (2009) dizem que o posicionamento das amostras permite compará-las em relação aos termos descritivos. As características mais próximas entre si são mais semelhantes e as mais distantes, mais distintas. Segundo Sena et al. (2005), um valor de corcôndia superior a 90% é indicativo de adequação do modelo PARAFAC, um valor em torno de 50% indica deficiência de trilinearidade e valores próximos de zero ou negativos indicam inconsistência trilinear.

Pela análise do PARAFAC exemplificada por Nunes et al. (2011) confirmou-se a preferência dos consumidores para os tratamentos SORO/LAC3,0% e SORO, sendo estas preferidas pelos consumidores em relação aos atributos avaliados (aroma, sabor e textura), respectivamente. Os tratamentos SORO/LAC1,5% e CONT se assemelharam quanto à aparência, determinada pelos provadores.

A presença de lactulose pode acelerar a reação de escurecimento (maillard) (KULMYRZAEV; DUFOUR, 2002; SAHAR et al., 2009) no produto cárneo, uma vez que complexou com proteínas de alto valor biológico da carne e do leite, em temperaturas de cocção. Ramos (2010) disse que adição de lactulose em produtos lácteos influenciou a cor e textura do produto final e aumentou o

índice de aprovação, com maiores porcentagens de respostas entre 6 (gostei ligeiramente) e 9 (gostei extremamente).

Vários trabalhos podem ser encontrados na literatura utilizando o Mapa da Preferência em estudos com produtos cárneos como presuntos e salsichas (SERRA et al., 2007). Mathias (2008) relatou resultados semelhantes, porém, observou que o sabor também teve importante papel na preferência do consumidor para esta categoria de produto. O apresuntado preferido foi aquele de textura mais fibrosa, com sabor adocicado e com aroma característico de apresuntado. Revilla et al. (2007) dizem que a proteína caseína presente no soro de leite, eleva a capacidade de formar emulsão, segurar água e melhorar a textura do produto, o que junto a isto, atende os anseios da indústria de alimentos, e fornece qualidade nutricional e sensorial para o processo de fabricação (DUTRA et al., 2012; MINIM et al., 2012; NUNES et al., 2011).

#### 4 CONCLUSÃO

A adição de soro de leite enriquecido com diferentes concentrações de lactulose pode melhorar o valor nutricional dos produtos acabados, e ocasionar um produto com baixos teores de gordura.

Os produtos elaborados com soro de leite enriquecido com lactulose, não modificaram os parâmetros de qualidade, porém, quando aumentadas as concentrações de lactulose, houve maior retenção de água (SIN e PEX), consistência e textura ao produto cárneo, correlacionada ao escurecimento interno.

De um modo geral o provador notou que os tratamentos que receberam soro de leite e lactulose, apresentaram baixa diferença ao controle, assim como apresentou boa aceitação dos mesmos. A Análise de Componentes Principais (PCA) mostrou que os termos, pouco sal e sabor adocicado, foram correlacionados ao tratamento, soro enriquecido com lactulose 1,5%. A análise de correlação entre as dimensões de preferência e os dados mostrados na análise de fatores paralelos PARAFAC, avaliou que os fatores relacionaram os tratamentos com soro e lactulose (SORO/LAC3,0% e SORO) como melhores em textura, sabor e aroma.

Os apresuntados elaborados com soro de leite enriquecido com lactulose (1,5% e 3,0%) atenderam às características sensoriais desejadas pelos julgadores.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução nº 278/2005**, de 10 de novembro de 2005. Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/home/alimentos>>. Acesso em: 13 set. 2011.

\_\_\_\_\_. **Resolução RDC nº 359**, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico que estabelece os alimentos com alegações de propriedade funcional e ou de saúde. Brasília, 2003b. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudeflegis/anvisa/2003/anexo/anexo\\_res035923122003.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudeflegis/anvisa/2003/anexo/anexo_res035923122003.pdf)>. Acesso em: 13 set. 2011.

ANGELIS, M. C. de; BARCELOS, M. F. P. **Abordagem especial em nutrição**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2003. 45 p.

ANTUNES, A. E. C. Perfil de textura e capacidade de retenção de água de géis ácidos de concentrado proteico de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 183-189, 2003. Suplemento.

ARAÚJO, J. M. **Química de alimentos: teoria e prática**. 5. ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 601 p.

BOTEGA, L. M. G. et al. Características físico-químicas de apresuntados elaborados com diferentes concentrações de soro de leite. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HIGIENISTAS DE ALIMENTOS, 10., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2009b. 1 CD-ROM.

BOURNE, M. C. Texture profile analysis. **Food Technology**, Oxford, v. 32, n. 7, p. 62-72, 1978.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 20, de 21 de julho de 1999. Oficializa os Métodos Analíticos Físico-Químicos, para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes - Sal e Salmoura. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 27 jul. 1999. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria da Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresentado, de Fiambre, de Hambúrguer, de Kibe e de Presunto Cozido. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 149, p. 7-12, 3 ago. 2000. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 1002/1004**, de 11 de fevereiro de 1998. Regulamento Técnico de Atribuição de Função de Aditivos, e seus Limites Máximos de Uso para a Categoria 8, Carne e Produtos Cárneos. Brasília, 1998. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/especifica/aditivos\\_bk.htm](http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/especifica/aditivos_bk.htm)>. Acesso em: 10 mar. 2012.

BRO, R.; KIERS, H. A. L. A new efficient method for determining the number of components in PARAFAC models. **Journal of Chemometrics**, Chichester, v. 17, n. 12, p. 274-286, May 2003.

CARDOSO, G. P. et al. Textura objetiva de apresentados adicionados de soro de leite fluido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 5., 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL, 2009. 1 CD-ROM.

CHINAIT, T. M. N. et al. Avaliação da cor objetiva de presuntos e apresentados comerciais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 5., 2009, São Paulo. **Anais...** Campinas: ITAL, 2009. 1 CD-ROM.

COLMENERO, F. J. Technologies for developing low-fat meat products. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 7, n. 1, p. 41-48, 1996.

CONTI-SILVA, A. C. et al. Sensory acceptability of raw and extruded bovine rumen protein in processed meat products. **Meat Science**, Barking, v. 88, n. 4, p. 652-656, Aug. 2011.

COULTATE, T. P. **Alimentos: a química de seus componentes**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 368 p.

DAGUER, H.; ASSIS, M. T. Q. M.; BERSOT, L. S. Controle da utilização de ingredientes não cárneos para injeção e marinação de carnes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 9, p. 2037-2046, set. 2010.

DUTRA, M. P. et al. Technological and sensory quality of restructured low-fat cooked ham containing liquid whey. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 1, p. 1-7, jan./fev. 2012.

ELLEKJAER, M. R. et al. Milk proteins affect yield and sensory quality of cooked sausages. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, n. 3, p. 660-666, May 1996.

FENNEMA, O. R. **Food chemistry**. 3<sup>rd</sup> ed. New York: M. Decker, 1996. 823 p.

FONTES, P. R. et al. Avaliação da cor objetiva de mortadelas adicionadas de sangue tratado com monóxido de carbono e formuladas com ou sem adição de nitrito. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 3., 2005, São Pedro. **Anais...** Campinas: CTC/ITAL, 2005. 1 CD-ROM.

GARCIA, M. L. et al. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. **Meat Science**, Barking, v. 60, n. 3, p. 227-236, Mar. 2002.

GONÇALVES, C. S. et al. Estabilidade da cor objetiva de produtos curados elaborados com diferentes concentrações de soro de leite. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 23, n. 170/171, p. 505-506, 2009. Encarte.

GUÀRDIA, M. D. et al. Sensory characterization of dry-cured ham using free-choice profiling. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 21, n. 1, p. 148-155, Jan. 2010.

HACHMEISTER, K. A.; HERALD, T. J. Thermal and rheological properties and textural attributes of reduced-fat turkey batters. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 4, p. 632-638, Aug. 1998.

HARNKARNSUJARIT, N. et al. Microstructure formation of maltodextrin and sugar matrices in freeze-dried Systems. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 88, n. 2, p. 734-742, Apr. 2012.

HAYES, J. E. et al. The effect of whey protein-enriched fractions on the physical and sensory properties of frankfurters. **Meat Science**, Barking, v. 71, n. 2, p. 238-243, 2005.

HUNT, M. C. et al. Guidelines for meat color evaluation. In: ANNUAL RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 44., 1991, Manhattan. **Proceedings...** Manhattan: Kansas State University, 1991. p. 3-17.

KAY, R. M. Dietary fiber: review. **Journal of Lipid Research**, Bethesda, v. 23, n. 1, p. 1-22, Apr. 1982.

KEATON, J. **Whey protein and lactose products in processed meats**. Arlington: Dairy Export Council, 1999. 8 p.

KEETON, J. T. Low-fat meat products: technological problems with processing. **Meat Science**, Barking, v. 36, n. 1/2, p. 261-276, 1994.

KORHONEN, H. Technology option for new nutritional concepts. **International Journal of Dairy Technology**, Huntingdon, v. 55, n. 1, p. 79-88, Mar. 2002.

KULMYRZAEV, A.; DUFOUR, E. Determination of lactulose and furosine in milk using front-face fluorescence spectroscopy. **Dairy Science and Technology**, Les Ulis, v. 82, n. 21, p. 725-735, Mar. 2002.

LEE, A. et al. Whey protein concentrates in a processed meat loaf. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 45, p. 1278-1304, 1980.

MACEDO, R. E. F. **Utilização de culturas lácticas probióticas no processamento de produto cárneo fermentado**. 2005. 210 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

MARRIOT, N. G. et al. Evaluation of restructured low-fat ham containing whey. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v. 9, n. 2, p. 201-207, 1988.

MARTINS, A. R.; BURKERT, C. A. V. Galactooligosaccharides (GOS) and their prebiotic and bifidogenic effects. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 12, n. 3, p. 230-240, July/Sept. 2009.

MATHIAS, S. P. **Avaliação físico-químicas, microbiológica e sensorial de presunto submetido à tecnologia de alta pressão hidrostática**. 2008. 82 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

MATHWORKS. **MATLAB**: the language of technical computing, using MATLAB. Version 6. Natick, 2001. Software.

MCINTOSH, G. H. et al. Whey proteins as functional food ingredients? **International Dairy Journal**, Barking, v. 8, n. 5/6, p. 425-434, 1996.

MINIM, V. P. R. et al. Optimized descriptive profile: a rapid methodology for sensory description. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 24, n. 1, p. 190-200, Jan. 2012.

MITTAL, G. S. et al. Textural profile analysis test conditions for meat products. **Food Research International**, Barking, v. 25, n. 4, p. 1-4, 1992.

NUNES, C. A. et al. Evaluating consumer acceptance tests by three-way internal preference mapping obtained by parallel factor analysis (PARAFAC). **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 26, n. 2, p. 167-174, Feb. 2011.

OLANO, A.; CORZO, N. Lactulose as a food ingredient. **Journal of the Science Food and Agriculture**, London, v. 89, n. 12, p. 1987-1990, Sept. 2009.

OLIVEIRA, M. N.; DAMIN, M. R. Efeito do teor de sólidos e da concentração de sacarose na acidificação, firmeza e viabilidade de bactérias do iogurte de leite fermentado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 172-176, dez. 2003. Suplemento.

PANESAR, P. S.; KUMARI, S. Lactulose: production, purification and potential applications. **Biotechnology Advances**, New York, v. 29, n. 6, p. 940-948, Nov./Dec. 2011.

PEDROSO, R. A.; DEMIATE, I. M. Avaliação da influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 24-31, jan./mar. 2008.

PENNA, A. L. B. et al. Relation between quality and rheological properties of lactic beverages. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 49, n. 1, p. 7-13, 2001.

PESSELA, B. C. et al. The immobilization of a thermophilic  $\beta$ -galactosidase on sephabeads supports decreases product inhibition: complete hydrolysis of lactose in dairy products. **Enzyme and Microbial Technology**, Oxford, v. 33, n. 2/3, p. 199-205, 2003.

PHILIPPI, S. T. **Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição**. Barueri: Manole, 2008. 381 p.

PHILLIPS, G. O.; WILLIAMS, P. A. **Handbook of hydrocolloids**. Boca Raton: CRC, 2000. 450 p.

PIETRASIK, Z.; LI-CHAN, E. C. Y. Response surface methodology study on the effects of salt, microbial transglutaminase and heating temperature on pork batter gel properties. **Food Research International**, Barking, v. 35, n. 4, p. 387-396, 2002.

POINOT, P. et al. Use of sense masking to study sensory modalities singly: interest for the understanding of apple in-mouth perception. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 22, n. 6, p. 573-580, Sept. 2011.

PRESTES, R. C. **Avaliação da adição de colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar em presunto cozido de peru**. 2008. 133 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

RAHARJO, S. et al. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 40, n. 11, p. 2182-2185, Nov. 1992.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 599 p.

RAMOS, T. M. **Produção de xarope de lactulose a partir do soro de ricota e seu emprego em iogurte e queijo quark**. 2010. 113 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

RAUD, C. Os alimentos funcionais: a nova fronteira da indústria alimentar. **Revista Sociologia Política**, Curitiba, v. 16, n. 31, p. 85-100, nov. 2008.

REVILLA, I. et al. Proteolysis and texture of hard ewes' milk cheese during ripening as affected by somatic cell counts. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v. 74, n. 1, p. 127-136, Jan. 2007.

ROMANO, M. A. **Estabilidade da cor de apresentado de peru: efeitos do sistema de embalagem, do eritorbato de sódio e da glucose-oxidase**. 2001. 102 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

ROSA, G. R. et al. Caracterização da qualidade tecnológica de apresentado adicionado de farinha de Yacon (*Smallanthus sonchifolius*). In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 19., 2010, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2010. 1 CD-ROM.

SAHAR, A. et al. Synchronous front-face fluorescence spectroscopy coupled with parallel factors (PARAFAC) analysis to study the effects of cooking time on meat. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 74, n. 9, p. E534-E539, Nov./Dec. 2009.

SAMMEL, L. M. et al. Identifying constituents of whey protein concentrate that reduce the pink color defect in cooked ground turkey. **Meat Science**, Barking, v. 77, n. 4, p. 529-539, Aug. 2007.

SARON, M. L. G. **Aproveitamento do permeado de soro de leite bovino através da transformação da lactose em lactulose e como ingrediente para meios de culturas de bactérias probióticas**. 2003. 107 p. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SCARPA, M. B. O. et al. Caracterização de presuntos e apresentados comerciais: avaliação sensorial e instrumental da cor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 5., 2009, São Paulo. **Anais...** Campinas: ITAL, 2009. 1 CD-ROM.

SEIKI, N.; SAITO, H. Lactose as a source for lactulose and other functional lactose derivatives. **International Dairy Journal**, Barking, v. 22, n. 1, p. 110-115, Jan. 2012.

SENA, M. M. et al. Parafac: uma ferramenta quimiométrica para tratamento de dados multidimensionais. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 5, p. 910-920, set./out. 2005.

SERRA, X. et al. High pressure applied to frozen ham at different process stages: 2., effect on the sensory attributes and on the colour characteristics of dry-cured ham. **Meat Science**, Barking, v. 75, n. 1, p. 21-28, Feb. 2007.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/STAT® user's guide**. Version 9. Cary, 2003. 904 p.

STATSOFT. **Statistica for Windows**: computer program manual. Tulsa, 1998. Software.

SZCZESNIAK, A. S. Sensory texture profiling: historical and scientific perspectives. **Food Technology**, Oxford, v. 52, n. 8, p. 54-57, Aug. 1998.

SZERMAN, N. et al. Effect of whey protein concentrate and sodium chloride addition plus tumbling procedures on technological parameters, physical properties and visual appearance of sous vide cooked beef. **Meat Science**, Barking, v. 76, n. 3, p. 463-473, June 2007.

TAMURA, Y. et al. Lactulose and its application to the food and pharmaceutical industries. **Bulletin of the International Dairy Federation**, Brussels, v. 289, p. 43-53, 1993.

TEIXEIRA, L. J. Q. et al. **Ciência de alimentos, nutrição e saúde**: avanços e perspectivas. Porto Alegre: CAUFES, 2009. 301 p.

TERRA, N. T. et al. Emprego de soro de leite líquido na elaboração de mortadela. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 885-890, maio/jun. 2009.

TORRES, D. P. M. **Gelificação térmica de hidrolizados enzimáticos de proteínas do soro de leite bovino**. 2005. 99 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Bioprocessos) - Universidade do Minho, Braga, 2005.

TUNGLAND, B. C.; MEYER, D. Nondigestible oligo- and polysaccharides (Dietary Fiber): their physiology and role in human health and food. **Food Science and Food Safety**, Westport, v. 3, n. 1, p. 90-110, 2002.

UGUZ, S. et al. Effects of different salt contents on some quality characteristics during processing of dry-cured pastirma. **Journal of Food Quality**, Westport, v. 34, n. 3, p. 204-211, Mar. 2011.

VÁLKOVÁ, V. et al. Chemical, instrumental and sensory characteristics of cooked pork ham. **Meat Science**, Oxford, v. 77, n. 12, p. 608-615, Dec. 2007.

YETIM, H. et al. Using fluid whey in comminuted meat products: effects on technological, chemical and sensory properties of frankfurter-type sausages. **Food Research International**, Barking, v. 34, n. 1, p. 97-101, Feb. 2001.

ZENTEC, J. et al. Intestinal effects of mannanoligosaccharides, transgalactooligosaccharides, lactose and lactulose in dogs. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 132, n. 6, p. 1682-1684, 2002. Supplement.

ZHANG, Z. et al. Determination of lactulose in foods: a review of recent research. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 45, n. 6, p. 1081-1087, June 2010.

## CONCLUSÃO GERAL

A partir deste estudo, pode-se concluir a viabilidade do uso do soro de leite na produção de apresuntados, aproveitando este subproduto na elaboração de um produto com baixa quantidade de gordura. A adição de soro de leite em substituição a 100% da água de formulação, não interferiu na qualidade do produto, e sim permitiu reduzir ingredientes não cárneos (amido de mandioca e carragena) sem acarretar em mudanças físicas, químicas e fisico-químicas.

Os apresuntados elaborados com concentrações médias de soro de leite e enriquecido com lactulose (1,5% e 3,0%), foram mais bem aceitos pelos provadores, diferindo significativamente ( $P < 0,05$ ) das formulações com soro de leite (SORO) quanto à aparência, e não diferindo significativamente ( $P > 0,05$ ) quanto ao sabor entre as amostras e o controle. A presença do soro acarretou o clareamento das amostras, porém o enriquecimento do soro com lactulose, tornou a coloração similar ao produto controle.

Mesmo não alcançando os percentuais exigidos pela legislação brasileira, a adição de soro enriquecido com lactulose foi vantajosa nos aspectos tecnológicos e sensoriais. O enriquecimento do soro de leite com lactulose na fabricação dos produtos foi viável em quantidades inferiores ao recomendado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), pela interferência nas características tecnológicas, assim como aparência e textura, em maiores concentrações.

## ANEXOS

**ANEXO A - Análise de variância (ANOVA) dos resultados obtidos nas determinações físico, químicas e físico-químicas dos apresentados elaborados com soro de leite enriquecido com lactulose no experimento 2**

Quadro 1 Resumo da análise de variância dos valores médios de umidade, proteínas, extrato etéreo e cinzas para os tratamentos

Fonte de Variação	GL	QM			
		Água	Proteína	Extrato Etéreo	Cinzas
Tratamento	3	2,411 ns	1,603 ns	0,072 ns	0,048 ns
Resíduo	4	3,920	2,880	0,623	0,105

\* Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

ns Não-significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Quadro 2 Resumo da análise de variância dos valores médios de perda de peso por refrigeração (PPR), sinerese (SIN), perda por exsudação (PEX) e perda por ciclo de congelamento (PCC)

Fonte de Variação	GL	QM			
		Perda por reaquecimento	Sinerese	Perda por exsudação	Perda por ciclo de congelamento
Tratamento	3	0,8147ns	3,2725*	1,7145*	0,4771ns
Resíduo	4	0,2569	0,3896	0,1423	0,6093

\* Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

ns Não-significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Quadro 3 Resumo da análise de variância dos valores médios de luminosidade (L\*), índice de vermelho (a\*), índice de amarelo (b\*), saturação (C\*) e tonalidade (h)

Fonte de Variação	GL	QM				
		L*	a*	b*	C*	h
Tratamento	3	1,59*	0,882*	0,6714*	0,420*	12,90*
Resíduo	4	0,04	0,043	0,0264	0,045	0,26

\* Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

ns Não-significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Quadro 4 Resumo da análise de variância dos valores médios de dureza, coesividade, adesividade, flexibilidade e mastigabilidade

Fonte de Variação	GL	QM				
		Dureza (N)	Coesividade	Adesividade (N.mm)	Flexibilidade (mm)	Mastigabilidade (N.mm)
Tratamento	3	0,06195*	0,008285	0,000010	1,2314	6,2305
Resíduo	4	0,00133	0,008108	0,000004	1,7517	4,8870

\* Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

ns Não-significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

**ANEXO B - Análise de variância (ANOVA) dos resultados obtidos nas determinações do teste de aceitação dos apresentados elaborados com soro de leite enriquecido com lactulose no experimento 2**

Quadro 5 Resumo da análise de variância para nota aparência dos apresentados elaborados com soro de leite enriquecido com lactulose no experimento 2

<b>FV</b>	<b>Degr. of</b>	<b>Aparência Controle</b>	<b>Aparência Soro</b>	<b>Aparência Soro/Lactulose 1,5%</b>	<b>Aparência Soro/Lactulose 3,0%</b>
Intercept	1	7626,125	7626,125	2767,488	0,00
Tratamento	3	582,775*	194,258*	70,496*	0,00*
Erro	196	540,100	2,756		
Total	199	1122,875			

\* Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

ns Não-significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Quadro 6 Resumo da análise de variância para nota sabor dos apresentados elaborados com soro de leite enriquecido com lactulose no experimento 2

<b>FV</b>	<b>Degr. of</b>	<b>Sabor Controle</b>	<b>Sabor Soro</b>	<b>Sabor Soro/Lactulose 1,5%</b>	<b>Sabor Soro/Lactulose 3,0%</b>
Intercept	1	9563,445	9563,445	4088,904	0,000000
Tratamento	3	21,135*	7,045*	3,012*	0,031258*
Erro	196	458,420	2,339		
Total	199	479,555			

\* Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

ns Não-significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Quadro 7 Resumo da análise de variância para nota aroma dos apresentados elaborados com soro de leite enriquecido com lactulose no experimento 2

<b>FV</b>	<b>Degr. of</b>	<b>Aroma Controle</b>	<b>Aroma Soro</b>	<b>Aroma Soro/Lactulose 1,5%</b>	<b>Aroma Soro/Lactulose 3,0%</b>
Intercept	1	8528,180	8528,180	3673,678	0,000000
Tratamento	3	0,820	0,273	0,118	0,949610
Erro	196	455,000	2,321		
Total	199	455,820			

\* Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.  
ns Não-significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Quadro 8 Resumo da análise de variância para nota textura dos apresentados elaborados com soro de leite enriquecido com lactulose no experimento 2

<b>FV</b>	<b>Degr of</b>	<b>Textura Controle</b>	<b>Textura Soro</b>	<b>Textura Soro/Lactulose 1,5%</b>	<b>Textura Soro/Lactulose 3,0%</b>
Intercept	1	8320,500	8320,500	2840,750	0,000000
Tratamento	3	3,420	1,140	0,389	0,760896
Erro	196	574,080	2,929		
Total	199	577,500			

\* Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.  
ns Não-significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.