**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Impactos tecnológicos, sensoriais e microbiológicos da redução do
teor de sódio em salsicha**

Suzana Eri Yotsuyanagi

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência
e Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba
2014**

Suzana Eri Yotsuyanagi
Médico Veterinário

**Impactos tecnológicos, sensoriais e microbiológicos da redução do teor de
sódio em salsicha**

Orientador:
Profa. Dra. **CARMEM JOSEFINA CONTRERAS CASTILLO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestra
em Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de
Alimentos

**Piracicaba
2014**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Yotsuyanagi, Suzana Eri

Impactos tecnológicos, sensoriais e microbiológicos da redução do teor de sódio em salsicha / Suzana Eri Yotsuyanagi.- - Piracicaba, 2014.
139 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2014.

1. Redução de sódio 2. Carne mecanicamente separada de aves 3. Cloreto de potássio 5. Fosfato I. Título

CDD 664.9
Y66i

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte -O autor"

DEDICATÓRIA

Agradeço primeiro a Deus pela oportunidade de nascer em meio a um grupo de pessoas muito queridas que mantêm o verdadeiro significado da palavra FAMÍLIA, esta unidade que é meu porto seguro e que me ensinou a ser uma pessoa consciente dos meus defeitos, mas segura da minha capacidade e esforço.

Não tenho palavras para expressar o quanto sou grata por ter encontrado meu companheiro e amigo, que me transmite equilíbrio, calma e me ensinou muitos valores, obrigada Eduardo, pai do melhor presente que recebi nesta vida, Alice, e agora também de um bebezinho que está por vir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço minha orientadora, Carmen, por me ceder a oportunidade de realizar o mestrado mesmo sabendo que estaria me adaptando à minha nova rotina como mãe. Obrigada por ter confiado em mim e pela paciência que teve ao longo destes dois anos e meio de orientação.

A toda equipe do Centro de Tecnologia de Carnes/ITAL (CTC) pelo apoio, paciência e pelas valiosas lições na área profissional e de vida. Levarei este lugar na memória e no coração. A Eunice por ter me orientado no Centro, aos pesquisadores e a toda equipe de apoio pela orientação técnica e companheirismo, mesmo aqueles que já não se fazem mais presentes no meio de nós, o meu muito obrigado.

Aos pesquisadores e equipe de apoio do LAFISE/ITAL pela ajuda no planejamento, execução e interpretação da análise sensorial realizado neste projeto.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	15
1 INTRODUÇÃO	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 Consumo de sódio	21
2.2 Carne	24
2.3 Carne mecanicamente separada (CMS) de frango	25
2.4 Salsicha	27
2.5 Emulsão cárnea	30
2.6 Propriedades do cloreto de sódio em emulsão cárnea	33
2.7 Redução de sódio em produtos cárneos emulsionados	35
2.8 Uso de fosfatos para redução de sódio em produtos cárneos emulsionados.....	36
2.9 Uso de cloreto de potássio (KCl) para redução de sódio em produtos cárneos emulsionados	37
3 MATERIAL E MÉTODOS	39
3.1 Primeira etapa: emulsão cárnea em sistema modelo	40
3.2 Procedimento analítico realizado com as emulsões cárneas	45
3.3 Segunda etapa: processamento das salsichas	49
3.3.1 Salsicha	49
3.3.2 Salsicha de CMS de frango	51
3.4 Procedimento analítico realizado nas salsichas	52
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4.1 Análise das emulsões de carne	59
4.2 Avaliação das salsichas	71
4.3 Análise das emulsões de CMS	88
4.4 Avaliação das salsichas de CMS	102
5 CONCLUSÕES	119
REFERÊNCIAS	121

ANEXO	129
-------------	-----

RESUMO

Impactos tecnológicos, sensoriais e microbiológicos da redução do teor de sódio em salsicha

Os consumidores estão cada vez mais conscientes e informados sobre a relação entre ingestão de sódio e o desenvolvimento da hipertensão. Desta forma, a indústria de alimentos vem desenvolvendo numerosos produtos com baixo teor de sódio para atender às necessidades deste novo perfil de consumidores. O presente projeto estudou os impactos tecnológicos, sensoriais e microbiológicos em salsichas com teor reduzido de sódio, adicionadas de fosfato e cloreto de potássio. Foram realizadas avaliações em duas matrizes cárneas: a) com carne bovina e suína e b) de carne mecanicamente separada (CMS) de frango. Na primeira etapa foram estudadas emulsões, na qual a otimização do processo utilizou como técnica o planejamento fatorial com delineamento composto central rotacional – DCCR, baseado na Metodologia de Superfície de Resposta, sendo as variáveis independentes: fosfato, cloreto de sódio e cloreto de potássio. Esta etapa foi realizada em sistema modelo obtendo as massas em mini *cutter* com todos os ingredientes previstos para obtenção de salsicha, variando os teores de fosfato, sal (NaCl) e cloreto de potássio (KCl). Na segunda etapa os melhores níveis de fosfato e KCl foram fixados e o cloreto de sódio continuou sendo avaliado em 3 níveis (1,00%, 1,30% e 1,75%), os tratamentos foram processados em planta piloto e realizados as análises físico-químicas, tecnológicas, microbiológicas e sensoriais. Os tratamentos foram monitorados ao longo de 56 dias nos produtos embalados à vácuo e estocados à $5 \pm 2^\circ\text{C}$ em cinco períodos (1, 14, 28, 42 e 56 dias). Na emulsão de carne os melhores níveis de KCl e fosfato foram 0,85% e 0,25% respectivamente e na salsicha os tratamentos com 1,30 e 1,75% de NaCl apresentaram melhor desempenho na maioria das análises, principalmente na análise sensorial com consumidor. Já na emulsão de CMS os melhores níveis de KCl e fosfato foram 0,46% e 0,40%, respectivamente e na salsicha de CMS os tratamentos com 1,3% e 1,75% de NaCl apresentaram os melhores resultados principalmente na análise sensorial com consumidor. A redução da adição de 1,75% de NaCl para 1,3%, representa uma redução de cloreto de sódio de aproximadamente 25% e é viável do ponto de vista tecnológico, microbiológico e sensorial.

Palavras-chave: Redução de sódio; Carne mecanicamente separada de aves; Cloreto de potássio; Fosfato

ABSTRACT

Technological, sensory and microbiological impacts of reducing sodium content on sausage

Consumers are increasingly aware and informed about the relationship between sodium intake and the development of hypertension with subsequent coronary problems. Thus, the food industry has developed numerous products with low sodium content to meet the needs of this new consumer profile. This project studied the technological, sensory, and microbiological impacts on low sodium sausages, with phosphate and potassium chloride added. Evaluations were performed in two meat matrices: a) beef and pork b) mechanically recovered poultry meat (MRPM). In the first stage, emulsions were studied, in which the optimization process used the technique of factorial design with a central composite design, based on Response Surface Methodology, and the independent variables were phosphate, sodium chloride and potassium chloride. This stage was performed in a model system obtaining the mass in a mini cutter with all the ingredients to obtain sausage with varying levels of phosphate, salt (NaCl) and potassium chloride (KCl). In the second stage, the best levels of phosphate and KCl were fixed and sodium chloride remained rated at three contents (1.00 %, 1.30 %, and 1.75 %). The treatments were processed in a pilot plant and the physical/chemical, technological, microbiological, and sensorial analyses were performed. The treatments were monitored over 56 days in vacuum packaged products and stored at $5 \pm 2^{\circ}\text{C}$ in five periods (1, 14, 28, 42, and 56 days). In meat emulsion, the best contents of KCl and phosphate were 0.85% and 0.25%, respectively. In sausage, the treatments with 1.30 and 1.75% NaCl showed the best performance in most analyses, mainly in the sensory analysis. In emulsion of mechanically recovered poultry meat, the best contents of KCl and phosphate were 0.46 % and 0.40 %, respectively, and sausage MRPM treatments with 1.3% and 1.75% NaCl showed the best results mainly in the sensory analysis. The reduction of 1.75% to 1.3% of NaCl represents a reduction of about 25% of sodium chloride and is viable in terms of technological, microbiological, and sensorial aspects.

Keywords: Reducing sodium; Mechanically recovered poultry meat; Potassium chloride; Phosphate

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Superfície de resposta (a) e curvas de contorno (b) para o fator de força de cisalhamento em função da razão de NaCl e fosfato nas emulsões cárneas	70
Figura 2 - Superfície de resposta (a) e curvas de contorno (b) para o fator de força de cisalhamento em função da razão de KCl e fosfato nas emulsões cárneas	70
Figura 3 - Superfície de resposta (a) e curvas de contorno (b) para o fator de força de cisalhamento em função da razão de KCl e NaCl nas emulsões cárneas	71
Figura 4 - Faixa etária (a), frequência de consumo de salsicha (b) tipos de salsicha que consome (d) e modo de consumo da salsicha	83
Figura 5 - Superfície de resposta (a) e curvas de contorno (b) para o fator de estabilidade da emulsão em função da razão de fosfato e NaCl	94
Figura 6 - Superfície de resposta (a) e curvas de contorno (b) para o fator de estabilidade da emulsão em função da razão de fosfato e KCl	95
Figura 7 - Superfície de resposta (a) e curvas de contorno (b) para o fator de estabilidade da emulsão em função da razão de NaCl e fosfato	95
Figura 8 - Superfície de resposta para o fator força de cisalhamento em função da razão de NaCl e fosfato	101
Figura 9 - Superfície de resposta para o fator força de cisalhamento em função da razão de KCl e fosfato	101
Figura 10 - Superfície de resposta para o fator força de cisalhamento em função da razão de KCl e fosfato	101
Figura 11 - Faixa etária (a), frequência de consumo de salsicha (b) tipos de salsicha que consome (d) e modo de consumo da salsicha	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados retirados da tabela de informação nutricional (rótulo) de produtos comerciais	22
Tabela 2 - Proposta de meta de redução de sódio em salsicha pela FSA para 2010 e 2012	23
Tabela 3 - Metas de teor de sódio em miligramas a cada 100 gramas de produto cárneos	24
Tabela 4 - Propriedades físico-químicas da CMS	27
Tabela 5 - Limites de níveis de nitrito e nitrato em produtos cárneos empregados por diversos órgãos regulamentadores	30
Tabela 6 - Valores codificados e reais para as variáveis do planejamento experimental	40
Tabela 7 - Planejamento Experimental (DCCR) para três variáveis, com 6 repetições no ponto central	41
Tabela 8 - Formulação das emulsões de carne expressa em porcentagem ...	42
Tabela 9 - Formulação das emulsões de CMS expressa em porcentagem	43
Tabela 10 - Condições de operação do equipamento ICP OES para determinação de Ca, Na e K nas amostras de embutidos	47
Tabela 11 - Formulação dos tratamentos de salsicha com redução de sódio .	50
Tabela 12 - Formulação dos tratamentos de salsicha de CMS com redução de sódio	51
Tabela 13 - Características físico-químicas das matérias-primas utilizadas na elaboração das emulsões cárneas	60
Tabela 14 - Características físico-químicas das emulsões cárneas	61
Tabela 15 - Porcentagem adicionada de fosfato, NaCl e KCl e os níveis de fósforo (P), sódio (Na) e potássio (K) encontrados nas emulsões cárneas, em mg/100 gramas	62
Tabela 16 - Resultados do teste de estabilidade de emulsões cárneas elaboradas com diferentes teores adicionados de fosfato, NaCl e KCl	64

Tabela 17 - Resultados da cor objetiva das emulsões cárneas (médias e desvio-padrões)	65
Tabela 18 - Média e desvios-padrões de força de cisalhamento das emulsões cárneas	68
Tabela 19 - Coeficientes de regressão para força de cisalhamento das emulsões cárneas	69
Tabela 20 - ANOVA para a resposta de força de cisalhamento das emulsões cárneas	69
Tabela 21 - Composição centesimal e pH das matérias-primas cárneas	72
Tabela 22 - Composição centesimal dos três tratamentos de salsicha	73
Tabela 23 - Níveis de sódio, potássio e fósforo na salsicha	74
Tabela 24 - Avaliações tecnológicas das salsichas	76
Tabela 25 - Valores médios de pH e atividade de água das salsichas armazenadas a $5\pm 2^{\circ}\text{C}$	77
Tabela 26 - Força de cisalhamento (FC) e perfil de textura das salsichas	78
Tabela 27 - Médias e desvios padrão dos parâmetros L^* , a^* e b^* de cor objetiva das salsichas	80
Tabela 28 - Valores médios dos níveis de nitrito residual (mg/kg) nas salsichas durante armazenamento a $5\pm 2^{\circ}\text{C}$	81
Tabela 29 - Caracterização microbiológica das salsichas	82
Tabela 30 - Resultados obtidos na avaliação sensorial da salsicha quanto aos atributos avaliados	85
Tabela 31 - Frequências de aceitação, indiferença e rejeição obtidas na avaliação dos tratamentos de salsicha	86
Tabela 32 - Distribuição em frequência das principais características atribuídas pelos consumidores às amostras no teste de CATA (número de citações)	87
Tabela 33 - Características físico-químicas da matéria-prima carne utilizada para elaboração das emulsões cárneas do sistema de CMS	89
Tabela 34 - Composição centesimal das emulsões cárneas no sistema modelo de CMS	90

Tabela 35 - Porcentagem adicionada de fosfato, NaCl e KCl e os níveis de fósforo (P), sódio (Na) e potássio (K) encontrados nas emulsões de CMS em mg/100 gramas	91
Tabela 36 - Resultados (média e desvios-padrões) da estabilidade de emulsão	92
Tabela 37 - Coeficientes de regressão para estabilidade das emulsões cárneas de CMS	93
Tabela 38 - ANOVA para a resposta estabilidade da emulsão	94
Tabela 39 - Parâmetros de cor objetiva das emulsões cárneas de CMS elaboradas com diferentes teores de fosfato, NaCl e KCl	96
Tabela 40 - Coeficientes de regressão para o parâmetro de coloração vermelha (a^*) das emulsões cárneas de CMS	97
Tabela 41 - Força de cisalhamento (g) das emulsões cárneas de CMS elaboradas com diferentes teores de fosfato, NaCl e KCl	98
Tabela 42 - Coeficientes de regressão para força de cisalhamento das emulsões cárneas de CMS	99
Tabela 43 - ANOVA para a resposta de força de cisalhamento das emulsões cárneas de CMS	100
Tabela 44 - Características físico-químicas da carne mecanicamente separada de frango	102
Tabela 45 - Composição centesimal dos três tratamentos de salsicha de CMS	103
Tabela 46 - Níveis de sódio, potássio e fósforo na salsicha de CMS	104
Tabela 47 - Avaliações tecnológicas das salsichas de CMS	105
Tabela 48 - Valores médios de pH e atividade de água das salsichas de CMS armazenadas a $5\pm 2^{\circ}\text{C}$	106
Tabela 49 - Força de cisalhamento (FC) e TPA dos tratamentos de salsicha	107
Tabela 50 - Médias e desvios-padrões dos parâmetros L^* , a^* e b^* da cor objetiva durante o armazenamento a $5\pm 2^{\circ}\text{C}$	109
Tabela 51 - Valores médios dos níveis de nitrito residual nas salsichas de CMS armazenadas a $5\pm 2^{\circ}\text{C}$	110

Tabela 52 - Contagem microbiológica das salsichas de CMS	111
Tabela 53 - Resultados obtidos no teste para avaliação da salsicha elaborada de CMS quanto aos atributos avaliados*	113
Tabela 54 - Frequências de aceitação, indiferença e rejeição	115
Tabela 55 - Distribuição em frequência das principais características atribuídas pelos consumidores às amostras no teste de CATA (número de citações)	116

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da demanda dos consumidores mais exigentes e conscientes em busca de produtos mais saudáveis e com teores reduzidos de gordura/sódio, a indústria tem que mostrar uma enorme capacidade de inovação. Atualmente, os produtos alimentícios devem ser seguros, nutricionalmente satisfatórios, apresentar as características sensoriais requisitadas pelos consumidores e necessariamente oferecer benefícios que satisfaçam as necessidades criadas pela mudança do estilo de vida dos últimos tempos. Portanto, um alimento deve oferecer quatro elementos essenciais: saúde, sabor, segurança e conveniência (LORIENT; LINDEN, 2000).

O consumo excessivo de sódio está relacionado à hipertensão e consequentemente ao aumento do risco de acidente vascular cerebral e morte por doenças vasculares (VOLLMER et al., 2001). Além de estar relacionado a outros problemas de saúde como a osteoporose, doenças no rim, asma (SACKS et al., 2001) e câncer de estômago (DATTA; SABLANI, 2007).

Foi estabelecido que o consumo de mais de 6 g NaCl/dia/pessoa está associado com o aumento da pressão arterial com o passar da idade. Portanto, é recomendado que a quantidade total de sal (cloreto de sódio) em uma dieta seja mantida em aproximadamente 5 a 6 g/dia. Indivíduos geneticamente sensíveis ao sal e hipertensos seriam especialmente beneficiados por dietas com baixo teor de sódio, as quais devem apresentar teor de sódio entre 1 a 3 g/dia (RUUSUNEN; PUOLANNE, 2005). Sendo que o volume de sal para ser convertido para valores de sódio tem que ser dividido por 2,55 que corresponde à relação do peso molecular do sódio em cloreto de sódio.

A ingestão de sódio pela população excede as recomendações nutricionais em muitos países industrializados. No Brasil, entre 2008 e 2009, cada brasileiro consumia 1,031 kg de alimentos e 4,46 g de sódio por dia, o correspondente a 11,38 g de sal (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO, 2013).

Na França, os produtos cárneos respondem por 10% da ingestão de sódio na dieta humana, portanto é o segundo fator mais importante,

precedido somente pelos produtos de panificação (AGENCE FRANÇAISE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DES ALIMENTS, 2002).

Cotugna et al. (2013) estudou a ingestão de sódio em três grupos na cidade de Baltimore nos Estados Unidos (hipertensos, afro-americanos e pessoas com mais de 51 anos de idade), nenhum dos grupos estudados cumpria as diretrizes para a ingestão de sódio ou de potássio, o que poderia ajudar a melhorar a pressão sanguínea. Neste estudo, muitos dos alimentos consumidos foram processados a um custo relativamente baixo, que são conhecidos por serem ricos em sódio.

Deste modo, a redução do sódio nos alimentos processados e o menor consumo destes produtos ajudariam em uma ingestão diária de sódio mais adequada. Portanto, a única maneira das pessoas reduzirem a ingestão de sódio é com a cooperação da indústria de alimentos, manipuladores de alimentos (restaurantes, lanchonetes e outros estabelecimentos) e a reeducação alimentar.

O objetivo do presente trabalho foi estudar os impactos tecnológicos, sensoriais e microbiológicos da redução do teor de sódio, com adição do fosfato e cloreto de potássio na elaboração e durante a estocagem de salsichas contendo carne mecanicamente separada (CMS) em sua composição e salsichas formuladas com carne bovina e suína sem adição de CMS. Desta forma, pretende-se ampliar o conhecimento tecnológico a respeito da redução de teores de sódio contribuindo para que indústria cárnea possa disponibilizar maior número de opções de produtos saudáveis aos consumidores.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Consumo de sódio

No Brasil, o consumo de sal excede as recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS) de cinco gramas de sal por dia. Um dado interessante é o fato de haver diferenças regionais no consumo deste ingrediente no país. Um estudo baseado nos dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) realizado pela ABIA (Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação) referentes aos anos de 2008 e 2009 revelou, que a região Nordeste apresentou o maior consumo de sal (13,8 gramas *per capita*) e a região Sudeste teve o menor consumo de sal por habitante (9,7 gramas). Nesta região, a participação dos alimentos industrializados é a maior fonte de sódio em todo país representando 30% do consumo total. A salsicha comum tem uma aquisição domiciliar de 1,15 kg *per capita* por ano, sendo considerado um produto de alta contribuição na ingestão de sódio (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO, 2013).

Os americanos normalmente consomem 3400 miligramas de sódio por dia, os altos níveis de ingestão são devido ao consumo de produtos processados, alta frequência de alimentação fora de casa, consumo de refeições prontas e salgadinhos. Sendo que um a cada três americanos sofrem de hipertensão. Com o objetivo de reduzir o número de hipertensos nos Estados Unidos, o *Dietary Guidelines (DG) for Americans, 2010*, recomenda uma ingestão diária de sódio de 2300 mg para a população em geral e 1500 mg para a população que faz parte de grupos especiais (hipertensos, diabéticos, doentes renais crônicos e outras condições de risco) (USDA, 2010).

Como se pode observar na literatura científica, o consumo excessivo de sódio está relacionado com a ingestão de produtos cárneos processados, por exemplo, salsichas do tipo frankfurter que são muito consumidos nos países ocidentais, contem uma quantidade significativa de NaCl, de 2% para mais (RUUSUNEN; POULANNE, 2005).

Na Tabela 1 são apresentados os teores de sódio de algumas salsichas comercializadas no Brasil (teores declarados no rótulo). Observa-se em geral, elevados teores de sódio.

Além disso, segundo a Resolução RDC nº 360 de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003), admite-se uma tolerância de mais 20% com relação aos valores de nutrientes declarados no rótulo.

Tabela 1 - Dados retirados de tabelas de informação nutricional (rótulo) de produtos comerciais

Produto	Sódio (mg/100 g)	
	2011	2013
Salsicha Viena (Ceratti)	734	734
Salsicha (Aurora)	1072	1072
Salsicha Hot Dog (Perdigão)	1040	1040
Salsicha Hot Dog (Seara)	960	960
Salsicha Schublig (Brasaliment)	514	514
Salsicha Hot dog (Sadia)	1150	1150
Salsicha de peru Vita Light (Sadia)	1150	1000
Salsicha frango (Perdigão)	1088	1088
Média	963,50	944,65

Dados da informação nutricional de produtos comerciais – julho/2011 e março/2013.

No estudo de Paes et al. (2011), que avaliou nove marcas de salsichas embaladas à vácuo do mercado brasileiro, foram encontrados os seguintes teores de sódio 745 mg/100g, 900 mg/100g, 870 mg/100g, 1010 mg/100g, 1100 mg/100g e 1355 mg/100g.

A Tabela 2 apresenta as metas sugeridas em 2010 e 2012 para redução de sódio em salsichas pela Food Standards Agency (FSA) para legislação do Reino Unido. Comparando com a Tabela 1 e o estudo citado acima, observamos que os teores de sódio das salsichas do mercado no Brasil apresentava teores muito mais elevados que as metas sugeridas pela FSA, aproximando-se a duas vezes o limite de sódio sugerido. A agência reconhece que, a capacidade de ligação das proteínas miofibrilares (característica tecnológica) e suculência do produto são um problema quando o objetivo é a

redução de sódio em um produto emulsionado, no entanto, dados científicos do produto mostram que os níveis iguais ou inferiores a 600 mg de sódio por 100 g são realizáveis.

Observamos na Tabela 1 que alguns produtos do tipo “Hot Dog” (Salsicha Hot Dog - Seara) têm menor teor de sódio do que os denominados “Light” (Salsicha de peru Vita Light - Sadia) que apesar de sabermos que seria reduzido de gordura, passa a ideia para o consumidor de que este último produto seria mais saudável que um “Hot Dog”.

Tabela 2 - Proposta de meta de redução de sódio em salsicha pela FSA para 2010 e 2012

Produto	Meta para o ano de 2010	Meta para o ano de 2012
Salsicha	1,63 gramas de sal ou 650 mg de sódio/100 gramas de produto (máximo)	1,5 gramas de sal ou 600 mg de sódio/100 gramas de produto (máximo)

Fonte: Food Standards Agency UK. Disponível em: <http://www.food.gov.uk/multimedia/spreadsheets/salttargets20102012.xls>.

Em novembro de 2013 foi assinado um “Termo de compromisso” entre o Ministério da Saúde e algumas associações (ABIA – Associação brasileira das indústrias de alimentação, ABIQ – Associação brasileira das indústrias de queijo, ABIPECS – Associação brasileira da indústria produtora e exportadora de carne suína, SINDICARNES – Sindicato da indústria de carnes e derivados no Estado de São Paulo e UBABEF – União brasileira de avicultura). Este termo teve como objetivo realizar um pacto para estabelecer estratégias de contribuição do setor industrial de alimentos para a redução do consumo de sal pela população brasileira para menos de cinco gramas de sal por pessoa por dia até 2020, mediante a redução do teor de sódio em categorias prioritárias (laticínios, sopas e produtos cárneos) de preparações disponíveis para consumo e alimentos processados.

A Tabela 3 apresenta a relação de produtos cárneos, entre eles a salsicha, e as respectivas metas para redução dos teores de sódio a cada 100 gramas de produto. O salame foi excluído do termo por apresentar barreiras tecnológicas, segundo o documento.

Tabela 3 - Metas de teor de sódio em miligramas a cada 100 gramas de produto cárneos

Produto	Meta para 2015 *	Meta para 2017 *
Empanados ¹	690	650
Hambúrgueres ²	780	740
Linguiça cozida conservada em temperatura ambiente	1560	1500
Linguiça cozida conservada em refrigeração	1310	1210
Linguiça frescal	1080	970
Mortadela conservada em refrigeração	1270	1180
Mortadela conservada em temperatura ambiente	1380	1350
Salsicha ³	1140	1120
Presuntaria ⁴	1180	1160

Fonte: Ministério da Saúde (BRASIL, 2013)

* mg de sódio a cada 100 gramas de produto

¹ Exceto: Empanados de peixe e empanados cuja principal matéria prima é vegetal

² Exceto: Hambúrgueres cuja principal matéria-prima é vegetal

³ Exceto: Salsicha em conserva, ou seja, embaladas em vidros ou latas

⁴ Presunto, apresuntado e fiambre

2.2 Carne

As carnes vermelhas como as provenientes de bovinos e suínos, desempenham um papel importante na dieta diária das pessoas, uma vez que podem fornecer proteínas de boa qualidade, vitaminas e minerais contribuindo para uma dieta mais saudável (XIONG et al., 2014). Além de conterem traços de elementos e componentes bioativos (YILMAZ et al., 2012).

A indústria processadora de carnes e os consumidores normalmente avaliam a qualidade da carne através de algumas características, que geralmente incluem atributos microbiológicos (frescor ou deterioração), atributos químicos (gordura, proteína e umidade), atributos sensoriais (cor, maciez e sabor), assim como atributos tecnológicos (pH e capacidade de retenção de água) (XIONG et al., 2014).

O Regulamento Industrial de Inspeção Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) define que “carne de açougue são as massas

musculares maturadas e demais tecidos que as acompanham, incluindo ou não a base óssea correspondente, procedentes de animais abatidos sob inspeção veterinária” (BRASIL, 1952).

Para avaliação da qualidade da carne, tradicionalmente, os atributos sensoriais (cor, sabor, firmeza, marmoreio, maciez, etc.) são inspecionados por profissionais treinados. Em alguns abatedouros, a maciez é avaliada usando o “*finger method*”, para a cor da carne e marmoreio, o método de avaliação é similar, realizado geralmente comparando-se a cor do músculo do lombo (*Longissimus dorsi*) para carne e a proporção de gordura no músculo *L. dorsi* para marmoreio, com padrões de referência para cada espécie. Além da inspeção manual, outras análises mais precisas são realizadas, por exemplo, para a análise do teor de proteína o método padrão é o Kjeldahl (LORIENT; LINDEN, 2000)

As proteínas representam aproximadamente 20% da massa do músculo e podem ser divididas em três categorias de acordo com as propriedades de solubilidade: 1) proteínas sarcoplasmáticas (30 a 35%), 2) proteínas miofibrilares (50 a 55%) e 3) proteínas do estroma (citoesqueleto e colágeno). O músculo ainda é composto de água (75 a 80%), lipídeos (2 a 4%), glicogênio (1%) e substâncias nitrogenadas não protéicas (1%) (LORIENT; LINDEN, 2000).

2.3 Carne mecanicamente separada (CMS) de frango

A utilização de cortes de frangos pelos consumidores no Brasil e outros países despertou a necessidade de encontrar meios para o aproveitamento de dorsos, pescoços e ossos resultantes da desossa, uma vez que estas partes contém cerca de 24% da porção comestível. Desta forma a CMS de aves começou a ser utilizada na fabricação de inúmeros produtos como mortadelas, salsichas, salames e sopas em pó (TRINDADE et al., 2008).

A técnica para separação do músculo foi desenvolvida por uma indústria de pescado em 1940 e foi aplicada na indústria de frangos porque os ossos de peixe e frangos têm algumas similaridades. A maioria das carnes mecanicamente separadas provém de carne aderida ao osso, por isso é comum conter medula óssea e pequenas quantidades de osso no produto final.

Outra característica deste coproduto é ter menor capacidade de retenção de água e estabilidade de emulsão que carnes desossadas manualmente (LIU; OCKERMAN, 2001).

A carne retida nos ossos, após a desossa, pode ser recuperada pela moagem através de equipamentos adequados, os fragmentos de carne coletados destes equipamentos são chamados de carne mecanicamente separada. Entretanto, partículas de ossos e gordura são extraídas juntamente com a carne (SWATLAND, 2000). Portanto, este processo altera a composição da matéria-prima original, resultando em um material com maior teor de gordura e minerais (cálcio e fósforo), há ainda a incorporação de pigmentos heme existentes na medula óssea (FRONING, 1976).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL a, 2000), entende-se por Carne Mecanicamente Separada (CMS), a carne retirada a partir de ossos, carcaças ou partes de carcaças, com exceção dos ossos da cabeça, submetidos à separação mecânica em equipamentos especiais (Máquinas de Separação Mecânica - MSM) e imediatamente congelada, por processos rápidos ou ultrarrápidos, quando não for utilizada no momento seguinte. O processo de separação mecânica se efetuará de maneira que os ossos, as carcaças e partes de carcaças não se acumulem na sala de separação. A carne mecanicamente separada deverá seguir imediatamente para congelamento (-20°C). A sala de separação mecânica deverá ser exclusiva para tal finalidade. A CMS poderá ser utilizada em substituição à carne *in natura* como matéria-prima, com níveis específicos permitidos pela legislação, sendo obrigatória a colocação, no rótulo desse produto a expressão: “contém carne mecanicamente separada”.

Segundo o mesmo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade, a CMS deve apresentar cor e odor característicos e textura pastosa, sendo as características físico-químicas exigidas descritas na Tabela 4. A carne mecanicamente separada deverá ser acondicionada em recipientes/embalagens adequados que garantam as condições de armazenamento e estocagem, além de conferir uma proteção adequada contra contaminação microbiana e de materiais tóxicos.

Tabela 4 - Propriedades físico-químicas da CMS

Propriedades físico-químicas	Parâmetros
Proteína (mínimo)	12%
Gordura (máximo)	30%
Teor de cálcio (máximo)	1,5% (base seca)
Diâmetro dos ossos (máximo)	0,5mm
Largura dos ossos (máximo)	0,85mm
Índice de peróxido (máximo)	1mEq KOH/Kg gordura

Fonte: Brasil a (2000).

As matérias-primas com menor proporção de carne aderida ao osso, como pontas de asa, ossos da coxa e cartilagem do peito não são processadas separadamente, isto resultaria em uma CMS de qualidade inferior. Geralmente, essas partes são processadas com o dorso, misturadas em quantidades diferentes dependendo do nível de qualidade de CMS que se deseja obter. Este coproduto é uma matéria-prima de baixo custo, cuja textura é pastosa fina e uniforme (SOUSA et al., 2003).

A utilização de grandes proporções de CMS em embutidos pode acarretar alguns problemas, principalmente de ordem sensorial, devido à baixa estabilidade desta matéria-prima, o que leva ao desenvolvimento de aromas indesejáveis (rancidez) e aos problemas de arenosidade e textura, que a CMS pode conferir aos produtos cárneos (TRINDADE et al., 2005).

No Brasil a adição de CMS de aves é permitida somente em produtos cárneos industrializados cozidos, como a salsicha (60%), mortadela (60%), lingüiça (20%), almôndega (30%), fiambre (30%) e hambúrguer (30%) nos seus respectivos limites máximos (BRASIL, 2000 a; BRASIL, 2000b).

2.4 Salsicha

Os produtos cárneos emulsionados, tais como as salsichas, são muito populares e consumidos tanto a nível doméstico como no mercado de *fast food*, portanto é um segmento importante das carnes industrializadas. Essa importância pode ser demonstrada pelo volume de produção deste produto no Brasil que foi de 511.196 toneladas em 2008 e tem-se uma estimativa de

701.140 toneladas em 2013 (DATAMARK, 2009). O desenvolvimento das salsichas e coprodutos comestíveis indica que a conveniência e variedade são fatores importantes do alto consumo deste produto (XIONG; MIKEL, 2001). No Brasil, o consumo *per capita* é de aproximadamente 5 kg de produtos cárneos emulsionados, portanto faz parte da nossa dieta e é considerado importante em nossa economia (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2006).

De acordo com a legislação vigente no Brasil, entende-se por salsicha “o produto cárneo industrializado, obtido de emulsão de carne de uma ou mais espécies de animais de açougue, adicionados de ingredientes, embutido em envoltório natural, artificial ou por processo de extrusão, e submetido a um tratamento térmico adequado”. Segundo este regulamento as salsichas podem ter como processo alternativo o tingimento, depelação, defumação e a utilização de recheios e molhos (BRASIL, 2000b).

A seleção apropriada dos ingredientes cárneos é essencial para a produção de salsichas de qualidade uniforme. Porém, carnes utilizadas para fabricação destes produtos são geralmente de baixo valor agregado, mas obrigatoriamente têm que ser frescos (qualidade microbiológica aceitável). Isto inclui cortes com muito tecido conjuntivo e gordura, carnes de animais velhos, aparas de carcaça, carne mecanicamente separada e coprodutos comestíveis (XIONG; MIKEL, 2001).

Cada tipo de matéria-prima cárnea escolhida tem uma função, carnes usadas para melhorar a ligação (função tecnológica), tem que ter alta concentração de proteína e ser facilmente extraída, formando um gel durante o cozimento. Outro tipo de carne utilizada na formulação de salsicha são os “enchedores”, que tem pouca ou nenhuma capacidade de ligação, por exemplo, os miúdos e pele. A carne de aves vem sendo incorporada nas salsichas como resultado dos custos mais baixos (comparados com a carne bovina e suína) e do aumento da demanda por produtos “light”, os quais são mais relacionados com derivados de carne branca (aves) do que com carnes vermelhas (XIONG; MIKEL, 2001).

A adição de carne mecanicamente separada de frango em salsicha é permitida no limite máximo de 60% no Brasil, os ingredientes opcionais contemplam miúdos e vísceras comestíveis, tais como coração, língua, rins, estômago, pele, tendões, medula e miolos, com o limite máximo de

adição de 10%. Outros ingredientes que podem ser adicionados são a gordura animal ou vegetal, proteína vegetal (no limite máximo de 4%), agentes de liga, aditivos intencionais, açúcares, aromas, especiarias e condimentos (BRASIL, 2000b).

A adição de água/gelo na salsicha é utilizada normalmente para auxiliar na homogeneização dos ingredientes não cárneos na emulsão. Porém, em 1988, a USDA permitiu substituir a gordura por água, surgindo inúmeros tipos de salsicha reduzidos de gordura, como por exemplo, “reduzido de gordura” (>25% de redução de gordura em relação aos produtos tradicionais), “baixa gordura” ou “light” (<10% de gordura), “extra magro” (contem < 5% de gordura) e o “livre de gordura” (contem <1% de gordura). Com a adição de água houve aumento do uso de leite em pó, proteína concentrada de soja, caseinato de sódio, glúten, farinha de cereais, dextrina, farinha de soja, proteína concentrada de soja e gomas utilizadas como extensores na salsicha (XIONG; MIKEL, 2001).

O nitrito e o nitrato são aditivos contemplados na lista do Regulamento Técnico de “Atribuição de função de aditivos, aditivos e seus limites máximos de uso para a categoria 8 – Carne e produtos cárneos”, com a função de conservantes, sendo que o limite máximo de residual é de 0,015% de nitrito e 0,03% de nitrato expresso como nitrito, no caso de produtos cozidos embutidos ou não (BRASIL, 2006). A Tabela 5 apresenta a regulamentação dos limites máximos de nitrito/nitrato em algumas regiões do mundo.

Outro ingrediente utilizado neste tipo de produto é o lactato de sódio, que segundo Duxbury (1988) é aprovado para ser usado como um realçador de sabor, umectante e um agente de controle de pH. Muitos grupos de pesquisa tem reportado que este aditivo é eficiente para a redução da contagem total de micro-organismos (microbiologia) e aumento da vida útil de vários produtos cárneos como a salsicha (BLOUKAS et al., 1997).

Tabela 5 - Limites de níveis de nitrito e nitrato em produtos cárneos empregados por diversos órgãos regulamentadores

Região	Órgão regulamentador	Máximo	Aditivo
EUA	Food and Drugs Administration	200ppm/100 g	Nitrito ¹
		500ppm/100 g	Nitrato ¹
União Europeia	Parlamento Europeu	150ppm/100g	Nitrito ²
		300ppm/100 g	Nitrato ²
Canadá	Departamento de justiça	200ppm/100 g	Nitrito ³
Japão	Ministry of Health, Labour and	0,07g/kg	Nitrito ¹
	Welfare	0,07g/kg	Nitrato ¹
Austrália	Food Standards Agency (FSA)	125ppm/100 g	Nitrito ¹
México	Secretaría de Agricultura Y	200ppm/100 g	Nitrito ¹
	Ganadería		

(Adaptado: Ferraccioli, 2012).

1 Produto final

2 Adição no produto

3 Calculado antes do processamento

2.5 Emulsão cárnea

Os produtos cárneos emulsionados estão entre os alimentos mais populares de carne, portanto é consumido no mundo inteiro por milhões de pessoas (SARIÇOBAN et al., 2010).

Antigamente, a elaboração de produtos embutidos era considerada mais uma arte do que uma ciência. Porém, com o aumento da industrialização de produtos cárneos e a sua importância econômica, tornou-se necessário um maior conhecimento dos princípios envolvidos na elaboração desses produtos. Como no caso do processamento de embutidos emulsionados (por exemplo, salsicha e mortadela), na qual as matérias-primas cárneas e demais ingredientes são intensamente triturados, obtendo-se uma massa homogênea que tem sido convencionalmente denominada de emulsão ou massa fina (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2006).

Uma emulsão pode ser definida como uma dispersão de fase líquida na forma de partículas (0,1 a 10 µm) em outra fase não miscível (dispersante ou contínua). Existem dois tipos de emulsão no caso de misturas de água/óleo: 1) partículas de óleo em água e 2) partículas de água em óleo. A

formação de uma emulsão envolve um aumento na área interfacial e é acompanhada pelo aumento da energia livre, deste modo, a facilidade com que uma emulsão é formada pode ser avaliada pela medida do esforço mecânico requerido para emulsificação (LORIENT; LINDEN, 2000).

Portanto, as massas de embutidos finamente cominuídas são geralmente conhecidas como emulsões cárneas. Entretanto, pela definição, elas não são emulsões verdadeiras. Uma definição apropriada seria: uma emulsão cárnea é uma dispersão finamente cominuída de partículas de carne magra e gordura em um sistema bifásico que consiste de uma fase dispersa (gotas de gordura) e uma fase contínua complexa composta de água, proteínas solubilizadas, componentes celulares, condimentos e especiarias (ROMANS et al., 2001).

É importante saber que quanto menor a tensão interfacial, mais fácil será obter a emulsão, a função emulsificante dos agentes surfactantes é justamente de diminuir a tensão interfacial por serem adsorvidos na interface, no caso de proteínas ou moléculas carregadas, esses agentes emulsificantes podem funcionar em parte, como o resultado da repulsão eletrostática, na estabilidade da emulsão (LORIENT; LINDEN, 2000).

Deste modo, para que ocorra a união entre o óleo e a água no caso de produtos cárneos, há a necessidade da presença deste terceiro componente: a proteína, que é o agente denominado emulsificante, como já dito anteriormente. A proteína tem este papel por possuir uma porção hidrofílica (polar) e outra hidrofóbica (apolar), portanto, atua na interface entre a gordura e a água, diminuindo a tensão interfacial entre as duas, unindo-as e evitando a saída e coalescência da gordura (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2006).

Portanto, na análise da estrutura de uma pasta fina, enfatizam-se as propriedades das proteínas solúveis do músculo, de fato, quando a carne é picada, os feixes de fibra são separados e suas membranas são rompidas. Pela ruptura do sarcolema e progressiva liberação das miofibrilas, a água é capturada e incha o sistema acto-miosina, essa matriz obtida consiste em duas fases: a fase sólida de proteínas insolúveis, partículas de músculo e tecido conjuntivo, dispersos em uma fase líquida (solução aquosa de sal e carboidratos), a gordura está dispersa nesta matriz. Depois de picada, a pasta obtida é um sistema multifásico heterogêneo (LORIENT; LINDEN, 2000).

Deste modo, a estabilização da gordura e da água é o elemento-chave para prevenir as perdas excessivas e separação dos componentes, os quais causam perdas no cozimento (perda de peso na cocção) no processamento destes produtos (YILMAZ, 2012).

Uma vez que a gordura é recoberta pelas proteínas miofibrilares, a emulsão crua permanece estável apenas por algum tempo, pois a estabilidade da emulsão (ligação) é obtida desnaturando as proteínas mediante a aplicação de tratamento térmico (produtos cozidos) ou com o decréscimo do pH (produtos fermentados). Este processo pode ser demonstrado com proteínas de carne submetidas à ebulição, que se dissociam das porções helicoidais das moléculas e dão lugar a pontes de ligação intermoleculares (pontes de hidrogênio, forças eletrostáticas, de van der Waals, pontes dissulfeto e interações hidrofóbicas) que termina na configuração de um gel (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Estudos de estabilidade da emulsão demonstram que este parâmetro aumenta com o pH da carne, um aumento de 2 unidades de pH (4,5 para 6,5) é acompanhado por um aumento simultâneo do HLB (balanço hidrofílico lipofílico) de duas unidades (de 11 para 13). Este valor de proteínas da carne é parecido com o HLB da gordura da carne (13 a 14) e quando ocorre a associação proteína-gordura na emulsão, o máximo de estabilidade é alcançado. Além do mais, as proteínas sarcoplasmáticas se concentram ao redor dos glóbulos da fase dispersa, contribuindo para diminuir a tensão superficial entre a fase aquosa e a fase lipídica. O poder de estabilização de todas as frações proteicas aumenta simultaneamente com o pH, com exceção da actina (LORIENT; LINDEN, 2000).

Apesar da importância das proteínas em produtos cárneos, especialmente os finamente e moderadamente cominuídos, que são sistemas complexos de alimentos, outros constituintes são importantes para a qualidade e eficácia dos produtos finais (REZLER et al.; 2007). A estrutura da matriz formada pelas proteínas, solutos e partículas aprisionadas no gel e o teor de umidade podem influenciar nas características de textura, tais como a dureza, viscosidade, resiliência e elasticidade dos produtos cárneos processados (FOEGEDING, 1987).

Portanto, de modo geral, os fatores que devem ser controlados para se obter uma emulsão estável são: temperatura da carne durante a cominuição, tamanho das partículas, qualidade da proteína, fonte da gordura, condição da gordura e as condições térmicas do processamento. Nestas condições, ênfase especial deve ser dada à temperatura da massa durante o trabalho de *cutter*, não devendo ultrapassar 12°C, pois temperaturas superiores desnaturam as proteínas miofibrilares, insolubilizando-as e não mais sendo estabilizadoras da emulsão cárnea. O tempo de batimento da massa afeta também o tamanho das partículas de gordura. Quanto menor o tamanho da partícula de gordura maior sua área superficial e, conseqüentemente, a necessidade de maior quantidade de proteínas solúveis para estabilizar estas partículas. O tempo de trabalho no *cutter* deve possibilitar um grau de divisão tal da gordura que permita obter uma massa “sedosa”. Excessivo trabalho, além de correr o risco de aquecer a massa e provocar a desnaturação protéica com a conseqüente perda de estabilidade da emulsão, dividirá exageradamente a gordura aumentando sua superfície e por isso exigindo mais proteína solúvel para recobri-la (ROMANS et al., 2001).

2.6 Propriedades do cloreto de sódio em emulsão cárnea

O cloreto de sódio contribui nas características de sabor, textura e vida útil dos produtos cárneos. O efeito conservante do NaCl é devido principalmente à sua habilidade de reduzir a atividade de água. A gordura e o sal contribuem para muitos atributos sensoriais em produtos cárneos. Quando a porcentagem de sal é aumentada, o incremento no gosto salgado é mais perceptível em produtos com mais gordura. De maneira oposta, quanto maior a porcentagem de carne no produto, mais sal é necessário para que o consumidor tenha a mesma percepção de sal em produtos com menos carne. Além da percepção do salgado, o NaCl realça o sabor característico de produtos cárneos intensificando o sabor e ainda tem um importante papel na textura (RUUSUNEN; PUOLANNE, 2005). A maioria das salsichas comerciais contém entre 1,5% a 2,5% de adição de cloreto de sódio (XIONG; MIKEL, 2001).

Além de ser usado como condimento, o sal contribui também na solubilização das proteínas miofibrilares, transformando-as do estado nativo em

proteína solubilizada, e quando aquecida, esta proteína solubilizada fixa-se como uma estrutura de rede, imobilizando a água, tornando esta pasta com a consistência de um gel e melhorando consequentemente a textura das salsichas (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2006). Essa solubilização das proteínas miofibrilares aumenta a hidratação e a capacidade de ligação de água; aumenta as propriedades de ligação das proteínas para melhorar a textura; aumenta a viscosidade de massas de carne, para facilitar a incorporação de gordura formando massas estáveis. No desenvolvimento de produtos com redução de sal deve-se considerar os efeitos que tal redução pode ter nas funções tecnológicas como capacidade de retenção de água, ligação de gordura, textura, propriedades sensoriais, estabilidade e vida útil (DESMOND, 2006).

A adição de cloreto de sódio nas proteínas do músculo tem um efeito de aumentar a capacidade de retenção de água, o efeito do sal nesta propriedade depende do pH. Em um pH 5 o sal não tem praticamente nenhum efeito na capacidade de retenção de água, o NaCl tem mais efeito na carne no estado de pré-rigor do que na carne com o estado de rigor estabilizado e praticamente nenhum efeito quando o máximo da rigidez é atingida. Uma possível explicação para a ação do sal na carne em estado de pré-rigor seria pela ligação dos íons cloreto de sódio nas cadeias de polipeptídeos, o efeito dessa ligação pode aumentar o valor do pH a valores altos que correspondem ao máximo de cargas negativas carregadas por essas cadeias (LORIENT; LINDEN, 2000).

Ruusunem e Puolanne (2005) apresentaram duas hipóteses para explicar o papel do NaCl na retenção de água na carne. Uma das hipóteses é a proposta por Hamm (1986), no qual os íons de Cl^- tendem a penetrar dentro dos miofilamentos causando o inchaço dos mesmos. Enquanto Offer e Knight (1988) afirmam que os íons de Na^+ formam uma “nuvem” de íons ao redor dos filamentos, baseando-se na seletividade de ligação do íon Cl^- com as proteínas miofibrilares. Estes autores propõem que o inchaço induzido pelo NaCl é um processo entrópico ao invés de impulsionado pela força eletrostática.

Segundo Desmond (2006), o efeito do NaCl nas proteínas cárneas é provavelmente causado pelo fato dos íons Cl^- serem mais fortemente ligados com as proteínas que o íon Na^+ . Isso causa um aumento nas cargas

negativas das proteínas. Hamm (1972) conclui que isso causa uma repulsão entre as proteínas miofibrilares, que resulta no inchaço das miofibrilas devido à repulsão individual das moléculas. A absorção dos íons Cl^- com grupos de miosina carregados positivamente resulta na mudança do ponto isoelétrico para um pH mais baixo, causando um enfraquecimento das interações entre os grupos de cargas opostas a um pH melhor que o ponto isoelétrico e portanto um aumento no inchaço e capacidade de retenção de água (HAMM, 1986).

2.7 Redução de sódio em produtos cárneos emulsionados

Apesar das alternativas disponíveis para substituição do sal em termos de funcionalidade, alguns consumidores e varejistas não se sentem confortáveis com os novos ingredientes transcritos nos rótulos (SEARBY, 2006). Pois há uma tendência de se optar por produtos mais naturais e com menos aditivos e conservantes, deste modo, a falta de informação faz que ingredientes utilizados na substituição de sódio, como por exemplo, o cloreto de potássio e fosfato, não seja visto com bons olhos pelos consumidores.

A redução dos níveis de NaCl abaixo daqueles tipicamente usados sem nenhuma outra forma de conservação, reduz a vida útil do produto. Desmond (2006) observou que reduzindo a quantidade de sal para 1,5% resultou em um crescimento mais rápido da microbiota natural da salsicha como os mesófilos. Desta forma, é importante avaliar a vida útil e a segurança dos produtos cárneos processados na redução dos níveis de NaCl ou substituição por outros ingredientes.

Nascimento et al. (2007) observou que salsichas com reduzido teor de cloreto de sódio, mesmo com substituição pelo cloreto de potássio apresentavam maiores valores de L^* (luminosidade), maiores valores da coloração vermelha (a^*) e o parâmetro b^* não foi afetado.

Portanto, a redução do teor de sódio em alimentos apresenta muitos desafios, não sendo um processo tecnológico simples. Há vários caminhos para se reduzir o teor de sódio em produtos cárneos: 1) reduzindo o nível de cloreto de sódio (NaCl) adicionado; 2) substituindo todo ou parte do NaCl por outros cloretos (KCl , CaCl_2 e MgCl_2); 3) substituindo parte do NaCl com sais como fosfatos; 4) com novas técnicas de processo ou modificações de processo e 5) combinação de quaisquer das estratégias acima

(RUUSUNEN; PUOLANNE, 2005). A otimização da forma física do sal de modo que este se torne mais biodisponível sensorialmente e desta forma menos sal será necessário, surge como alternativa para redução de sódio em produtos alimentícios (ANGUS et al., 2005).

Uma vez que não há um ingrediente isolado que possa ser usado para substituir o sal em produtos cárneos, uma gama de combinações de ingredientes funcionais devem ser desenvolvidos e/ou otimizados. Os produtos precisam ser recriados para que continuem a agradar os consumidores. Qualquer alteração no conteúdo de sal de produtos cárneos requer reformulação de ingredientes ou manipulação (DESMOND, 2006).

2.8 Uso de fosfatos para redução de sódio em produtos cárneos emulsionados

A fim de reduzir os níveis de utilização do NaCl, pode-se recorrer ao emprego de outros sais. Sob esse aspecto, é bastante conhecido, na indústria cárnea, o efeito sinérgico entre o cloreto de sódio e os fosfatos e polifosfatos. Sua adição conjunta permite diminuir as perdas por cozimento, além de atuar como quelantes de íons metálicos bivalentes. Consequentemente, têm certo efeito protetor sobre a gordura ao se opor aos fenômenos de oxidação e, pelo mesmo mecanismo, protegem a cor, dando lugar a produtos com aspectos mais próximos ao da carne crua (LORIENT; LINDEN, 2000). Provavelmente, a ação antioxidante deve à união de íons ferrosos aos fosfatos, já que o íon ferroso livre é um oxidante eficaz (ORDÉÑEZ et al., 2005). Por este motivo são utilizados como estabilizantes em produtos cárneos, além disso, reagem com proteínas, pectinas e outras macromoléculas (SKRÖKKI, 1995).

Ruusunen e Puolanne (2005) concluíram que uma redução de NaCl até 1,5% sem fosfato e até 1,4% com fosfato é praticável para embutido cozido sem decréscimo significativo na qualidade tecnológica e rendimento. Se a redução do teor de sódio ocorre junto com a redução do teor de gordura, isto pode causar problemas devido ao decréscimo da força iônica (substituição da gordura por água).

A eficácia desses aditivos diminui com o aumento da extensão da cadeia dos fosfatos (ORDÉÑEZ et al., 2005). Xiong e Mikel (2001), também

afirmaram que os fosfatos em níveis acima de 0,5% no produto final são usados para melhorar a capacidade de retenção de água das carnes pelo aumento do inchaço das fibras e solubilização das proteínas, e que este aditivo pode ajudar também a estabilizar o sabor e cor no produto final, provavelmente por sequestrar os íons metálicos (ferro e cobre), reduzindo a oxidação. Em relação ao aumento da capacidade de retenção de água, Ordéñez et al. (2005), afirma que isto ocorre devido ao pH superior, que aumenta o espaço em torno das proteínas onde a água fica alojada.

Os polifosfatos tem uma ação favorável na emulsificação, eles tendem a aumentar a velocidade de absorção, uma vez que em sua presença a emulsificação se desenvolve mais rápido. Isto ocorre pela quebra das pontes de cálcio, os polifosfatos liberam as proteínas de seus complexos. O gel é mais firme quando a miosina é extraída logo após o abate (depois que o complexo actina-miosina é formado) ou quando a adição de pirofosfato de sódio permite a dissolução das pontes irreversíveis entre a actina e miosina (LORIENT; LINDEN, 2000).

Existe uma grande variedade de sais de fosfato que auxiliam na redução de sódio em produtos cárneos, um exemplo é o Abastol 452 (utilizado neste estudo), que é uma combinação de sódio e potassiodifosfato. Este sal é um produto de grau alimentício e que está em conformidade com as exigências do regulamento de aditivos da União Européia e o Codex Alimentarius Standard. As características deste sal são pH de 8,7 a 9,1, 44 a 45,8% de P_2O_5 , 2,6 a 2,9% de Na_2O e 49,3 a 51,5% de K_2O , é tipicamente utilizado em teores de 0,3 a 0,5%, calculado no produto final.

2.9 Uso de cloreto de potássio (KCl) para redução de sódio em produtos cárneos emulsionados

A dieta com suplementação de potássio como substituto do cloreto de sódio pode diminuir a pressão arterial em alguns pacientes hipertensos (HADDY et al., 2006). Mesmo em adultos jovens e saudáveis com pressão arterial clinicamente normal, aqueles que consomem mais sódio e menos potássio são mais propensos a ter aumento da massa ventricular esquerda, sugerindo que o excesso de sódio na dieta sensibiliza o coração, as

grandes artérias e rins a estímulos hipertróficos e fibróticos (WHELTON et al., 2012).

O KCl possui propriedades similares ao NaCl e é reconhecido como seguro (GRAS), podendo ser usado na sua substituição sem perda da funcionalidade (COLLINS, 1997), apesar da menor capacidade de extração de proteínas miofibrilares do cloreto de potássio comparado ao cloreto de sódio (MUNASINGHE; SAKAI, 2003).

O cloreto de potássio é provavelmente o sal mais comum utilizado como substituto em alimentos com teores reduzidos de sódio. Entretanto, em misturas com mais de 50:50 de cloreto de sódio/cloreto de potássio em solução há um aumento significativo no gosto amargo e perda do sabor salgado (DESMOND, 2006). Segundo o estudo de Collins (1997), a adição de KCl em produtos cárneos é restringida principalmente por seu gosto amargo, sendo o nível de 1% considerado como o limite máximo de utilização.

Portanto, o cloreto de potássio não pode substituir totalmente o cloreto de sódio, mas a sua utilização como um substituto parcial pode ser útil para reduzir o teor de sódio nos produtos cárneos, o que renderia produtos mais aceitáveis, dado o crescimento da procura dos consumidores por alimentos mais saudáveis (NASCIMENTO et al., 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Centro de Tecnologia de Carnes (CTC) do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), localizado em Campinas – SP, incluindo as análises realizadas nos Laboratório de análises físico-químicas, Laboratório de Microbiologia e processamento em Planta Piloto de Processamento. A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análises Físicas, Sensoriais e Estatísticas (LAFISE) do Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos (CCQA) do ITAL.

O trabalho consistiu em duas etapas:

- A primeira etapa foi a elaboração e análise físico-química (composição centesimal, pH, estabilidade de emulsão, força de cisalhamento e cor objetiva) de emulsões cárneas. Nesta etapa foi utilizado como planejamento experimental a Metodologia de Superfície de Resposta.
- A segunda etapa foi a elaboração de salsichas com os níveis de fosfato e cloreto de potássio selecionados na primeira etapa do estudo, o sódio continuou sendo alvo de estudo, sendo variado em três níveis de adição de cloreto de sódio. Nesta fase foram realizadas análises físicas, químicas, microbiológicas, sensoriais durante armazenamento a $5\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Os níveis de cloreto de sódio escolhidos na segunda etapa foram baseadas nos teores de cloreto de potássio e fosfato otimizados na primeira etapa, que foram 1%, 1,3% e 1,75% de NaCl. Uma vez que este estudo não trabalhou com a substituição da porcentagem de NaCl, não se iniciou de um nível alto de NaCl, como por exemplo 2,5%, mas foram fixados as porcentagens de outros sais (KCl e fosfato) para estudarmos os impactos da redução de sódio em salsicha.

Outro fator que reforça o uso destes teores de NaCl é o fato que na literatura as reduções iniciam geralmente com teores de 2% a 2,5% de NaCl e já foi comprovado nestes trabalhos que é possível reduzir esta porcentagem de adição mesmo sem usar aditivos que ajudam a mascarar a redução de sódio nos produtos, portanto iniciamos por um teor abaixo do que a maioria dos trabalhos científicos.

As duas etapas foram realizadas em dois tipos de sistema, na qual uma consistiu apenas em uma formulação com carne bovina e suína, o

outro sistema consistiu em uma formulação com 100% de carne mecanicamente separada de aves como matéria prima cárnea.

3.1 Primeira etapa: emulsão cárnea em sistema modelo

Na primeira etapa, de otimização do processo foi utilizado como técnica, um planejamento fatorial com o delineamento composto central rotacional – DCCR, baseado na Metodologia de superfície de Resposta (RODRIGUES; IEMMA, 2005), sendo as variáveis independentes indicadas na Tabela 6. Foi realizado em sistema modelo obtendo as emulsões em *mini-cutter* com todos os ingredientes previstos para obtenção de salsicha, variando os teores de fosfato, sal (NaCl) e cloreto de potássio (KCl).

Tabela 6 - Valores codificados e reais para as variáveis do planejamento experimental

Variável		-1,66	-1	0	+1	+1,66
Fosfato	X1	0,00	0,1	0,25	0,4	0,5
[NaCl]	X2	1,0	1,3	1,75	2,2	2,5
[KCl]	X3	0,2	0,46	0,85	1,24	1,5

O planejamento foi composto por 20 ensaios incluindo seis repetições no ponto central, os quais foram executados em sequencia aleatória, conforme a matriz de planejamento apresentada na Tabela 7.

A faixa de estudo do fosfato iniciou em 0% até 0,5%, pois este é o limite máximo permitido para produtos cozidos embutidos (BRASIL, 2006).

O delineamento experimental permitiu a obtenção de modelos matemáticos com parâmetros lineares e quadráticos (regressão MÚLTIPLA) das variáveis estudadas. No tipo de planejamento proposto (DCCR com 3 variáveis) os oito primeiros ensaios referem-se ao planejamento fatorial completo 2^3 , com níveis -1 e +1, cuja função foi fornecer os parâmetros lineares (L) do modelo de regressão. Os seis próximos ensaios apresentam os pontos axiais (níveis: α ; 0 e $+\alpha$), cuja função foi fornecer os parâmetros quadráticos (Q) do modelo de regressão. Os últimos 6 ensaios (nível 0) são replicatas no ponto central, cujo objetivo foi avaliar o erro experimental (padrão) do planejamento.

As respostas estudadas foram a estabilidade de emulsão (PARKS; CARPENTER, 1987) e força de cisalhamento determinada em texturômetro TA-XT 2i (Stable Micro Systems acoplado com acessório Warner Bratzler (3mm).

Tabela 7 - Planejamento Experimental (DCCR) para três variáveis, com 6 repetições no ponto central

Ensaio	Fosfato	[NaCl]	[KCl]	Fosfato	[NaCl]	[KCl]
A1	-1	-1	-1	0,10	1,30	0,46
A2	+1	-1	-1	0,40	1,30	0,46
A3	-1	+1	-1	0,10	2,20	0,46
A4	+1	+1	-1	0,40	2,20	0,46
A5	-1	-1	+1	0,10	1,30	1,24
A6	+1	-1	+1	0,40	1,30	1,24
A7	-1	+1	+1	0,10	2,20	1,24
A8	+1	+1	+1	0,40	2,20	1,24
A9	-1,66	0	0	0,00	1,75	0,85
A10	+ 1,66	0	0	0,50	1,75	0,85
A11	0	- 1,66	0	0,25	1,00	0,85
A12	0	+ 1,66	0	0,25	2,50	0,85
A13	0	0	- 1,66	0,25	1,75	0,20
A14	0	0	+ 1,66	0,25	1,75	1,50
A15	0	0	0	0,25	1,75	0,85
A16	0	0	0	0,25	1,75	0,85
A17	0	0	0	0,25	1,75	0,85
A18	0	0	0	0,25	1,75	0,85
A19	0	0	0	0,25	1,75	0,85
A20	0	0	0	0,25	1,75	0,85

As formulações utilizadas para elaboração das emulsões estão apresentadas nas Tabela 8 e 9, nas quais variou-se a quantidade de cloreto de sódio, cloreto de potássio e fosfato, enquanto que a água teve a porcentagem ajustada para que a formulação totalizasse 100%.

Tabela 9 - Formulação das emulsões de CMS expressa em porcentagem

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15-20
CMS de frango (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Água/Gelo (%)	29,8	29,5	28,9	28,6	29,0	28,7	28,1	27,8	29,0	28,5	29,5	28,0	29,4	28,1	28,8
Proteína texturizada de soja (%)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Fécula de Mandioca (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Proteína isolada de soja (%)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Fosfato (%)	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,0	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
NaCl (%)	1,3	1,3	2,2	2,2	1,3	1,3	2,2	2,2	1,75	1,75	1,0	2,5	1,75	1,75	1,75
KCl (%)	0,46	0,46	0,46	0,46	1,24	1,24	1,24	1,24	0,85	0,85	0,85	0,85	0,20	1,50	0,85
Eritorbato de sódio (%)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Nitrito de sódio (%)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Condimento sem sal (%)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Extrato de Levedura (%)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Lactato de sódio (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fumaça Líquida (%)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
TOTAL (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

As especificações dos ingredientes e aditivos utilizados para a elaboração das emulsões de carne, mantidas na segunda etapa, foram: fosfato Abastol 452 (Budenheim); cloreto de potássio 15000 (Nu-tek); condimentos sem sal para salsicha (Kraki), fécula de mandioca (Amafil), proteína texturizada de soja Centex 4010 (Solae) lactato de sódio 65% (Cori) e extrato de levedura BYE MXE N5 (Biorigin), eritorbato de sódio (Kraki), nitrito de sódio (Kraki) e fumaça líquida Aroma sabor fumaça #50C (Ibrac). Nas emulsões e salsichas de CMS foram usados os mesmos ingredientes, apenas foi acrescentada a proteína isolada de soja Supro 548 IP (Solae) e a carne mecanicamente separada foi cedida pela empresa Ad'oro S/A (Várzea Paulista, São Paulo, Brasil).

Para o processamento das emulsões de carne, as matérias-primas cárneas (mantidas a -17°C), carne bovina, carne suína e toucinho, foram moídas em moedor (Hermann®) em discos de 12 mm, procedeu-se a obtenção das emulsões cárneas em mini cutter (Skymssen). As matérias-primas cárneas (com exceção do toucinho) foram colocadas no mini-cutter, adicionados o NaCl, KCl, nitrito, fosfato, condimentos, extrato de levedura, lactato de sódio e fumaça líquida e triturados por 2 minutos. Adicionou-se o toucinho e o gelo, triturou-se por mais 2 minutos. Foram adicionados o eritorbato, a proteína texturizada de soja e a fécula, triturou-se por 1 minuto, misturou-se com espátula e triturou-se por mais 15 segundos.

Para o processamento das emulsões de CMS, a matéria-prima carne congelada foi moída em moedor (Hermann®) em discos de 12 mm, procedeu-se a obtenção da emulsão em mini-cutter (Skymssen). A matéria-prima carne foi colocada no mini-cutter, adicionados o NaCl, KCl, nitrito, fosfato, condimentos, extrato de levedura, lactato de sódio, proteína isolada de soja e fumaça líquida e triturados por 2 minutos. Adicionou-se o toucinho e o gelo, triturou-se por mais 2 minutos. Foram adicionados o eritorbato, a proteína texturizada de soja e a fécula, triturou-se por 1 minuto, misturou-se com espátula e triturou-se por mais 15 segundos.

Foi realizado o teste de estabilidade de emulsão, com 15 repetições para cada ensaio dentro de cada sistema (carne e CMS), utilizando-se manga de confeiteiro para embutir a emulsão, tratou-se termicamente em tacho encamisado, resfriou-se, as emulsões foram pesadas e guardadas para realização das análises de força de cisalhamento (15 repetições), cor objetiva (8 repetições), composição centesimal e análise quantitativa de sódio, fósforo e potássio.

3.2 Procedimento analítico realizado com as emulsões cárneas

pH

O pH foi determinado em três peças com três repetições por peça em locais distintos. Foi utilizado o pHmetro marca Digimed modelo DM21 (Digimed, Brasil) com eletrodo para perfuração, introduzido diretamente na amostra, com controle de temperatura, padronizado a temperatura ambiente de 25°C.

Análise da estabilidade da emulsão (EE)

A determinação da estabilidade da emulsão foi realizada conforme descrito por Parks e Carpenter (1987), onde 45 a 50g de amostra da massa crua recém processada foi colocada em embalagens de Nylon/polietileno, seladas sem vácuo e submetidas a tratamento térmico por 1 hora a 70°C. Após o resfriamento das embalagens, foi retirado o volume de líquido exsudado e calculada a porcentagem de perda sobre o peso inicial (PARKS; CARPENTER, 1987). A estabilidade da emulsão foi expressa em porcentagem de perda de líquido.

Sendo que o cálculo utilizado foi:

Estabilidade da Emulsão = $\text{Peso final} \times 100 / \text{Peso inicial}$

Composição centesimal

O teor de proteína total, umidade e voláteis, cinzas, carboidratos e gordura total foram determinados em triplicata de acordo com os procedimentos de Horwitz (2005) modificado. As determinações de nitrito e nitrato foram realizadas conforme Brasil (2005). A determinação de sódio, potássio e fósforo foi realizada conforme Horwitz (2005).

- Carboidratos: pesou-se 10 g de amostra homogeneizada em Erlenmeyer, adicionou-se 75 ml de água e 10 ml de ácido clorídrico concentrado. Em seguida, foi colocado em banho-maria fervente durante 2 horas. Após o resfriamento, foi realizada neutralização da solução resultante e o conteúdo transferido para balão volumétrico, adicionou-se 2 ml de ferrocianeto de potássio 15% e 5 ml de sulfato de zinco 30% de antes de se completar o volume do balão. Após precipitação das proteínas, o conteúdo do balão foi filtrado. Uma alíquota de 25 ml do filtrado foi

utilizada como titulante de solução contendo 5 ml de sulfato de cobre (solução de Fehling A: 34,639 g de sulfato de cobre pentaidratado para 1 L de solução), 5 ml de tartarato de sódio e potássio (solução de Fehling B: 173 g de tartarato duplo de sódio e potássio e 125 g de hidróxido de sódio para 1 L de solução), 40 ml de água e duas gotas de indicador azul de metileno. A titulação foi conduzida em ebulição até a viragem do indicador que foi caracterizada pela descoloração do azul de metileno.

Sendo que o cálculo utilizado foi: $(250 \times 100 \times T/2) / V \times \text{massa da amostra (g)}$

T= título da solução de Fehling

V= volume da amostra utilizada na titulação em ml

- Nitrito e nitrato: Extração do nitrito e nitrato da amostra: pesou-se 10 g de amostra em Erlenmeyer de 125 mL e adicionou-se 40 mL de água deionizada e 5 mL de tetraborato de sódio (com concentração de 5 %). A amostra foi homogeneizada e mantida em banho-maria em ebulição por 15 min. Após resfriamento, adicionou-se 5 mL de solução de ferrocianeto de potássio (com concentração de 15%) e 5 mL de solução de sulfato de zinco (com concentração de 30%). Após repouso de 15 min filtrou-se e a solução resultante foi utilizada para determinação de nitrito.

Quantificação de nitrito expresso como nitrito de sódio: uma alíquota de 1-20 mL (dependendo da concentração de nitrito na amostra) de solução foi pipetada em balão volumétrico de 25 mL. A seguir foi adicionado 2,5 mL de solução de sulfanilamida (com concentração de 0,5%) com agitação manual e deixou-se em repouso por 3 minutos. Finalmente foi adicionado 1,5 mL de solução (com concentração de 0,5%) de cloridrato de alfa-naftiletilenodiamina para formação de coloração rósea. O valor de absorbância de cada amostra foi medido em espectrofotômetro a 540 nm e o teor de nitrito foi calculado por interpolação em curva padrão realizada a partir de solução padrão de nitrito de sódio.

- Sódio, potássio e fósforo: Foi realizada por digestão via seca, para a determinação dos minerais: fósforo, sódio e potássio nas amostras, utilizou-se como método de preparo de amostras a digestão por via seca segundo a Association of Official Analytical Chemists (Hortwiz, 2005). Foram pesados em cápsulas de porcelana 2,5 g das amostras homogeneizadas, em triplicata. Em seguida, as amostras foram pré-calcinadas em chapa de aquecimento e incineradas em forno mufla a 450°C até

formação de cinzas isentas de pontos pretos. As cinzas foram transferidas quantitativamente para balão volumétrico de 50 mL com solução de ácido clorídrico 5% (v/v) e a solução foi filtrada em papel de filtro quantitativo antes da leitura no espectrômetro de emissão em plasma com acoplamento indutivo (ICP OES). Foram preparados brancos analíticos omitindo-se as amostras.

As vidrarias foram utilizadas após lavagem com detergente Extran (Merck) e água, descontaminada em banho de ácido nítrico 25% (v/v) por 24h. Em seguida, a vidraria foi enxaguada com água destilada e deionizada (resistividade de $18,2 \text{ M}\Omega \text{ cm}^{-1}$).

A quantificação dos elementos inorgânicos foi realizada usando um espectrômetro de emissão (ICP OES), da marca Varian (Mulgrave Victoria, Austrália), modelo Vista MPX, com visão axial, equipado com uma fonte de radio frequência (RF) de 40 MHz, um detector multielementar simultâneo de estado sólido do tipo CCD (Charge Coupled Device), uma bomba peristáltica, câmara de nebulização e um nebulizador *sea spray*. O sistema é totalmente controlado pelo software ICP Expert utilizando como gás do plasma o argônio líquido com pureza de 99,996 % (Air Liquid, SP, Brasil). As condições operacionais do equipamento de ICP OES estão descritas na Tabela 10.

Tabela 10 - Condições de operação do equipamento ICP OES para determinação de Ca, Na e K nas amostras de embutidos

Parâmetros	Condições
Potência de RF (W)	1000
Vazão de nebulização (L min^{-1})	0,9
Vazão de argônio auxiliar (L min^{-1})	1,5
Vazão de argônio principal (L min^{-1})	15
Correção de fundo	2 dias
Tempo de integração (s) e de leitura (s)	10 e 5
Número de replicatas	3
Configuração da tocha	Axial
Comprimento de onda (nm)	Na (589,592)
	P (178,28)
	K (766,491)

As curvas analíticas foram preparadas em HCl 5% (v/v) a partir de soluções-padrão na concentração de 10.000 mg L^{-1} para P, K e Na (Titrisol –

Merck). As faixas de concentração para a preparação das curvas analíticas foram: 0,1 a 100 mg kg⁻¹ para Na e P; 1,0 a 200 mg kg⁻¹ para K.

Avaliação da cor objetiva

Foi determinada na parte interna da emulsão cortada longitudinalmente após 24 horas de armazenamento a 5°C. Foram analisadas quatro peças de cada tratamento, ou seja, cada ensaio contou com oito repetições. A cor foi mensurada utilizando espectrofotômetro portátil Minolta Chroma Meter 508D (Minolta Camera Co., Japan), previamente calibrado em superfície branca. Os parâmetros avaliados foram L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho/verde) e b* (intensidade de amarelo/azul) do sistema CIE(L*a*b*), com fonte D65 e padrão de observação a 10° e abertura de 8mm de diâmetro, especular inclusa (COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE, 1978).

Força de cisalhamento

Foi determinada utilizando texturômetro TA-XT 2i (TA-XT 2i Express, Stable Micro Systems, Surrey, England) acoplado com acessório Warner Bratzler (3 mm) para cisalhar a secção transversal das emulsões. Foram utilizadas cinco unidades de emulsão de cada tratamento, após 24 horas de armazenamento a 5°C, sendo que cada emulsão gerava 3 repetições, totalizando 15 leituras de cada ensaio. As amostras foram seccionadas em pedaços de 2 cm para uniformização da dimensão dos corpos de prova para análise. A velocidade utilizada foi de 0,8 mm por segundo.

Análise estatística

Foi utilizado Modelo de Superfície de Resposta para o estudo da avaliação simultânea das três variáveis independentes (quantidade de NaCl, KCl e fosfato). Para cada variável experimental, 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 ao nível de 5% de probabilidade.

3.3 Segunda etapa: processamento das salsichas

Na segunda etapa do trabalho, os níveis de fosfato e cloreto de potássio selecionados do sistema de emulsão cárnea foram fixados e três níveis de adição de cloreto de sódio continuaram a ser alvo de estudo (1%, 1,3% e 1,75%). Os níveis de NaCl, continuaram a ser os mesmos da primeira etapa, na qual de 1,75% para 1,3% há uma redução de 25% de cloreto de sódio e de 1,3% para 1% há uma redução de 23% de cloreto de sódio. Foram processados três tratamentos de salsicha em planta piloto e monitorados os produtos embalados à vácuo e estocados à $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ em cinco períodos e ainda avaliação sensorial de aceitação com consumidores. A obtenção e avaliações dos três tratamentos de salsicha foram realizadas três vezes, em dias diferentes (repetições de processo).

3.3.1 Salsicha

Os tratamentos foram definidos como:

- SC₁= salsicha de carne contendo 1% de cloreto de sódio
- SC_{1,3}= salsicha de carne contendo 1,3% de cloreto de sódio
- SC_{1,75}= salsicha de carne contendo 1,75% de cloreto de sódio

A Tabela 11 apresenta as formulações dos três tratamentos.

Foram processados 18 kg de cada tratamento. Para a moagem das matérias-primas cárneas (carne bovina, carne suína e toucinho) foi utilizado o moedor marca Hermann com disco de 12 mm, a cominuição e a mistura dos condimentos e ingredientes foi realizada em *cutter* Kramer Grebe de Karl Ernst Zippel. As matérias-primas cárneas congeladas (carne bovina/suína) foram colocadas no *cutter*, adicionados o NaCl, KCl, fosfato, nitrito de sódio, extrato de levedura, condimentos, lactato de sódio, fumaça líquida e metade do gelo. Os ingredientes foram triturados até atingir a temperatura de 2°C , adicionou-se o toucinho e homogeneizou-se a mistura. Foram adicionados o eritorbato de sódio, a proteína texturizada de soja, a fécula de mandioca e a outra metade do gelo, e a massa foi triturada até atingir a temperatura aproximada de 16°C .

O embutimento foi realizado em tripa celulósica de 22 mm usando a embutideira à vácuo Handtmann. O tratamento térmico foi realizado em estufa Becker com as seguintes etapas: secagem a 55°C /15min/vapor indireto/chaminé

aberta; avermelhamento a 65°C/15min/vapor indireto/chaminé fechada; cozimento a partir de 70°C/vapor direto/chaminé fechada, elevando-se 5°C a cada 15 min até o produto (na parte interior) atingir 72°C. Após o cozimento, as salsichas foram resfriadas em chuveiro por 5 minutos, mantidas a temperatura ambiente por mais 20 minutos e resfriadas por 15 minutos em câmara a 0°C. As salsichas foram então, repesadas para determinar a perda de peso no cozimento e depeladas. Os produtos foram embalados à vácuo (cada pacote com 6 salsichas) e submetidas ao termo-encolhimento das embalagens (Cryovac) em água a 85°C. Em seguida, foram estocados em câmara a 5±2°C e analisados quanto aos aspectos tecnológicos, microbiológicos, físico-químicos e sensorial, incluindo o monitoramento com avaliação em cinco períodos.

Tabela 8 - Formulação dos tratamentos de salsicha com redução de sódio

Ingredientes	SC ₁ (%)	SC _{1,3} (%)	SC _{1,75} (%)
Paleta bovina	10	10	10
Paleta suína	37	37	37
Toucinho	18	18	18
Água/Gelo	25,7	25,4	25,0
Prot. Text. Soja	3	3	3
Fécula de Mandioca	2	2	2
Cloreto de Sódio	1	1,3	1,75
Cloreto de Potássio	0,25	0,25	0,25
Fosfato	0,85	0,85	0,85
Eritorbato de sódio	0,05	0,05	0,05
Nitrito de Sódio	0,02	0,02	0,02
Condimentos sem sal	0,25	0,25	0,25
Extrato de levedura	0,75	0,75	0,75
Lactato de sódio	1	1	1
Fumaça Líquida	0,07	0,07	0,07
TOTAL	100	100	100

3.3.2 Salsicha de CMS de frango

Os tratamentos para salsicha foram definidos como:

- SCMS₁= salsicha de CMS contendo 1% de cloreto de sódio
- SCMS_{1,3}= salsicha de CMS contendo 1,3% de cloreto de sódio
- SCMS_{1,75}= salsicha de CMS contendo 1,75% de cloreto de sódio

A Tabela 12 apresenta a formulação dos tratamentos.

Tabela 9 - Formulação dos tratamentos de salsicha de CMS com redução de sódio

Ingredientes	SCMS ₁ (%)	SCMS _{1,3} (%)	SCMS _{1,75} (%)
CMS de frango	60	60	60
Água/Gelo	29,8	29,5	29,05
Proteína texturizada de soja	3	3	3
Proteína isolada de soja	1,2	1,2	1,2
Fécula de Mandioca	2	2	2
Cloreto de Sódio	1	1,3	1,75
Cloreto de Potássio	0,46	0,46	0,46
Fosfato	0,4	0,4	0,4
Eritorbato de sódio	0,05	0,05	0,05
Nitrito de Sódio	0,02	0,02	0,02
Condimentos sem sal	0,25	0,25	0,25
Extrato de levedura	0,75	0,75	0,75
Lactato de sódio	1	1	1
Fumaça Líquida	0,07	0,07	0,07
TOTAL	100	100	100

O total de sal de cada tratamento foi:

- SCMS₁= salsicha de CMS contendo 1% de cloreto de sódio
- SCMS_{1,3}= salsicha de CMS contendo 1,3% de cloreto de sódio
- SCMS_{1,75}= salsicha de CMS contendo 1,75% de cloreto de sódio

Foram processados 18 kg de cada tratamento. Para a moagem da matéria-prima carne (CMS) congelada foi utilizado o moedor marca Hermann com

disco de 12 mm, a cominuição e a mistura dos condimentos e ingredientes foi realizada em *cutter* Kramer Grebe de Karl Ernst Zippel. A matéria-prima cárnica foi colocada no *cutter*, adicionados o NaCl, KCl, fosfato, nitrito de sódio, extrato de levedura, condimentos, lactato de sódio, fumaça líquida, proteína isolada de soja e metade do gelo. Os ingredientes foram triturados até atingir a temperatura de 2°C. Foram adicionados o eritorbato de sódio, a proteína texturizada de soja, a fécula de mandioca e a outra metade do gelo, a massa foi triturada até atingir a temperatura aproximada de 16°C.

O embutimento em tripa celulósica de 22 mm foi realizado usando a embutideira à vácuo Handtmann. O tratamento térmico foi realizado em estufa Becker com as seguintes etapas: secagem a 55°C /15min/vapor indireto/chaminé aberta; avermelhamento a 65°C/15min/vapor indireto/chaminé fechada; cozimento a partir de 70°C/vapor direto/chaminé fechada, elevando-se 5°C a cada 15 min até o produto (na parte interior) atingir 72°C. Após o cozimento, as salsichas foram resfriadas em chuveiro por 5 minutos, mantidas a temperatura ambiente por mais 20 minutos e resfriadas por 15 minutos em câmara a 0°C. As salsichas foram então, repesadas para determinar a perda de massa no cozimento e depeladas. Os produtos foram embalados à vácuo (cada pacote com 6 salsichas) e submetidas ao termoencolhimento das embalagens (Cryovac) em água a 85°C. Em seguida, foram estocados em câmara a $5\pm 2^\circ\text{C}$ e analisados quanto aos aspectos tecnológicos, microbiológicos, físico-químicos e sensorial, incluindo monitoramento com avaliação em cinco períodos.

3.4 Procedimento analítico realizado nas salsichas

As análises de pH, composição centesimal, nitrito, sódio, potássio, estabilidade da emulsão, avaliação da cor objetiva e força de cisalhamento já citadas no item 3.2 também foram realizadas para as amostras de salsicha. Além destas análises foram realizadas:

Atividade de Água (A_w)

A atividade de água foi determinada em triplicata no produto final, sendo amostrado um pacote (6 salsichas) de cada tratamento. Foi utilizado o analisador Aqualab CX-2T (marca Decagon Decives, Inc., USA). Para a análise foram extraídas porções de amostra do centro da salsicha e colocadas em cápsulas

de plástico específicas do analisador de atividade de água que foram inseridas no compartimento analisador. Para a leitura, aguardou-se a estabilização da temperatura da amostra de $25 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$.

Perda de peso no cozimento (PPC)

A perda de peso no cozimento da salsicha foi determinada pesando-se o produto embutido antes do tratamento térmico e após o tratamento térmico. Sendo o cálculo utilizado:

$$\text{PPC} = [(\text{massa inicial} - \text{massa final}) \times 100 / \text{massa inicial}]$$

Perda de Peso por exsudação (PPE)

Esta determinação foi realizada segundo Zarate e Zaritzky (1985) na salsicha embalada à vácuo durante o armazenamento do produto a $5 \pm 2^{\circ}\text{C}$ nos dias 1, 14, 28, 42 e 56.

Sendo que o cálculo utilizado foi:

$$\text{PPE} = (\text{massa exsudado} \times 100) / \text{massa salsicha}$$

A massa do exsudado é igual ao valor do pacote (embalagem + salsicha + exsudado) subtraindo-se a embalagem e a salsicha.

Análise Instrumental de Textura

A textura das salsichas foi avaliada através da Análise do Perfil de Textura ou TPA (BOURNE, 1978) das salsichas armazenadas durante 24 horas a 5°C . As mensurações foram realizadas utilizando texturômetro (TA-XT 2i Express, Stable Micro Systems, Surrey, England) com célula de carga de 5 kg. A amostra foi cortada em cilindro (2 cm de altura) e colocada verticalmente na plataforma (HDP/90) do texturômetro. As amostras foram comprimidas em dois ciclos consecutivos de 50% de compressão com um *probe* de 35 mm de diâmetro (P/35), movendo-se a uma velocidade constante de 0,8 mm/s. A coleta dos dados e a construção das curvas de TPA foram realizadas pelo programa Texture Expert, versão 2.64 (Stable Micro Systems, Surrey, UK.). Foram calculados os parâmetros

de dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade, conforme recomendado por Bourne (1978) para este tipo de produto.

Os parâmetros foram determinados seguindo as descrições de Bourne (1978), sendo que a dureza é a força máxima necessária para comprimir a amostra, que é definida pelo pico de força durante o primeiro ciclo de compressão. A elasticidade é a habilidade da amostra para retornar a forma original após remoção da força de deformação, definida como a razão entre o tempo desde o início da primeira área até o primeiro pico. A coesividade é a extensão para a qual a amostra poderia ser deformada antes da ruptura, calculada como a razão entre as áreas do segundo e do primeiro pico. A mastigabilidade é o trabalho necessário para mastigar a amostra para deglutir, a mastigabilidade é obtida multiplicando os valores de dureza x elasticidade x coesividade. A análise foi realizada em sala a temperatura ambiente (25°C).

Avaliação microbiológica

Com o intuito de avaliar a higiene e segurança do procedimento, assim como os efeitos do processamento no produto final, foram realizadas as análises preconizadas na Resolução n.12 da ANVISA para produtos cárneos industrializados cozidos (BRASIL, 2001) de *Salmonella* spp., estafilococos coagulase positiva, clostrídios sulfito redutores e coliformes termotolerantes a 45°C na salsicha.

Para a homogeneização de amostra e preparo de diluições para os ensaios microbiológicos foi coletada uma amostra de $25 \pm 0,2$ g assepticamente de cada embalagem de salsicha. Os pacotes continham seis unidades e cada tratamento foi avaliado com uma amostragem de três embalagens (triplicata). Esta amostragem foi realizada de forma a garantir a representativa de todo o conteúdo da amostra que foram condicionadas em embalagem plástica de polietileno estéril, adicionadas de 225 mL de solução de água peptonada tamponada (caldo de pré-enriquecimento) e homogeneizada em aparelho (Stomacher) para diluições posteriores.

A análise de coliformes termotolerantes foi realizada de acordo com o método ISO 7251 (2005), que enumera esta classe de micro-organismos em alimentos pelo método dos tubos múltiplos, determinando o número mais provável (NMP).

O método analítico para a contagem de bactérias lácticas e micro-organismos mesófilos seguiu o padrão de contagem em placas, baseado na seleção de condições ótimas para o crescimento.

Para contagem de estafilococos coagulase positiva seguiu-se a metodologia de Downes e Ito (2001).

A contagem de clostrídios sulfito redutores seguiu a metodologia preconizada pela RDC nº 12 de 2001 da ANVISA (BRASIL, 2001), baseado na inoculação em meio sólido seletivo diferencial e contagem de colônias (UFC) típicas confirmadas por testes bioquímicos. Para a expressão dos resultados, calculou-se o número de UFC/g em função do número de colônias típicas, diluição inoculada e porcentagem de colônias confirmadas.

A análise de *Salmonella* spp. foi realizada conforme metodologia da ISO 6579 (2007), para isto, as amostras já diluídas foram incubadas em frascos a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ por 18 ± 2 horas. Agitou-se cuidadosamente o frasco de pré-enriquecimento (BPW) e transferiu-se 0,1 ml para 10 ml de Caldo Rappaport-Vassilis Soja (RVS) e 1 ml para 10 ml de Caldo Tetrationato Müller Kauffman Novobiocina (MKTTn). Após isto, incubou-se o Caldo RVS a $41,5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24 ± 3 horas e o Caldo MKTTn a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24 ± 3 horas. Depois foi realizado o plaqueamento diferencial em Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD) e incubado (placas invertidas) a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24 ± 3 horas. Para purificação das culturas foram selecionadas cinco (ou o número presente, se menor que cinco) colônias com características típicas de cepas de *Salmonella* spp de cada placa e estriadas em placa de Ágar Nutriente (NA) para purificação. Estas placas foram incubadas invertidas a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24 ± 3 horas, após isto, uma colônia bem isolada de cada placa foi selecionada para realização dos testes de confirmação. Para a confirmação bioquímica foram aplicados os testes de crescimento em Ágar Tríplice Ferro (TSI), teste de urease, teste de lisina descarboxilase, teste de Voges-proskauer, teste do Indol e teste de β -galactosidase. Além da confirmação sorológica pela detecção dos antígenos somáticos (poli O), detecção do antígeno Vi e detecção dos antígenos flagelares (poli H). A interpretação dos resultados seguiu a orientação do método ISO 6579 (2007), os resultados foram expressos como presença ou ausência de *Salmonella* em 25 g de amostra.

Avaliação sensorial

O projeto teve aprovação pelo comitê de ética de experimentos com seres humanos da ESALQ/USP para executar a análise sensorial com consumidores. Desta forma, foram recrutados 120 consumidores de salsicha, sendo a faixa etária entre 18 a 60 anos, sem restrições quanto ao sexo ou classe social.

As amostras foram submetidas ao tratamento térmico em água fervente durante 3 minutos. Em seguida as salsichas foram cortadas em pedaços de 2,5 cm de comprimento. Foram servidos 2 pedaços de cada tratamento aos consumidores. O produto foi mantido aquecido em estufa para alimentos até o momento de servir.

As amostras foram avaliadas quanto à aceitabilidade do produto de modo global e em particular quanto ao sabor e à textura, por meio de escalas hedônicas de nove pontos (MEILGAARD et al, 2006) (9 = gostei muitíssimo, 8 = gostei muito, 7 = gostei moderadamente, 6 = gostei ligeiramente 5 = não gostei nem desgostei, 4 = desgostei ligeiramente, 3 = desgostei moderadamente, 2 = desgostei muito e 1 = desgostei muitíssimo); quanto à intensidade do sabor de salsicha, sabor de defumado, do gosto salgado e da textura do produto por meio de escalas do ideal de cinco pontos (5 = muito mais intenso/firme do que eu gosto, 4 = mais intenso/firme do que eu gosto, 3 = do jeito que eu gosto, 2 = menos intenso/firme do que eu gosto e 1 = muito menos intenso/firme do que eu gosto) e quanto à intenção de compra por meio de escalas de atitude de 5 pontos (5 = certamente compraria, 4 = provavelmente compraria, 3 = talvez sim/talvez não comprasse, 2 = provavelmente não compraria e 1 = certamente não compraria).

Os consumidores responderam as informações sobre o produto baseado na técnica CATA (*Check All That Apply*) traduzido como: “indique as palavras que melhor descrevam o produto” (ARES et al., 2010). Este teste foi estruturado através de teste de Rede previamente efetuado com outros consumidores que geraram 34 possíveis características associadas à salsicha: aparência bonita, aparência feia, cor clara, cor escura, cor rosada, aroma agradável, cheiro de gordura, sabor suave, sabor ruim, sem sal, sal na medida certa, muito salgado, condimento na medida certa, condimento forte, saboroso, sabor forte, sem sabor, sabor estranho, gosto amargo, casca firme na medida certa, casca mole, casca muito dura/ resistente à mordida, salsicha macia, salsicha muito mole, amarra na boca/adstringente, succulenta, muito succulenta/aguada, sabor defumado na

medida certa, sabor defumado muito forte, sabor defumado fraco, salsicha dura, seca, no final fica um gosto ruim na boca, sabor metálico. As amostras foram avaliadas de forma monádica sequencial segundo um delineamento de blocos completos casualizados e apresentadas com códigos de três dígitos aleatórios.

O CATA é um questionário que pode ser aplicado aos consumidores (ADAMS et al, 2007) que está sendo cada vez mais usado para captar a percepção dos consumidores em relação aos alimentos. Neste método, o qual o produto é descrito selecionando-se palavras adequadas a partir de uma lista, é uma abordagem simples e válido para coletar informações sobre a percepção sensorial (e não sensorial) (VARELA et al, 2014). O perfil dos resultados de um CATA apresenta boa correlação com perfis tradicionais de análise sensorial, sugerindo que o CATA pode ser uma boa alternativa para compreender a percepção dos consumidores em relação aos atributos dos alimentos, com a vantagem de obter uma opinião direta dos consumidores (VARELA; ARES, 2012).

O teste foi conduzido em cabines individuais com iluminação de lâmpadas fluorescentes e equipado com o sistema computadorizado *Compusense Five versão 5.4* para coleta e análise dos dados. Os dados relativos às escalas utilizadas foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey para comparação de médias. Para as respostas do CATA, a frequência de citações foi avaliada.

Além das questões relacionadas à avaliação dos produtos, os consumidores responderam a questões sobre hábitos de consumo de salsicha e características pessoais relacionadas à idade, e definição de classe social segundo o critério de classificação econômica (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA, 2012).

Monitoramento durante armazenamento

O produto mantido a temperatura de $5 \pm 2^{\circ}\text{C}$, foi monitorado por métodos microbiológicos conforme Downes e Ito (2001) para contagem total de microrganismos mesófilos, bactérias lácticas, físico-química (pH, nitrito residual, cor objetiva e perda por exsudação na embalagem). As avaliações foram realizadas em cinco períodos (1, 14, 28, 42 e 56 dias).

Análise estatística

Os resultados das determinações físicas foram analisados por Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação entre as médias dos tratamentos ao nível de 5% de significância usando o programa SAS.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise das emulsões de carne

A utilização de sistemas modelos de emulsões cárneas vem sendo muito explorada no meio científico. Por exemplo, Cofrades et al. (2013) estudou o uso de substituto de toucinho por emulsões água-em-óleo-em-água ($A_1/G/A_2$) preparados com óleo de oliva, ester poliglicerol de ácido ricinoléico, caseinato de sódio e proteína concentrada de soja e Yilmaz et al. (2012) construiu modelos de previsão em sistema modelo de emulsão cárnea usando “Fuzzy Inference System” (ANFIS) e “Artificial Neural Networks” (ANN).

Os sistemas modelos de emulsão cárnea são menos complexos que os produtos, convenientes, econômicos, requerem um menor tempo de preparo e são reproduzíveis (YILMAZ, 2012). Deste modo, facilitam o estudo de diferentes parâmetros e são benéficos na determinação de variáveis críticas difíceis de avaliar em um produto que utiliza como a matéria-prima a carne (Sarıçoban et al., 2010)

Portanto, o processamento de quantidades pequenas de emulsão cárnea em escala de laboratório é de grande valia no estudo da ciência e tecnologia de carnes e no desenvolvimento de pesquisas, por razões de ordem prática e econômica.

Os valores médios e desvios-padrões da composição centesimal das matérias-primas cárneas utilizadas na elaboração das emulsões cárneas (carne bovina e suína) estão apresentados na Tabela 13. Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (NEPA, 2011), a paleta bovina tem em média 72% de umidade, 21% de proteína, 6% de gordura e 1% de cinzas, portanto a matéria-prima bovina usada neste experimento apresenta características normais em relação à composição centesimal.

A paleta suína é composta geralmente por 74,9% de umidade, 19,5% de proteína, 4,7% de gordura e 1,1% de cinzas (ORDÓÑEZ, 2005), os valores apresentados na Tabela 13 estão bem próximos destes, o que significa que a carne suína utilizada neste estudo apresentava as características químicas comuns ao corte (paleta).

O pH final do músculo varia de acordo com o tipo de músculo e a espécie animal, nos músculos bovinos de contração rápida (fibras brancas) este

parâmetro atinge em média valores de 5,5, já nos músculos de contração lenta (fibras vermelhas) atingem em média valores de 6,3 (ORDÉÑEZ et al., 2005). Porém, convencionou-se que carnes bovinas com pH final menores que 5,8 são consideradas normais, apresentando atributos de qualidade para consumo (VILJOEN et al, 2002). Em contraste, carnes bovinas com pH acima de 5,8 tem coloração escura (ABRIL et al., 2001) e são denominadas de DFD (dark, firm and dry), ou seja, uma carne escura, firme e ressecada na superfície. Deste modo, pode-se observar na Tabela 13 que a carne bovina utilizada como matéria-prima estava de acordo com os padrões de qualidade para o parâmetro pH.

O pH da paleta suína é mais alto que dos outros cortes, os valores sugeridos por vários trabalhos científicos são assim resumidos: (a) carne escura, firme e ressecada na superfície, $L^* < 38$ e $pH > 6,3$; (b) carne vermelha, firme e não exsudativa, $L^* < 60$ e pH entre 5,7 a 6,3; (c) carne vermelha, flácida e exsudativa, $L^* < 60$ e $pH < 5,6$ e (d) carne pálida, flácida e exsudativa, $L^* > 60$ e $pH < 5,6$ (SILVEIRA, 2007). Portanto, a carne suína usada neste experimento estava dentro da faixa de uma carne com qualidade aceitável.

Tabela 13 - Características físico-químicas das matérias-primas utilizadas na elaboração das emulsões cárneas

Carne	Umidade*	Gordura*	Cinzas*	Proteína*	pH
Paleta bovina	74,24 ± 0,11	5,08 ± 0,08	1,11 ± 0,04	18,92 ± 0,44	5,83 ± 0,01
Paleta suína	75,63 ± 0,12	3,25 ± 0,04	1,31 ± 0,04	19,45 ± 0,17	6,14 ± 0,01

* g/100 g

A Tabela 14 apresenta os valores médios de composição centesimal dos 20 ensaios de emulsões cárneas, conforme o planejamento experimental com delineamento composto central rotacional (DCCR), baseado na Metodologia de Superfície de Resposta para três variáveis (NaCl, KCl e fosfato) e seis repetições no ponto central apresentado na Tabela 7 (material e métodos).

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de salsichas vigente no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) define quantidade máxima de 65% de umidade, mínimo de 12% de proteína e máximo de 30% de gordura para este produto (BRASIL a, 2000).

Tabela 14 - Características físico-químicas das emulsões cárneas

	Umidade*	Gordura*	Cinzas*	Proteína*	pH
A1	67,43 ± 0,14	13,17 ± 0,05	2,94 ± 0,01	15,83 ± 0,10	6,22 ± 0,00
A2	66,64 ± 0,06	13,73 ± 0,14	3,13 ± 0,01	12,58 ± 0,27	6,27 ± 0,01
A3	65,25 ± 0,04	14,22 ± 0,12	3,66 ± 0,06	15,54 ± 0,32	6,23 ± 0,01
A4	66,63 ± 0,22	12,43 ± 0,11	3,95 ± 0,09	15,84 ± 0,17	6,22 ± 0,03
A5	67,41 ± 0,31	11,87 ± 0,36	3,65 ± 0,02	12,91 ± 0,17	6,59 ± 0,01
A6	66,34 ± 0,10	12,72 ± 0,07	3,83 ± 0,04	15,72 ± 0,31	6,58 ± 0,01
A7	65,01 ± 0,01	13,66 ± 0,16	4,45 ± 0,01	12,40 ± 0,32	6,53 ± 0,00
A8	65,01 ± 0,06	13,94 ± 0,31	4,77 ± 0,02	12,24 ± 0,26	6,51 ± 0,01
A9	65,03 ± 0,09	15,29 ± 0,15	3,60 ± 0,03	11,75 ± 0,33	6,43 ± 0,01
A10	64,42 ± 0,02	15,53 ± 0,19	4,03 ± 0,01	11,64 ± 0,53	6,42 ± 0,00
A11	66,87 ± 0,01	12,99 ± 0,17	3,09 ± 0,02	16,16 ± 0,19	6,48 ± 0,01
A12	65,04 ± 0,09	13,56 ± 4,71	4,52 ± 0,01	12,73 ± 0,23	6,36 ± 0,01
A13	66,64 ± 0,13	13,21 ± 0,21	3,16 ± 0,02	12,38 ± 0,21	6,19 ± 0,02
A14	65,01 ± 0,04	14,08 ± 0,09	4,45 ± 0,02	11,90 ± 0,56	6,66 ± 0,00
A15	66,15 ± 0,06	13,74 ± 0,19	3,84 ± 0,03	12,22 ± 0,03	6,43 ± 0,00
A16	67,23 ± 0,11	11,89 ± 0,33	3,82 ± 0,06	15,84 ± 0,38	6,39 ± 0,01
A17	66,20 ± 0,06	12,68 ± 0,03	3,78 ± 0,04	12,91 ± 0,43	6,42 ± 0,01
A18	66,38 ± 0,06	12,79 ± 0,06	3,87 ± 0,01	12,88 ± 0,16	6,41 ± 0,00
A19	67,09 ± 0,07	12,01 ± 0,21	3,55 ± 0,05	13,10 ± 0,00	6,27 ± 0,02
A20	65,67 ± 0,01	12,72 ± 0,07	3,72 ± 0,04	11,96 ± 0,00	6,42 ± 0,02

* gramas/100 gramas

O teor de proteína atende o regulamento e a umidade encontra-se no limite e em alguns ensaios ultrapassa um pouco este limite, porém este regulamento é para salsichas. Este experimento foi realizado com emulsões, as quais são cozidas dentro de embalagens individuais impermeáveis, ou seja, que não permitem troca de umidade. Deste modo, pressupõe-se que quando esta formulação for utilizada para produzir uma salsicha, esta porcentagem de umidade diminuirá, uma vez que o tratamento térmico em estufa com etapas de secagem.

A Tabela 15 apresenta a porcentagem de fosfato, cloreto de sódio e cloreto de potássio adicionados na formulação e as quantidades respectivas de

fósforo, sódio e potássio nas emulsões finais de cada ensaio. Observamos que os resultados obtidos estão em concordância com os níveis adicionados de cada sal.

Tabela 15 - Porcentagem adicionada de fosfato, NaCl e KCl e os níveis de fósforo (P), sódio (Na) e potássio (K) encontrados nas emulsões cárneas, em mg/100 gramas

Ensaio	% Fosfato	P (mg/100 g)	% NaCl	Na (mg/100 g)	% KCl	K (mg/100 g)
A1	0,10	208,0 ± 2,3	1,30	617,8 ± 2,7	0,46	553,8 ± 15,2
A2	0,40	250,2 ± 0,2	1,30	636,1 ± 5,8	0,46	623,1 ± 5,9
A3	0,10	247,6 ± 8,2	2,20	874,0 ± 23,1	0,46	462,6 ± 12,3
A4	0,40	263,2 ± 2,0	2,20	876,6 ± 10,3	0,46	614,1 ± 4,5
A5	0,10	406,7 ± 12,0	1,30	573,3 ± 19,8	1,24	739,7 ± 24,0
A6	0,40	403,7 ± 14,9	1,30	596,9 ± 16,7	1,24	839,6 ± 15,6
A7	0,10	408,4 ± 4,7	2,20	888,0 ± 17,3	1,24	753,5 ± 17,9
A8	0,40	405,2 ± 2,9	2,20	898,0 ± 0,1	1,24	893,5 ± 6,6
A9	0,00	331,8 ± 3,5	1,75	778,6 ± 12,7	0,85	582,9 ± 29,8
A10	0,50	332,3 ± 2,7	1,75	763,9 ± 29,3	0,85	786,7 ± 25,9
A11	0,25	370,2 ± 3,6	1,00	544,6 ± 4,5	0,85	726,5 ± 10,1
A12	0,25	355,6 ± 3,0	2,50	898,2 ± 0,3	0,85	720,2 ± 5,5
A13	0,25	198,8 ± 10,1	1,75	767,7 ± 4,6	0,20	444,8 ± 1,1
A14	0,25	460,0 ± 1,3	1,75	790,6 ± 2,5	1,50	899,8 ± 3,1
A15	0,25	334,1 ± 1,4	1,75	771,5 ± 3,6	0,85	663,8 ± 0,8
A16	0,25	329,9 ± 6,9	1,75	787,3 ± 8,5	0,85	676,9 ± 6,2
A17	0,25	330,4 ± 3,7	1,75	784,4 ± 11,2	0,85	677,1 ± 9,2
A18	0,25	327,8 ± 2,9	1,75	809,8 ± 5,5	0,85	721,8 ± 3,3
A19	0,25	256,8 ± 16,9	1,75	776,4 ± 45,8	0,85	602,5 ± 38,0
A20	0,25	305,9 ± 9,2	1,75	789,1 ± 5,8	0,85	705,1 ± 5,9

Esta análise foi importante para que se pudesse ter certeza dos teores finais de cada sal nos ensaio, pois com exceção do NaCl adicionado, os outros sais (fosfato e KCl) são misturas, nas quais o fosfato tem 44-45,8% de P_2O_5 , 2,6-2,9 de Na_2O e 49,3-51,5% de K_2O e o KCl tem 80% de cloreto de potássio e o restante é composto de maltodextrina.

Análise da estabilidade da emulsão (EE)

As médias dos resultados das determinações de estabilidade da emulsão são apresentadas na Tabela 16. Através dos resultados obtidos não foi possível elaborar um modelo matemático com as variáveis codificadas, uma vez que todos os parâmetros do modelo não foram significativos ao nível de 95% de confiança (F calculado inferior ao F tabelado) e a porcentagem de variação explicada ou coeficientes de determinação (R^2) menor que 70% (23,15%).

Ou seja, neste sistema modelo de emulsão cárnea, na qual se variou o cloreto de sódio de 1% até 2,5%, o cloreto de potássio de 0,2% a 1,5% e o fosfato de 0% a 0,4% não houve influência destes fatores na análise do delineamento central rotacional baseado na metodologia de superfície de resposta. Uma vez que este tipo de planejamento fatorial sempre tem os fatores somados, provavelmente a soma do NaCl, KCl e fosfato em cada ensaio (A1 ao A20) tenha contribuído para que a variável dependente, estabilidade da emulsão, não sofresse influência da porcentagem de sais adicionados.

Uma possível causa tecnológica para a falta de ajuste para o modelo é a elevada qualidade da proteína utilizada, paleta bovina e suína, que pode ter aumentado a estabilidade da emulsão de tal forma que a variação dos sais não tenha influenciado neste parâmetro.

Tabela 10 - Resultados do teste de estabilidade de emulsões cárneas elaboradas com diferentes teores adicionados de fosfato, NaCl e KCl

Ensaio	Fosfato	[NaCl]	[KCl]	EE (% de exsudado liberado)
A1	0,10	1,30	0,46	8,93 ± 0,49
A2	0,40	1,30	0,46	8,62 ± 0,41
A3	0,10	2,20	0,46	8,52 ± 0,39
A4	0,40	2,20	0,46	8,39 ± 0,29
A5	0,10	1,30	1,24	8,41 ± 0,30
A6	0,40	1,30	1,24	8,44 ± 0,45
A7	0,10	2,20	1,24	8,27 ± 0,43
A8	0,40	2,20	1,24	8,29 ± 0,89
A9	0,00	1,75	0,85	9,41 ± 0,71
A10	0,50	1,75	0,85	9,40 ± 0,43
A11	0,25	1,00	0,85	9,49 ± 2,43
A12	0,25	2,50	0,85	8,38 ± 1,27
A13	0,25	1,75	0,20	9,51 ± 0,61
A14	0,25	1,75	1,50	8,50 ± 0,38
A15	0,25	1,75	0,85	8,00 ± 0,72
A16	0,25	1,75	0,85	7,88 ± 1,30
A17	0,25	1,75	0,85	8,42 ± 2,05
A18	0,25	1,75	0,85	9,08 ± 0,43
A19	0,25	1,75	0,85	8,94 ± 1,62
A20	0,25	1,75	0,85	8,89 ± 0,38

Análise da cor objetiva das emulsões cárneas

A Tabela 17 apresenta as médias e desvios-padrões das cores objetivas L* (luminosidade), a* (cor vermelha) e b* (cor verde) nos 20 ensaios com as variáveis NaCl, KCl e fosfato nas emulsões cárneas.

Tabela 17 - Resultados da cor objetiva das emulsões cárneas (médias e desvios-padrões)

Ensaio	Fosfato	[NaCl]	[KCl]	Cor objetiva		
				L*	a*	b*
A1	0,10	1,30	0,46	68,15 ± 0,35	7,51 ± 0,23	11,10 ± 0,28
A2	0,40	1,30	0,46	68,16 ± 0,57	7,24 ± 0,24	11,56 ± 0,29
A3	0,10	2,20	0,46	68,50 ± 0,44	7,03 ± 0,14	12,00 ± 0,11
A4	0,40	2,20	0,46	68,14 ± 0,45	7,35 ± 0,27	11,35 ± 0,31
A5	0,10	1,30	1,24	68,57 ± 0,38	6,20 ± 0,07	12,74 ± 0,33
A6	0,40	1,30	1,24	68,71 ± 0,40	6,13 ± 0,17	12,61 ± 0,19
A7	0,10	2,20	1,24	69,45 ± 0,64	5,89 ± 0,26	12,97 ± 0,44
A8	0,40	2,20	1,24	69,33 ± 0,21	5,57 ± 0,29	12,95 ± 0,34
A9	0,00	1,75	0,85	68,82 ± 0,61	6,89 ± 0,27	11,94 ± 0,20
A10	0,50	1,75	0,85	69,02 ± 0,39	6,59 ± 0,10	11,81 ± 0,47
A11	0,25	1,00	0,85	68,31 ± 0,47	7,19 ± 0,27	11,59 ± 0,26
A12	0,25	2,50	0,85	69,49 ± 0,95	6,79 ± 0,11	11,73 ± 0,33
A13	0,25	1,75	0,20	68,71 ± 0,60	7,48 ± 0,24	10,90 ± 0,26
A14	0,25	1,75	1,50	67,99 ± 0,63	6,09 ± 0,28	13,06 ± 0,42
A15	0,25	1,75	0,85	67,26 ± 1,07	6,23 ± 0,31	13,03 ± 0,19
A16	0,25	1,75	0,85	68,83 ± 0,32	6,41 ± 0,18	12,36 ± 0,30
A17	0,25	1,75	0,85	68,50 ± 0,28	6,74 ± 0,21	11,91 ± 0,13
A18	0,25	1,75	0,85	69,45 ± 0,50	6,56 ± 0,11	11,84 ± 0,25
A19	0,25	1,75	0,85	67,46 ± 0,36	7,23 ± 0,14	11,92 ± 0,06
A20	0,25	1,75	0,85	68,62 ± 0,65	7,20 ± 0,38	11,62 ± 0,38

Através dos resultados obtidos não foi possível elaborar um modelo matemático com as variáveis codificadas, uma vez que nenhum dos parâmetros do modelo não foram significativos ao nível de 95% de confiança (F calculado superior ao F tabelado). Sendo a porcentagem de variação explicada ou coeficiente de determinação (R^2) menor que 70% para L* (32,85%), indicando que não houve um bom ajuste dos valores experimentais ao modelo. Isso mostra que essas variáveis dependentes, dentro das condições estudadas, não representam respostas importantes para a avaliação da influência dos teores de NaCl, KCl e fosfato na luminosidade (L*) em uma emulsão cárnea.

Já a coloração vermelha apresentou 78,33% de R^2 , apesar disto, as superfícies de respostas não apresentaram uma otimização do processo em relação a este parâmetro.

Através dos resultados obtidos não foi possível elaborar um modelo matemático com as variáveis codificadas, uma vez que todos os parâmetros do modelo (Tabela 20) não foram significativos ao nível de 95% de confiança. Sendo a porcentagem de variação explicada ou coeficiente de determinação (R^2) igual a 76,63%.

Não houve uma otimização do processamento em relação ao parâmetro coloração amarela (b^*), pois não há nenhum ponto ótimo na superfície de resposta. Na literatura é recorrente encontrarmos resultados em relação à cor amarela (b^*) que também não foram afetadas pela redução de sal e/ou adição de outros sais próprios para redução de sódio em salsicha.

Uma vez que esta emulsão foi formulada apenas com carne bovina e suína de boa qualidade (paleta), os pigmentos de cor também são de boa qualidade e estáveis, isto pode ter influenciado para que não houvesse diferença de cor em relação à proporção dos sais adicionados neste sistema modelo de emulsão cárnea. Mas não se pode afirmar o mesmo se esta formulação fosse aplicada em um produto real (salsicha), uma vez que teríamos o processo de avermelhamento no tratamento térmico, o qual auxilia na coloração final do produto.

Análise da força de cisalhamento das emulsões cárneas

A força de cisalhamento (FC) foi usada para análise da textura por se tratar de um sistema modelo de emulsão cárnea, na qual a metodologia estatística escolhida para analisar os dados foi a Superfície de Resposta. Portanto, para se ter uma resposta mais direta, escolhemos a FC ao invés da análise do perfil de textura (TPA), o qual teríamos ao menos quatro variáveis dependentes para analisar (dureza, elasticidade, mastigabilidade e coesividade) e três superfícies de resposta por variável dependente.

A importância desta análise foi fornecer a resposta de qual seriam as melhores porcentagens a serem utilizadas de cloreto de potássio e fosfato objetivando uma maior FC em uma emulsão cárnea, ao contrário de quando se trabalha com o produto real, como ocorreu na segunda etapa deste projeto, pois

neste caso o mais coerente é o uso da metodologia de TPA juntamente com as respostas de FC para análise da textura, por se tratar de um produto cárneo. Porém, alguns trabalhos utilizam apenas a força de cisalhamento para analisar a textura de produtos, como no caso de Su et al. (2002), que analisou as características físicas e microestrutura de salsichas reduzidas de gordura, assim como o efeito do teor de sal e estabilização de gorduras com proteínas não cárneas.

As médias e desvios-padrões da força de cisalhamento das emulsões cárneas estão apresentados na Tabela 18. Os valores de FC são mais baixos se comparados com o produto real, a salsicha, isto ocorre pelo fato das emulsões terem sido tratadas termicamente em banho-maria, em embalagens impermeáveis. Ou seja, não foram submetidas à estufa, onde passariam pelo processo de secagem, no qual formaria uma camada superficial resistente, a qual popularmente é denominada de “casca” e que é o responsável pelos picos quando se faz a análise de força de cisalhamento. Outro fator importante é a perda de umidade (água) neste processo de cozimento em estufa, o que também contribui para uma textura mais firme, o que não ocorreu no sistema modelo de emulsão cárnea.

Tabela 18 - Média e desvios-padrões de força de cisalhamento das emulsões cárneas

Ensaio	Fosfato	[NaCl]	[KCl]	Força de cisalhamento (g)
A1	0,10	1,30	0,46	608,67 ± 30,27
A2	0,40	1,30	0,46	575,63 ± 30,94
A3	0,10	2,20	0,46	561,05 ± 21,34
A4	0,40	2,20	0,46	527,65 ± 26,85
A5	0,10	1,30	1,24	571,62 ± 10,82
A6	0,40	1,30	1,24	580,73 ± 33,12
A7	0,10	2,20	1,24	517,78 ± 21,44
A8	0,40	2,20	1,24	571,35 ± 24,74
A9	0,00	1,75	0,85	565,53 ± 19,53
A10	0,50	1,75	0,85	586,24 ± 14,23
A11	0,25	1,00	0,85	672,92 ± 10,01
A12	0,25	2,50	0,85	580,16 ± 22,50
A13	0,25	1,75	0,20	564,10 ± 14,01
A14	0,25	1,75	1,50	590,68 ± 24,16
A15	0,25	1,75	0,85	586,14 ± 12,16
A16	0,25	1,75	0,85	669,78 ± 19,94
A17	0,25	1,75	0,85	686,73 ± 18,94
A18	0,25	1,75	0,85	670,92 ± 31,18
A19	0,25	1,75	0,85	624,10 ± 20,42
A20	0,25	1,75	0,85	619,34 ± 27,44

Através dos resultados obtidos foi possível elaborar um modelo matemático com as variáveis codificadas, uma vez que os termos quadrático do fosfato e quadrático do KCl do modelo (Tabela 19) foram significativos ($p < 0,05$). Sendo a porcentagem de variação explicada ou coeficiente de determinação (R^2) igual a 75,56%.

Analisando-se os coeficientes de regressão (Tabela 23), observamos que o NaCl, dentro da faixa estudada nos ensaios (1,0 a 2,2 %) não foi estatisticamente significativo, não afetando a força de cisalhamento do produto. O modelo com as variáveis incluindo os parâmetros estatisticamente significativos a $p < 0,05$ é expresso por:

$$\text{Força de cisalhamento} = 643,96 - 29,70 \text{ Fosfato}^2 - 29,15 \text{ KCl}^2$$

Tabela 19 - Coeficientes de regressão para força de cisalhamento das emulsões cárneas

	Coeficientes de regressão	Erro padrão	t(5)	P
Média	643,96	15,84	40,65	0,00*
Fosfato (L)	2,27	10,58	0,21	0,84
Fosfato (Q)	-29,70	10,44	-2,84	0,04*
NaCl (L)	-23,15	10,58	-2,19	0,08
NaCl (Q)	-11,32	10,44	-1,08	0,33
KCl (L)	0,93	10,58	0,09	0,93
KCl (Q)	-29,15	10,44	-2,79	0,04*
Fosfato x NaCl	5,51	13,75	0,40	0,71
Fosfato x KCl	16,14	13,75	1,17	0,29
NaCl x KCl	4,05	13,75	0,29	0,78

* valores significativos para $p < 0,05$

O F calculado da regressão foi três vezes maior que o F tabelado (Tabela 20), o que significa que o modelo é preditivo e o F calculado da falta de ajuste foi menor que o tabelado, mostrando que não foi significativo.

Tabela 11 - ANOVA para a resposta de força de cisalhamento das emulsões cárneas

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F calculado	F tabelado
Regressão	35562,70	9	35562,70	47,99	3,02*
Resíduo	7410,46	10	741,05		
Falta de ajuste	2940,63	5	588,13	0,39	5,05**
Erro Puro	7558,46	5	1511,69		
Total	42973,16	19			

F tabelado (9;10;0,05)*; F tabelado (5;5;0,05)**

Nas figuras 1, 2 e 3 quanto mais intensa é a cor vermelha, maior é a força de cisalhamento (g). Portanto, pode-se observar que os níveis de NaCl que promovem maior força de cisalhamento estão entre 1% a 1,75%, o fosfato apresenta maiores valores de FC no nível de 0,25% e o KCl em 0,85%.

Figura 1 - Superfície de resposta (a) e curvas de contorno (b) para o fator de força de cisalhamento em função da razão de NaCl e fosfato nas emulsões cárneas

Figura 2 - Superfície de resposta (a) e curvas de contorno (b) para o fator de força de cisalhamento em função da razão de KCl e fosfato nas emulsões cárneas

Figura 3 - Superfície de resposta (a) e curvas de contorno (b) para o fator de força de cisalhamento em função da razão de KCl e NaCl nas emulsões cárneas

Portanto, na avaliação da resposta força de cisalhamento, verifica-se que, dentro da faixa estudada, as condições para elaboração de uma formulação de salsicha, visando maior força de cisalhamento, são:

- Porcentagem de KCl na formulação: 0,85%
- Porcentagem de fosfato na formulação: 0,25%

Em um sistema de emulsão cárnea, na qual a matéria-prima foi paleta bovina e paleta suína, apenas a força de cisalhamento sofreu influência da variação dos sais, os outros parâmetros (estabilidade da emulsão e cor objetiva) não apresentaram influência das variáveis independentes, provavelmente pela qualidade da matéria-prima que tem pigmentos estáveis e alta qualidade das proteínas miofibrilares garantindo uma boa estabilidade da emulsão.

4.2 Avaliação das salsichas

A composição centesimal e o pH das matérias-primas cárneas utilizadas para elaboração das salsichas elaboradas com cortes cárneos estão expressas na Tabela 21, as médias estão dentro dos padrões normais de qualidade. Segundo Ordóñez (2005), o toucinho é composto de 40% de umidade, 11,2% de proteína, 48,2% de gordura e 0,6% de cinzas, porém no presente estudo, a matéria-

prima era composta com um teor maior de gordura e continha menos umidade, esta variação é devido à própria variação da matéria-prima, não de qualidade do produto.

Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (NEPA, 2011), a paleta bovina tem em média 72% de umidade, 21% de proteína, 6% de gordura e 1% de cinzas, o que se aproxima dos valores encontrados na matéria-prima utilizada no projeto, apenas a gordura está um pouco abaixo do reportado na literatura.

A paleta suína é composta geralmente por 74,9% de umidade, 19,5% de proteína, 4,7% de gordura e 1,1% de cinzas (ORDÓÑEZ, 2005), o que está bem próximo dos valores apresentados na Tabela abaixo.

Carnes bovinas com pH final menores que 5,8 são consideradas normais, apresentando atributos de qualidade para consumo (VILJOEN et al, 2002). Em contraste, carnes bovinas com pH acima de 5,8 tem coloração escura (ABRIL et al., 2001) e são denominadas de DFD (dark, firm and dry), ou seja, uma carne escura, firme e ressecada na superfície, portanto o pH da matéria-prima bovina está de acordo com os padrões.

O pH da paleta suína é mais alto que dos outros cortes, os valores sugeridos por vários trabalhos científicos são assim resumidos: (a) carne escura, firme e ressecada na superfície, $L^* < 38$ e $pH > 6,3$; (b) carne vermelha, firme e não exsudativa, $L^* < 60$ e pH entre 5,7 a 6,3; (c) carne vermelha, flácida e exsudativa, $L^* < 60$ e $pH < 5,6$ e (d) carne pálida, flácida e exsudativa, $L^* > 60$ e $pH < 5,6$ (SILVEIRA, 2007). Portanto, a carne suína usada neste experimento estava dentro da faixa de uma carne com qualidade aceitável.

Tabela 21 - Composição centesimal e pH das matérias-primas cárneas

	Toucinho	Paleta bovina	Paleta suína
Umidade (g/100g)	24,83 $\pm$ 7,25	75,05 $\pm$ 0,56	72,59 $\pm$ 1,45
Gordura (g/100g)	68,74 $\pm$ 9,61	2,37 $\pm$ 0,26	6,19 $\pm$ 1,52
Proteína (g/100g)	6,09 $\pm$ 2,95	20,94 $\pm$ 0,86	19,68 $\pm$ 0,96
Cinzas (g/100g)	0,33 $\pm$ 0,12	1,13 $\pm$ 0,08	1,03 $\pm$ 0,03
pH	6,09 $\pm$ 0,27	5,64 $\pm$ 0,17	6,17 $\pm$ 0,23

Valores são a média $\pm$ desvio-padrão de 3 repetições de processo em tempos diferentes.

A composição centesimal dos três tratamentos de salsicha (SC₁, SC_{1,3} e SC_{1,75}) pode ser observada na Tabela 22. Segundo o regulamento de identidade de salsicha (BRASIL a, 2000), a umidade está um pouco acima do permitido que é de 60%, porém se considerarmos que a RDC n° 360 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003) que admite uma tolerância de mais 20% com relação aos valores de nutrientes declarados no rótulo, que seriam condizentes com a legislação vigente, o teor de gordura estaria dentro dos padrões de qualidade, mas adequações seriam necessárias para a comercialização do produto em escala comercial. Já os teores de gordura e proteína estão de acordo com o regulamento, máximo 30% e mínimo 12%, respectivamente.

Paes (2011) reportou a composição centesimal de seis marcas de salsichas do mercado brasileiro e encontrou de 66% a 53% de umidade, 10% a 14% de proteína, de 10% a 25% de gordura, 3% a 4% de cinzas e até 7,7% de carboidratos totais. O que está bem próximo aos valores do estudo, apenas o carboidrato apresentados pelos produtos do mercado estão mais altos, indicando que as indústrias utilizam porcentagens mais altas de fontes de carboidrato, utilizados para reter a água com custo baixo, como é o caso da fécula de mandioca.

Tabela 22 - Composição centesimal dos três tratamentos de salsicha

	SC ₁	SC _{1,3}	SC _{1,75}
Umidade (g/100g)	63,69 ± 1,23	62,33 ± 1,59	64,72 ± 0,83
Gordura (g/100g)	15,87 ± 1,86	16,61 ± 2,02	13,90 ± 0,09
Proteína (g/100g)	13,36 ± 0,61	13,16 ± 0,84	13,70 ± 0,38
Cinzas (g/100g)	2,96 ± 0,08	3,33 ± 0,07	3,68 ± 0,31
Carboidratos (g/100g)	2,55 ± 0,16	2,60 ± 0,06	2,48 ± 0,08

SC₁= salsicha de carne contendo 1% de cloreto de sódio

SC_{1,3}= salsicha de carne contendo 1,3% de cloreto de sódio

SC_{1,75}= salsicha de carne contendo 1,75% de cloreto de sódio

Valores são a média ± desvio-padrão de 3 repetições de processo em tempos diferentes

A Tabela 23 apresenta os teores de sódio, fósforo e potássio nos produtos finais, sendo que a adição de NaCl foi de 1% (SC₁), 1,3% (SC_{1,3}) e 1,75% (SC_{1,75}), os teores de fosfato e cloreto de potássio foram 0,25% e 0,85%, respectivamente. Esta análise foi importante para constatar os teores finais de cada sal e assim poder comparar com outros trabalhos da literatura e mesmo do mercado.

Deste modo, pode-se observar que estão de acordo com os níveis adicionados em cada tratamento.

Tabela 23 - Níveis de sódio, potássio e fósforo na salsicha

	SC ₁	SC _{1,3}	SC _{1,75}
Na (mg/100 g)	587,34 ± 63,66	749,96 ± 72,65	916,73 ± 169,30
Fósforo (mg/100 g)	221,52 ± 31,32	210,13 ± 27,82	188,42 ± 32,19
Potássio (mg/100 g)	715,19 ± 16,42	739,78 ± 8,91	725,12 ± 46,69

SC₁ = salsicha de carne contendo 1% de cloreto de sódio

SC_{1,3} = salsicha de carne contendo 1,3% de cloreto de sódio

SC_{1,75} = salsicha de carne contendo 1,75% de cloreto de sódio

Valores são a média ± desvio-padrão de 3 repetições de processo em tempos diferentes

A perda de peso por cocção não apresentou diferença entre os tratamentos ($p>0,05$), devido provavelmente à alta qualidade das matérias-primas, desta forma a redução do sódio não influenciou neste parâmetro (Tabela 24). Tobin et al. (2013), reportou que um aumento no teor de sal de 0,8% para 2,4% melhorou a perda por cozimento e a capacidade de retenção de água em salsicha suína. Porém, no presente trabalho, além do sal (NaCl), houve adição de fosfato e cloreto de potássio específicos para produtos que objetivam a redução de sódio, deste modo, pode-se supor que estes dois aditivos cumpriram o papel em relação a manter os valores de perda de peso por cozimento, mesmo com a redução dos teores de NaCl. Choi et al (2014), também não encontrou diferença significativa ($p>0,05$) na análise de perda de peso no cozimento em salsichas reduzidas de cloreto de sódio.

No teste de estabilidade de emulsão, houve diferença significativa ($p<0,05$) entre os tratamentos, sendo que o SC_{1,75} apresentou os maiores valores (maior porcentagem de exsudado), o que significa que neste teste, o tratamento com maior teor de sódio apresentou a menor estabilidade de emulsão. Provavelmente, houve um excesso de sais no tratamento com 1,75% de NaCl, o que pode ter aumentado a força iônica a um valor que tenha desnaturado parte das proteínas miofibrilares através de um sinergismo dos três sais usados no estudo, o cloreto de sódio, fosfato e cloreto de potássio. Este excesso pode ter sido a causa de ter prejudicado a estabilidade da emulsão, pois o NaCl (1,75%) somado ao KCl (0,85%), totalizam 2,6% de sal, se levarmos em conta que o fosfato (0,25%) é específico para

produtos *low sodium*, então teremos 2,85% do total de sal. Porém, no produto final temos 900 mg de sódio/100 g de produto, o que é inferior a muitos produtos da mesma categoria (salsicha) no mercado brasileiro.

Porém, na literatura científica em relação à estabilidade da emulsão, Nascimento (2007) reportou que não houve diferença significativa em salsichas com redução de cloreto de sódio e adição de cloreto de potássio, o que não foi verificado neste trabalho. Sofos (1983) encontrou uma diminuição da estabilidade da emulsão quando reduziu o teor de sódio de 2,5% para 1,5% em salsichas tipo Frankfurter. Do mesmo modo, KANG (2014), concluiu que o aumento do teor de sal (0,5%, 1%, 2% e 3%), aumentou a estabilidade da emulsão do produto (kung-wan).

Em relação à perda de peso por exsudação (PPE), pode-se observar que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos. Um fator que pode ter influenciado neste resultado foi a utilização de embalagens termoencolhíveis. Estas embalagens são constituídas de filmes em multicamadas, de modo que a camada mais externa é constituída de polietileno de alta densidade. Deste modo, oferecem alta barreira ao vapor de água e baixa permeabilidade ao oxigênio, quando passam pelo processo de termoencolhimento em água a 87 a 95°C, reduz acima de 25% de seu tamanho original.

No trabalho de PAES (2011), no qual se trabalhou com seis marcas de salsichas tipo “hot dog” do mercado brasileiro, os produtos que apresentaram maiores perdas de peso por exsudação não foram relacionadas com os menores teores de sódio, diferente desta pesquisa, mas continham valores intermediários de porcentagem de sódio quando comparados com as outras marcas estudadas. Provavelmente em função da presença de outros ingredientes, como por exemplo a maltodextrina e/ou a proteína texturizada de soja.

Ao longo do período avaliado em relação à PPE, apenas o tratamento SC₁ apresentou diferença entre as médias ao longo do estudo, sendo que o terceiro dia (28 dias) apresentou a maior perda por exsudação, mesmo que os outros tratamentos não tenham apresentado diferença no teste de Tukey, observa-se que o mesmo ocorre em relação ao mesmo tempo de análise, ou seja, apresentaram maiores valores aos 28 dias de análise. Uma possível explicação para este fato que se repetiu nas três repetições de processamento (ver anexo) é a textura do exsudado, que pode ter ficado mais espesso aos 42 dias de armazenamento, o que fez com que mais líquido ficasse aderido ao produto, desta forma no cálculo final da

análise, a porcentagem de exsudado foi menor que aos 28 dias e depois se estabilizou.

Comparando-se com embalagens à vácuo comuns, observa-se que as termoencolhíveis, moldam ao conteúdo do pacote aumentando o contato entre o produto e a embalagem, desta forma confere uma melhor apresentação do produto final para o consumidor e minimiza os problemas com exsudação. O fato da PPE não ter sido influenciada pela diminuição do cloreto de sódio é um ponto positivo, pois a perda de exsudação reduz a suculência do produto e aumenta a possibilidade de crescimento microbiano, variando conforme o tempo e temperatura de estocagem.

Tabela 24 - Avaliações tecnológicas das salsichas

Análise	Dia	SC ₁	SC _{1,3}	SC _{1,75}	
PPC (%)	-	4,67 ± 1,35	4,73 ± 0,91	5,29 ± 1,25	(0,3)
EE (%)	-	4,20 ± 0,54 ^b	4,12 ± 0,46 ^b	5,03 ± 2,23 ^a	(0,002)
PPE (%)	1	1,50 ± 0,64 ^B	1,83 ± 0,70	1,47 ± 0,96	(0,5)
	14	1,66 ± 0,62 ^B	1,81 ± 1,01	1,78 ± 0,71	(0,9)
	28	2,81 ± 0,85 ^A	2,05 ± 1,11	2,96 ± 2,05	(0,3)
	42	1,95 ± 0,37 ^B	1,99 ± 0,84	1,72 ± 1,00	(0,7)
	56	1,94 ± 0,49 ^B	1,56 ± 0,95	1,90 ± 0,56	(0,4)
		(0,0007)	(0,8)	(0,09)	

Valor de P entre parênteses

Valores são a média minúscula diferentes nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os tratamentos

Médias com letras maiúsculas diferentes nas colunas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os dias de monitoramento do produto

SC₁= salsicha de carne contendo 1% de cloreto de sódio

SC_{1,3}= salsicha de carne contendo 1,3% de cloreto de sódio

SC_{1,75}= salsicha de carne contendo 1,75% de cloreto de sódio

PPC: perda de peso por cocção; EE: estabilidade da emulsão, expresso em % de exsudado e PPE: perda de peso por exsudação

A Tabela 25 apresenta os valores médios de pH, observa-se que a partir do segundo ponto de avaliação (14 dias), o tratamento SC₁ apresentou os maiores valores de pH, desta forma, pode-se supor que o menor teor de sal, nas condições estudadas, mantiveram valores mais elevados de pH em comparação com os tratamentos com teores reduzidos de cloreto de sódio. No ponto de caracterização (primeiro dia) não houve diferença entre os tratamentos, ou seja, o

teor de sal não influenciou o pH do produto logo após seu processamento assim como no trabalho de Puolanne et al. (2001) e Kang et al. (2014).

Os valores de atividade de água (A_w) expressos na Tabela 25 mostram que o tratamento com 1% de cloreto de sódio tem uma atividade de água maior quando comparado aos tratamentos com 1,3 e 1,75% de cloreto de sódio. Isto já era esperado, uma vez que já é sabido que quanto maior o teor de sal presente em um produto, menor é a atividade de água, devido a sua habilidade de reduzir a A_w . No estudo de Paes (2011), com salsichas tipo “hot dog” do mercado brasileiro, foi apresentado um valor médio de 0,966 das seis marcas estudadas. Os produtos do presente trabalho apresentaram uma atividade de água mais alta que os produtos do mercado.

Tabela 25 - Valores médios de pH e atividade de água das salsichas armazenadas a $5 \pm 2^\circ\text{C}$

Análise	Dia	SC ₁	SC _{1,3}	SC _{1,75}	
Aw	-	$0,979 \pm 0,003^a$	$0,975 \pm 0,002^b$	$0,974 \pm 0,005^b$	(<0,0001)
	1	$6,23 \pm 0,18^C$	$6,13 \pm 0,13^B$	$6,14 \pm 0,14^B$	(0,2)
	14	$6,35 \pm 0,08^{BCa}$	$6,28 \pm 0,03^{Aab}$	$6,26 \pm 0,03^{ABb}$	(0,008)
	28	$6,49 \pm 0,08^{Aa}$	$6,21 \pm 0,19^{ABb}$	$6,37 \pm 0,07^{Aab}$	(0,0006)
	42	$6,38 \pm 0,05^{ABa}$	$6,32 \pm 0,02^{Ab}$	$6,26 \pm 0,07^{ABb}$	(0,0004)
	56	$6,41 \pm 0,04^{ABa}$	$6,35 \pm 0,03^{Aa}$	$6,21 \pm 0,18^{Bb}$	(0,001)
pH		(0,0002)	(0,0008)	(0,002)	

Valor de P entre parênteses

Médias com letras minúsculas diferentes nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os tratamentos

Médias com letras maiúsculas diferentes nas colunas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os dias de monitoramento do produto

SC1= salsicha de carne contendo 1% de cloreto de sódio

SC1,3= salsicha de carne contendo 1,3% de cloreto de sódio

SC1,75= salsicha de carne contendo 1,75% de cloreto de sódio

Valores são a média $\pm$ desvio-padrão de 3 repetições de processo em tempos diferentes

A Tabela 26 apresenta os valores médios da força de cisalhamento (FC) dos três tratamentos, observa-se que o tratamento SC_{1,3} apresentou os maiores valores deste parâmetro. Na média, as salsichas do Brasil apresentam valores entre 1,2 kg a 2,2 kg para FC (PAES et al, 2011).

Os valores médios da análise de perfil de textura, na qual apenas a elasticidade apresentou diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$), sendo

que o tratamento com menor teor de NaCl (1%) apresentou os menores valores de elasticidade, devido provavelmente a menor extração de proteínas miofibrilares. Os parâmetros de dureza, coesividade e mastigabilidade não foram afetados pelos tratamentos. No trabalho de Choi et al. (2014) também não houve alteração dos parâmetros de dureza e coesividade em salsichas tipo frankfurter reduzidas de sódio.

Resultados diferentes têm sido reportados para os efeitos da porcentagem de NaCl na textura de produtos cárneos (NASCIMENTO, 2007). Choi et al., (1987) não encontrou diferença em nenhum dos parâmetros de TPA em salsichas tipo Frankfurter com redução de 3,0% para 1,5% de NaCl e Matulis (1995) concluiu no mesmo tipo de produto com redução de 2,5% para 1,5% que as salsichas ficaram mais macias.

As diferenças relatadas na literatura, em relação aos parâmetros do TPA, podem ter diversos fatores que influenciam as propriedades dos sistemas cárneos, como por exemplo, espécie animal, pH e taxa de aquecimento (COFRADES, 1997).

Tabela 26 - Força de cisalhamento (FC) e perfil de textura das salsichas

	SC ₁	SC _{1,3}	SC _{1,75}	
FC (kg)	1,77 ± 0,18 ^b	1,93 ± 0,23 ^a	1,75 ± 0,19 ^b	(0,002)
Dureza*	3140,16 ± 791,37	3411,42 ± 774,02	3103,28 ± 574,91	(0,20)
Elasticidade	0,86 ± 0,02 ^b	0,87 ± 0,01 ^a	0,87 ± 0,01 ^{ab}	(0,02)
Coesividade	0,63 ± 0,04	0,63 ± 0,05	0,64 ± 0,04	(0,6)
Mastigabilidade*	1718,38 ± 486,25	1881,19 ± 385,92	1723,89 ± 262,35	(0,1)

* valor em gramas

Valor de P entre parênteses

Médias com letras minúsculas diferentes nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os tratamentos

SC₁= salsicha de carne contendo 1% de cloreto de sódio

SC_{1,3}= salsicha de carne contendo 1,3% de cloreto de sódio

SC_{1,75}= salsicha de carne contendo 1,75% de cloreto de sódio

Valores são a média ± desvio-padrão de 3 repetições de processo em tempos diferentes

A avaliação da cor objetiva é um dos métodos analíticos mais importantes para obtenção de informações sobre a qualidade dos embutidos cárneos em geral, mesmo sem padrões de cor do produto (PAES et al, 2011). A

Tabela 27 apresenta os valores médios e os respectivos desvios padrões dos parâmetros L^* , a^* e b^* . Pode-se observar que o parâmetro de luminosidade (L^*) foi o mais significativo para avaliação ao longo da vida útil, sendo que todos os tratamentos apresentaram um aumento deste parâmetro ao longo do armazenamento, possivelmente os pigmentos da carne foram degradados durante o armazenamento mesmo com a presença de aditivos que tem a função de manter a cor dos produtos, como é caso do fosfato. Outro fator que pode ter contribuído para o aumento do valor de L^* é a liberação de água. Mas não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos. Paes (2011) encontrou uma variação de 52,5 a 60,5 no valor de L^* na parte interna de salsichas comerciais.

Em relação à diferença entre os tratamentos, apenas no dia 42 houve diferença significativa ($p<0,05$) no parâmetro de luminosidade, sendo que o tratamento com 1,3% de NaCl apresentou a menor média, o que significa que ele manteve por mais tempo a coloração em relação ao parâmetro L^* . Nascimento (2007) observou que quanto menor o teor de cloreto sódio adicionado e substituído por cloreto de potássio, maior é o valor de L^* , maior o valor de a^* e o parâmetro b^* não foi influenciado pelos teores dos sais.

No parâmetro cor vermelha (a^*), os tratamentos com 1% e 1,75% de NaCl foram significativos ($p<0,05$) ao longo da vida útil, sendo que o dia 14 apresentou a maior média nos dois tratamentos, mesmo o tratamento com 1,3% de cloreto de sódio apresentou uma tendência de ter o maior valor de a^* aos 14 dias de armazenamento. Isto ocorreu provavelmente porque o produto ainda não havia se estabilizado após um dia de processamento, na qual foi realizada a primeira leitura, por isso houve este aumento na intensidade da cor vermelha aos 14 dias de leitura da cor objetiva. O parâmetro b^* não apresentou diferença estatística ($p>0,05$) ao longo da vida útil e entre os tratamentos, assim como ocorre na maioria dos trabalhos que estudam a cor objetiva em salsichas, devido provavelmente a pouca influencia que o armazenamento e a redução do sal tem sobre este parâmetro.

Tabela 27 - Médias e desvios padrão dos parâmetros L*, a* e b* de cor objetiva das salsichas

Cor	Dias	SC ₁	SC _{1,3}	SC _{1,75}	
L*	1	65,67 ± 4,0 ^B	66,01 ± 4,17 ^{BC}	66,32 ± 4,37 ^{BC}	(0,8)
	14	65,76 ± 1,50 ^B	65,45 ± 3,02 ^C	64,82 ± 1,99 ^C	(0,2)
	28	67,68 ± 1,90 ^A	67,65 ± 2,01 ^{AB}	67,60 ± 2,6 ^{AB}	(0,9)
	42	68,92 ± 0,51 ^{Aa}	68,17 ± 1,38 ^{Ab}	69,22 ± 0,80 ^{Aa}	(0,0002)
	56	68,35 ± 0,46 ^A	68,52 ± 0,84 ^A	68,54 ± 0,66 ^A	(0,4)
		(<0,0001)	(<0,0001)	(<0,0001)	
a*	1	8,11 ± 0,59 ^B	8,06 ± 0,86	8,10 ± 0,97 ^B	(0,9)
	14	8,50 ± 0,45 ^A	8,33 ± 0,66	8,56 ± 0,34 ^A	(0,1)
	28	8,16 ± 0,42 ^B	8,17 ± 0,51	7,99 ± 0,57 ^B	(0,3)
	42	8,07 ± 0,32 ^B	8,24 ± 0,37	8,13 ± 0,26 ^B	(0,1)
	56	8,04 ± 0,37 ^B	7,95 ± 0,30	7,91 ± 0,25 ^B	(0,2)
		(0,0005)	(0,1)	(0,0001)	
b*	1	13,62 ± 0,90	13,56 ± 1,0	13,47 ± 0,91	(0,8)
	14	14,06 ± 1,44	14,03 ± 1,42	14,04 ± 1,76	(0,9)
	28	13,81 ± 1,23	13,67 ± 1,20	13,71 ± 1,19	(0,9)
	42	13,98 ± 1,25	13,63 ± 1,56	14,08 ± 1,10	(0,3)
	56	14,24 ± 1,04	14,31 ± 1,00	14,33 ± 1,03	(0,9)
		(0,3)	(0,1)	(0,06)	

Valor de P entre parênteses.

Médias com letras minúsculas diferentes nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os tratamentos

Médias com letras maiúsculas diferentes nas colunas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os dias de monitoramento do produto

SC1= salsicha de carne contendo 1% de cloreto de sódio

SC1,3= salsicha de carne contendo 1,3% de cloreto de sódio

SC1,75= salsicha de carne contendo 1,75% de cloreto de sódio

Valores são a média ± desvio-padrão de 3 repetições de processo em tempos diferentes

A adição de nitrito previne o crescimento de *Clostridium botulinum*, que produz uma toxina potencialmente fatal, e melhora a coloração dos produtos cárneos (SKROKKI, 1995). O nitrito reage com diferentes constituintes químicos quando é adicionado em um sistema cárneo e, portanto, há uma redução significativa de nitrito residual ao término do processamento do produto (CHOI et al., 2014). Ao longo do período avaliado todos os tratamentos diferiram, ou seja, o nível

de nitrito reduziu progressivamente independente da quantidade de cloreto de sódio adicionado, conforme se observa na Tabela 28.

A partir do dia 28, observa-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos, sendo que o tratamento com 1% de cloreto de sódio manteve os maiores níveis em relação aos outros tratamentos. Acredita-se que alguns componentes (presença de sal, componentes lipídicos, proteína, etc.) das formulações de produtos cárneos tenham influência nos níveis de nitrito residuais detectados (CASSENS et al., 1979).

PAES (2011) que estudou salsichas tipo “hot dog” do mercado brasileiro, encontrou em média 33,8 mg/Kg de nitrito e apenas uma amostra apresentou 5,4 mg/kg de nitrito, o que está mais abaixo dos níveis observados no presente estudo.

Tabela 28 - Valores médios dos níveis de nitrito residual (mg/kg) nas salsichas durante armazenamento a $5 \pm 2^\circ\text{C}$

Dias	SC ₁	SC _{1,3}	SC _{1,75}	Valor de P
1	148,44 $\pm$ 10,34 ^A	147,90 $\pm$ 8,34 ^A	150,52 $\pm$ 12,26 ^A	(0,8)
14	117,79 $\pm$ 17,24 ^B	110,57 $\pm$ 12,57 ^B	110,78 $\pm$ 14,84 ^B	(0,5)
28	97,02 $\pm$ 14,07 ^{Ca}	76,64 $\pm$ 12,79 ^{Cb}	84,75 $\pm$ 11,67 ^{Cab}	(0,009)
42	76,01 $\pm$ 10,81 ^{Da}	64,06 $\pm$ 6,18 ^{Cdb}	63,73 $\pm$ 9,50 ^{Db}	(0,01)
56	65,13 $\pm$ 9,94 ^{Da}	53,69 $\pm$ 5,61 ^{Db}	49,10 $\pm$ 8,34 ^{Db}	(0,001)
	(<0,0001)	(<0,0001)	(<0,0001)	

Valor de P entre parênteses

Médias com letras minúsculas diferentes nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os tratamentos

Médias com letras maiúsculas diferentes nas colunas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os dias de monitoramento do produto

SC1= salsicha de carne contendo 1% de cloreto de sódio

SC1,3= salsicha de carne contendo 1,3% de cloreto de sódio

SC1,75= salsicha de carne contendo 1,75% de cloreto de sódio

Valores são a média $\pm$ desvio-padrão de 3 repetições de processo em tempos diferentes

Observa-se que não houve problemas em relação à qualidade no aspecto microbiológico (Tabela 29). A média dos resultados da contagem de mesófilos, estatisticamente, não houve diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos. No período avaliado, todos os tratamentos apresentaram aumento na contagem de micro-organismos mesófilos e bactérias lácticas. Aos 42 dias de armazenamento foi possível observar em algumas salsichas, pontos esverdeados pequenos e claros

que são relacionados com a ação de bactérias lácticas. Porém, não havia alteração de odor e aparência até os 56 dias de observação.

Tabela 29 - Caracterização microbiológica das salsichas

Micro-organismos	Dias	Contagem			
		SC ₁	SC _{1,3}	SC _{1,75}	
Coliformes					
termotolerantes		< 3,0	< 3,0	< 3,0	
(número mais provável/g)					
Estafilococos coagulase					
positiva (UFC/g)		< 2,0	< 2,0	< 2,0	
Clostrídios sulfito					
redutores (UFC/g)		< 1,0	< 1,0	< 1,0	
Salmonela spp. (ausência					
ou presença em 25 g)		Ausente	Ausente	Ausente	
Micro-organismos	1	1,39 ± 0,24 ^B	1,28 ± 0,24 ^B	1,48 ± 0,33 ^B	(0,3)
	14	1,71 ± 0,66 ^B	1,64 ± 0,65 ^B	1,61 ± 0,32 ^B	(0,9)
	28	2,72 ± 2,13 ^{AB}	2,57 ± 2,15 ^{AB}	2,02 ± 1,00 ^B	(0,6)
	42	4,02 ± 0,70 ^A	3, 31 ± 1,18 ^{AB}	3,04 ± 0,81 ^B	(0,08)
	56	4,58 ± 2,57 ^A	3,99 ± 2,51 ^A	5,99 ± 3,78 ^A	(0,3)
		(0,0002)	(0,0045)	(<0,0001)	
Bactérias lácticas (UFC/g)	1	1,00 ± 0,00 ^B	1,00 ± 0,00 ^B	1,00 ± 0,00 ^B	(0,0)
	14	1,79 ± 0,95 ^B	1,81 ± 1,05 ^{AB}	1,38 ± 0,51 ^B	(0,5)
	28	3,28 ± 1,81 ^{AB}	2,86 ± 2,18 ^{AB}	2,40 ± 1,38 ^{AB}	(0,6)
	42	4,52 ± 1,90 ^A	3,76 ± 1,49 ^A	3,91 ± 2,05 ^A	(0,6)
	56	5,12 ± 2,84 ^A	3,84 ± 2,61 ^A	4,42 ± 2,91 ^A	(0,3)
		(<0,0001)	(0,0037)	(0,0003)	

Valor de P entre parênteses

Médias com letras minúsculas diferentes nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os tratamentos

Médias com letras maiúsculas diferentes nas colunas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os dias de monitoramento do produto

UFC/g=Unidade formadora de colônias/g

SC₁= salsicha de carne contendo 1% de cloreto de sódio

SC_{1,3}= salsicha de carne contendo 1,3% de cloreto de sódio

SC_{1,75}= salsicha de carne contendo 1,75% de cloreto de sódio

Valores são a média ± desvio-padrão de 3 repetições de processo em tempos diferentes

Para realização da análise sensorial, um grupo de 120 consumidores de salsicha, 37 homens e 83 mulheres, sendo 77% da classe B e os restantes igualmente divididos, das classes A e C, com as características quanto à faixa etária, frequência e tipos de salsicha mais consumidos, e modo de consumo mais utilizados são apresentados na Figura 4.

Figura 4 - Faixa etária (a), frequência de consumo de salsicha (b) tipos de salsicha que consome (c) e modo de consumo da salsicha (d)

Os resultados obtidos no teste de aceitabilidade do produto de modo global e em particular quanto ao sabor e à textura; quanto à intensidade do sabor de salsicha, sabor de defumado, do gosto salgado e da textura do produto e quanto à atitude de intenção de compra são apresentados na Tabela 30.

Verifica-se que as amostras diferiram significativamente ($p < 0,05$) para todos os atributos analisados, exceto quanto à aceitabilidade da textura, em que as amostras foram avaliadas com média entre “gostei pouco” e “gostei”; e quanto à intensidade da textura, em que as amostras foram avaliadas com médias próximas ao ponto ideal com tendência a “mais firme do que eu gosto”. O que já era esperado, uma vez que a maioria dos consumidores comprou mais salsicha do tipo “Hot Dog” que tem na formulação a carne mecanicamente separada e os valores de força de cisalhamento são relativamente menores, ou seja, estes consumidores estão habituados com uma salsicha menos consistente.

Em relação à aceitabilidade da salsicha de modo global e do sabor de salsicha, as amostras 1,3% e 1,75% de NaCl, receberam médias correspondentes a “gostei”, não diferiram significativamente ($p>0,05$) e foram mais aceitas do que a amostra 1,0% de sódio que recebeu médias entre “gostei pouco” e “gostei”, na escala utilizada, diferindo significativamente ($p<0,05$).

Quanto à intensidade do sabor de salsicha, e do sabor de defumado do produto as amostras 1,3% e 1,75% de NaCl, que receberam médias correspondentes a “do jeito que eu gosto” não diferiram significativamente ($p>0,05$) e foram mais bem avaliadas do que a amostra 1,0 % de NaCl que recebeu médias com menores intensidades nestes atributos, nas escalas utilizadas, diferindo significativamente ($p<0,05$). Quanto ao gosto salgado a amostra 1,75 % de NaCl recebeu média correspondente a “do jeito que eu gosto” diferiu significativamente ($p<0,05$) das demais amostras. A amostra 1,0 % de NaCl que recebeu média entre “menos intenso do que eu gosto” e “do jeito que eu gosto” também diferiu ($p<0,05$) dos demais tratamentos.

Quanto à atitude de intenção de compra, as amostras 1,3 % e 1,75 % de NaCl, que receberam médias correspondentes a “provavelmente compraria” não diferiram significativamente ($p>0,05$) entre si e diferiram ($p<0,05$) da amostra 1,0 % de NaCl que recebeu média entre “talvez sim/não comprasse” e “provavelmente compraria” na escala utilizada.

Desta forma, pode-se resumir que os consumidores detectaram as intensidades de sal, mas mesmo assim aceitaram o produto com 1,3% e 1,75% de cloreto de sódio da mesma forma de modo global e nos atributos estudados.

Na Tabela 31 são apresentadas as porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição, associadas às amostras por meio das escalas hedônicas utilizadas, correspondentes às porcentagens de valores da escala acima do ponto médio (valores de 9 a 6), ponto médio (valor 5) e abaixo do ponto médio (valores de 4 a 1), respectivamente, atribuídos pelos consumidores consultados; bem como as porcentagens de classificações acima do ideal (valores 5 e 4 da escala), ideal (valor 3) e abaixo do ideal (valores 2 e 1) e de atitude de compra positiva (valores 5 e 4 da escala), indiferente (valor 3) e negativa (valores 2 e 1).

Tabela 30 - Resultados obtidos na avaliação sensorial da salsicha quanto aos atributos avaliados

Atributo	Amostras			
	SC ₁	SC _{1,3}	SC _{1,75}	D.M.S. (5%)
Modo global ¹	6,6 ± 1,3 ^b	7,0 ± 1,2 ^a	7,0 ± 1,2 ^a	0,33
Sabor de salsicha ¹	6,4 ± 1,4 ^b	7,0 ± 1,2 ^a	7,0 ± 1,2 ^a	0,34
Textura ¹	6,5 ± 1,6	6,8 ± 1,3	6,8 ± 1,4	0,35
Intensidade do sabor de salsicha ²	2,4 ± 0,8 ^b	2,8 ± 0,8 ^a	2,9 ± 0,7 ^a	0,20
Intensidade do sabor de defumado ²	2,5 ± 0,8 ^b	2,8 ± 0,8 ^a	2,9 ± 0,7 ^a	0,19
Intensidade do gosto salgado ²	2,6 ± 0,8 ^c	2,9 ± 0,7 ^b	3,1 ± 0,7 ^a	0,18
Intensidade da textura ²	3,2 ± 0,8	3,3 ± 0,8	3,1 ± 0,7	0,19
Intenção de compra ³	3,4 ± 1,1 ^b	3,8 ± 1,0 ^a	3,9 ± 1,0 ^a	0,26

¹ 9=gostei muitíssimo, 8=gostei muito, 7=gostei moderadamente, 6=gostei ligeiramente 5=não gostei nem desgostei, 4=desgostei ligeiramente, 3=desgostei moderadamente, 2=desgostei muito e 1=desgostei muitíssimo

² 5=muito mais intenso/firme do que eu gosto, 4=mais intenso/firme do que eu gosto, 3=do jeito que eu gosto, 2=menos intenso/firme do que eu gosto e 1=muito menos intenso/firme do que eu gosto

³ 5=certamente compraria, 4=provavelmente compraria, 3=talvez sim/talvez não comprasse, 2=provavelmente não compraria e 1=certamente não compraria

Resultado expresso como média ± desvio-padrão entre 120 avaliações por amostra.

D.M.S. Diferença mínima significativa ao nível de erro de 5% (Teste de Tukey). Para cada atributo (linha), valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de erro de 5%.

SC1= salsicha de carne contendo 1% de cloreto de sódio

SC1,3= salsicha de carne contendo 1,3% de cloreto de sódio

SC1,75= salsicha de carne contendo 1,75% de cloreto de sódio

Observa-se, na Tabela 31, que todas as salsichas de carne apresentaram boa porcentagem de aceitação de modo global, sabor e textura. As porcentagens de intensidade de respostas de sabor de salsicha e de sabor defumado e de gosto salgado ficaram próximos ou abaixo do ideal, com destaque para a intensidade do gosto salgado com 65% de intensidade ideal, para a salsicha formulada com 1,3% de NaCl, mas apresentou uma intenção de compra positiva abaixo do tratamento com 1,75% de NaCl. Pode-se deduzir, portanto, que mesmo que um teor menor (1,3%) de cloreto de sódio seja aceito como mais ideal, os consumidores tem a tendência de comprar um produto mais salgado, provavelmente por questões culturais.

Tabela 31 - Frequências de aceitação, indiferença e rejeição obtidas na avaliação dos tratamentos de salsicha

Atributos	Aceitabilidade/ intensidade	SC ₁	SC _{1,3}	SC _{1,75}
Modo global ¹	Aceitação (%)	84,1	91,7	90,7
	Indiferença (%)	8,3	3,3	4,2
	Rejeição (%)	7,5	5,0	5,0
Sabor de salsicha ¹	Aceitação (%)	80,0	91,7	90,8
	Indiferença (%)	10,0	2,5	5,0
	Rejeição (%)	9,9	5,8	4,2
Textura ¹	Aceitação (%)	80,8	87,5	84,1
	Indiferença (%)	7,5	5,8	8,3
	Rejeição (%)	11,6	6,6	7,5
Intensidade sabor de salsicha ²	Acima do ideal (%)	9,2	15,0	14,2
	Ideal (%)	35,8	55,0	60,8
	Abaixo do ideal (%)	55,0	30,0	25,0
Intensidade do sabor de defumado ²	Acima do ideal (%)	8,3	14,1	14,2
	Ideal (%)	38,3	52,5	57,5
	Abaixo do ideal (%)	53,4	33,3	28,4
Intensidade do gosto salgado ²	Acima do ideal (%)	7,5	14,1	25,0
	Ideal (%)	51,7	65,0	61,7
	Abaixo do ideal (%)	40,9	20,9	13,3
Intensidade da textura ²	Acima do ideal (%)	28,4	35,0	20,0
	Ideal (%)	53,3	55,0	67,5
	Abaixo do ideal (%)	25,5	10,0	12,5
Intenção de compra ³	Positiva	47,5	63,3	67,5
	Indiferente	30,0	25,8	21,7
	Negativa	22,5	10,8	10,8

Aceitação = valores entre 6 a 9, indiferença = 5 e rejeição = valores entre 1 a 4.

SC1= salsicha de carne contendo 1% de cloreto de sódio

SC1,3= salsicha de carne contendo 1,3% de cloreto de sódio

SC1,75= salsicha de carne contendo 1,75% de cloreto de sódio

¹ 9=gostei muitíssimo, 8=gostei muito, 7=gostei moderadamente, 6=gostei ligeiramente 5=não gostei nem desgostei, 4=desgostei ligeiramente, 3=desgostei moderadamente, 2=desgostei muito e 1=desgostei muitíssimo

² 5=muito mais intenso/firme do que eu gosto, 4=mais intenso/firme do que eu gosto, 3=do jeito que eu gosto, 2=menos intenso/firme do que eu gosto e 1=muito menos intenso/firme do que eu gosto

³ 5=certamente compraria, 4=provavelmente compraria, 3=talvez sim/talvez não comprasse, 2=provavelmente não compraria e 1=certamente não compraria

Observou-se a opinião dos consumidores através das maiores frequências de citações na escolha da lista de atributos pré-definida (Tabela 32). As amostras foram consideradas de cor clara e rosada. A salsicha com 1,3% de NaCl foi considerada com “sal na medida certa”, confirmando os resultados do teste de aceitação.

Tabela 32 - Distribuição em frequência das principais características atribuídas pelos consumidores às amostras no teste de CATA (número de citações)

Características atribuídas pelos consumidores	SC ₁	SC _{1,3}	SC _{1,75}
Cor clara	61	54	64
Cor rosada	29	49	39
Aroma agradável	42	38	51
Sal na medida certa	33	51	44
Saborosa	20	47	47

SC₁= salsicha de carne contendo 1% de cloreto de sódio

SC_{1,3}= salsicha de carne contendo 1,3% de cloreto de sódio

SC_{1,75}= salsicha de carne contendo 1,75% de cloreto de sódio

Este trabalho estudou salsichas formuladas com carne bovina e suína, fixando-se os teores de cloreto de potássio em 0,85% e fosfato em 0,25% baseado nos resultados obtidos na primeira etapa do projeto. Os teores de cloreto de sódio estudados foram 1%, 1,3% e 1,75%, sendo que não houve diferença ($p>0,05$) entre os tratamentos na perda de peso por cocção, na estabilidade da emulsão o tratamento com o maior teor de sódio (1,75% de NaCl) apresentou maior perda de exsudado, provavelmente por um desequilíbrio das forças iônicas que podem ter desnaturado as proteínas miofibrilares. Na perda de peso por exsudação, não houve diferença entre os tratamentos ($p>0,05$), mas todos os tratamentos apresentaram maiores valores no dia 28, isto ocorreu pelo aumento da viscosidade do exsudado no dia 42, fenômeno que ocorre em alguns produtos cárneos. Como já era esperado, o tratamento com menor teor de sódio (1% de NaCl) apresentou maiores valores de atividade de água, uma vez que o sal é conhecido por diminuir a A_w de produtos, por aumentar a interação com as moléculas de água, o mesmo tratamento também apresentou os maiores valores de pH, apesar de alguns trabalhos não relatarem relação entre o teor de NaCl e os valores de pH. O tratamento 1,3% de NaCl apresentou maiores valores na força de cisalhamento e elasticidade, isto pode

ser relacionado com a menor estabilidade da emulsão do tratamento com 1,75% de NaCl, ou seja, a extração de proteínas miofibrilares foi mais eficiente no tratamento SC_{1,3}. Os parâmetros de dureza, coesividade e mastigabilidade não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$).

Em relação à cor objetiva, a cor vermelho (a)* e amarelo (b)* não apresentaram alterações durante a estocagem e nem diferença entre os tratamentos, porém, todos os tratamentos apresentaram um aumento no valor de L*, ou seja, os produtos ficaram mais claros durante a estocagem, mas isto não foi significativo para o estudo, já que a variação foi pequena e provavelmente não detectável para os consumidores. O nível de nitrito residual diminuiu de forma progressiva em todos os tratamentos, porém, o tratamento com 1,3% de NaCl manteve os maiores níveis residuais a partir do dia 28.

A caracterização microbiológica dos tratamentos estava dentro dos padrões da RDC nº12 da ANVISA e durante o armazenamento das salsichas, não houve diferença ($p>0,05$) entre os tratamentos na contagem de micro-organismos mesófilos e bactérias lácticas, apresentando um aumento constante das contagens nas duas classes de micro-organismos. Na análise sensorial, observou-se que os consumidores detectaram os níveis de sal, mas atribuíram notas semelhantes na maioria dos atributos para os tratamentos com 1,3% e 1,75% de NaCl. Baseado nestes de resultados, podemos concluir que é possível reduzir o teor de sal de 1,75% para 1,3% de NaCl sem impactos tecnológicos, microbiológicos e sensoriais em salsichas formuladas com carne suína e bovina.

4.3 Análise das emulsões de CMS

Os parâmetros físico-químicos da matéria-prima, carne mecanicamente separada de frango (CMS), estão apresentados na Tabela 33. Os valores obtidos para a CMS utilizada encontram-se dentro do estabelecido pelo regulamento técnico para esta matéria-prima (BRASIL a, 2000), sendo o mínimo de proteínas estabelecido igual a 12% e o máximo de gordura igual a 30%. Para os teores de cinzas não há limite estabelecido, sendo fixado teor máximo somente para a concentração de cálcio (Ca), como forma de controle da adição ou incorporação óssea durante o processamento da matéria-prima.

Tabela 33 - Características físico-químicas da matéria-prima cárnea utilizada para elaboração das emulsões cárneas do sistema de CMS

	Umidade*	Gordura*	Cinzas*	Proteína*	pH
CMS de frango	73,88 ± 0,06	4,16 ± 0,24	1,36 ± 0,07	20,32 ± 0,41	6,45 ± 0,01

* g/100 g; média ± desvio padrão.

Não se observou diferenças na composição centesimal das emulsões cárneas de CMS de frangos (Tabela 34). O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de salsichas vigente no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) define quantidade máxima de 65% de umidade, mínimo de 12% de proteína e máximo de 30% de gordura para este produto (BRASIL a, 2000). Este regulamento é para salsichas, e esta etapa trabalhou com emulsões de CMS de frango, as quais não foram tratadas termicamente em estufa, ou seja, não passaram pelo processo de secagem, deste modo, o teor de umidade é mais alto em comparação a um produto real. O teor de proteína e gordura atende ao preconizado pelo regulamento.

Tabela 34 - Composição centesimal das emulsões cárneas no sistema modelo de CMS

Ensaio	Umidade (g/100g)	Gordura (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Proteína (g/100g)	pH
T1	74,82 ± 0,08	2,09 ± 0,00	2,90 ± 0,03	15,19 ± 0,37	6,35 ± 0,01
T2	74,47 ± 0,13	2,23 ± 0,09	3,29 ± 0,02	15,19 ± 0,18	6,38 ± 0,02
T3	73,92 ± 0,07	2,23 ± 0,03	3,84 ± 0,03	15,03 ± 0,57	6,27 ± 0,01
T4	73,60 ± 0,11	2,20 ± 0,01	4,03 ± 0,03	15,54 ± 0,14	6,33 ± 0,01
T5	74,09 ± 0,21	2,43 ± 0,06	3,48 ± 0,02	15,16 ± 0,36	6,31 ± 0,01
T6	73,68 ± 0,03	2,14 ± 0,03	3,95 ± 0,02	15,46 ± 0,59	6,38 ± 0,02
T7	72,66 ± 0,02	2,37 ± 0,02	4,51 ± 0,04	16,05 ± 0,06	6,23 ± 0,01
T8	72,87 ± 0,04	2,37 ± 0,01	4,65 ± 0,02	15,11 ± 0,24	6,31 ± 0,02
T9	73,00 ± 0,08	2,32 ± 0,04	3,57 ± 0,02	16,53 ± 0,11	6,23 ± 0,02
T10	74,00 ± 0,01	2,27 ± 0,01	3,88 ± 0,03	14,94 ± 0,20	6,36 ± 0,02
T11	74,16 ± 0,06	2,35 ± 0,03	3,19 ± 0,03	15,59 ± 0,30	6,37 ± 0,03
T12	71,63 ± 1,80	2,59 ± 0,01	4,64 ± 0,02	16,11 ± 0,10	6,27 ± 0,02
T13	73,12 ± 2,24	1,97 ± 0,01	3,33 ± 0,03	15,00 ± 0,26	6,32 ± 0,01
T14	72,86 ± 0,04	2,54 ± 0,04	4,46 ± 0,05	15,30 ± 0,21	6,32 ± 0,00
T15	73,44 ± 0,05	2,40 ± 0,07	3,93 ± 0,02	15,56 ± 0,51	6,35 ± 0,02
T16	73,49 ± 0,03	2,26 ± 0,01	3,88 ± 0,01	15,67 ± 0,14	6,36 ± 0,02
T17	73,73 ± 0,03	2,23 ± 0,00	3,88 ± 0,00	15,38 ± 0,55	6,35 ± 0,04
T18	73,25 ± 0,12	2,54 ± 0,05	4,03 ± 0,01	15,81 ± 0,23	6,30 ± 0,01
T19	73,56 ± 0,03	2,22 ± 0,02	3,91 ± 0,03	15,30 ± 0,39	6,35 ± 0,03
T20	74,35 ± 0,12	2,10 ± 0,01	3,62 ± 0,05	15,70 ± 0,14	6,36 ± 0,01

média ± desvio padrão.

Os teores finais de fósforo, sódio e potássio nas emulsões estão apresentados na Tabela 35, assim como os teores adicionados de fosfato, cloreto de sódio e cloreto de potássio.

Tabela 35 - Porcentagem adicionada de fosfato, NaCl e KCl e os níveis de fósforo (P), sódio (Na) e potássio (K) encontrados nas emulsões de CMS em mg/100 gramas

Ensaio	% Fosfato	P (mg/100 g)	% NaCl	Na (mg/100 g)	% KCl	K (mg/100 g)
T1	0,10	227,09 ± 2,57	1,30	561,58 ± 1,79	0,46	479,91 ± 2,37
T2	0,40	274,69 ± 10,39	1,30	574,40 ± 4,32	0,46	581,87 ± 4,54
T3	0,10	223,91 ± 8,93	2,20	855,87 ± 15,98	0,46	483,31 ± 4,19
T4	0,40	270,99 ± 2,09	2,20	784,09 ± 3,30	0,46	564,44 ± 2,62
T5	0,10	254,38 ± 13,33	1,30	587,25 ± 26,44	1,24	783,23 ± 34,59
T6	0,40	305,03 ± 8,21	1,30	584,19 ± 23,10	1,24	877,64 ± 37,72
T7	0,10	256,96 ± 5,18	2,20	880,85 ± 21,04	1,24	802,12 ± 22,91
T8	0,40	320,86 ± 4,38	2,20	897,05 ± 26,54	1,24	923,48 ± 39,15
T9	0,00	233,88 ± 2,25	1,75	741,53 ± 15,26	0,85	625,75 ± 15,57
T10	0,50	291,27 ± 45,52	1,75	733,24 ± 20,79	0,85	719,12 ± 90,74
T11	0,25	289,45 ± 4,37	1,00	525,91 ± 8,59	0,85	744,76 ± 11,40
T12	0,25	288,26 ± 11,26	2,50	1004,92 ± 2,04	0,85	735,84 ± 24,04
T13	0,25	290,42 ± 3,90	1,75	768,80 ± 14,40	0,20	479,23 ± 11,11
T14	0,25	286,86 ± 1,71	1,75	760,56 ± 13,56	1,50	983,43 ± 27,80
T15	0,25	293,99 ± 5,71	1,75	792,00 ± 25,67	0,85	730,41 ± 33,00
T16	0,25	289,92 ± 10,71	1,75	766,77 ± 21,23	0,85	718,43 ± 23,70
T17	0,25	294,15 ± 5,87	1,75	779,95 ± 28,99	0,85	735,62 ± 34,24
T18	0,25	306,81 ± 8,14	1,75	829,09 ± 39,51	0,85	814,49 ± 0,45
T19	0,25	295,08 ± 2,74	1,75	802,31 ± 12,92	0,85	763,89 ± 15,55
T20	0,25	269,92 ± 10,10	1,75	732,66 ± 6,27	0,85	686,06 ± 4,44

média ± desvio padrão.

Análise da estabilidade da emulsão (EE)

Os valores de médias e desvios-padrões da determinação de estabilidade da emulsão cárnea de CMS estão apresentados na Tabela 36.

Tabela 36 - Resultados (média e desvios-padrões) da estabilidade de emulsão

Ensaio	Fosfato	[NaCl]	[KCl]	Estabilidade da emulsão (%)
T1	0,10	1,30	0,46	7,21 ± 0,54
T2	0,40	1,30	0,46	4,13 ± 0,24
T3	0,10	2,20	0,46	6,53 ± 0,46
T4	0,40	2,20	0,46	4,41 ± 0,34
T5	0,10	1,30	1,24	7,58 ± 0,54
T6	0,40	1,30	1,24	4,74 ± 0,19
T7	0,10	2,20	1,24	7,09 ± 0,33
T8	0,40	2,20	1,24	5,32 ± 0,25
T9	0,00	1,75	0,85	10,34 ± 0,36
T10	0,50	1,75	0,85	4,44 ± 0,37
T11	0,25	1,00	0,85	8,17 ± 0,36
T12	0,25	2,50	0,85	8,87 ± 0,48
T13	0,25	1,75	0,20	5,28 ± 0,35
T14	0,25	1,75	1,50	6,40 ± 0,34
T15	0,25	1,75	0,85	5,76 ± 0,42
T16	0,25	1,75	0,85	6,34 ± 0,25
T17	0,25	1,75	0,85	6,06 ± 0,48
T18	0,25	1,75	0,85	6,17 ± 0,76
T19	0,25	1,75	0,85	6,02 ± 0,59
T20	0,25	1,75	0,85	7,08 ± 0,55

média ± desvio padrão.

Através dos resultados obtidos foi possível elaborar um modelo matemático com as variáveis codificadas, uma vez que alguns dos parâmetros do modelo foram significativos (Tabela 37). Sendo que a porcentagem de variação do modelo da regressão quadrática explica (R^2) 81,02% da variação total.

Tabela 37 - Coeficientes de regressão para estabilidade das emulsões cárneas de CMS

	Coeficientes de regressão	Erro puro	t(5)	P
Média	6,30	0,185	34,03	0,00*
Fosfato (L)	-1,45	0,124	-11,72	0,00*
Fosfato (Q)	0,10	0,122	0,79	0,46
NaCl (L)	0,06	0,124	0,51	0,63
NaCl (Q)	0,51	0,122	4,14	0,01*
KCl (L)	0,32	0,124	2,58	0,05*
KCl (Q)	-0,46	0,122	-3,81	0,01*
Fosfato x NaCl	0,25	0,161	1,59	0,17
Fosfato x KCl	0,07	0,161	0,45	0,67
NaCl x KCl	0,06	0,161	0,37	0,73

* valores significativos para $p < 0,05$.

Analisando-se os coeficientes de regressão, observamos que todos os fatores afetam a estabilidade da emulsão cárnea elaborada de CMS. O modelo codificado com as variáveis incluindo os parâmetros estatisticamente significativos a $p < 0,05$ é expresso por:

$$\text{Estabilidade} = 6,30 - 1,45 \text{ Fosfato} + 0,51 \text{ NaCl}^2 + 0,32 \text{ KCl} - 0,46 \text{ KCl}^2$$

Apesar da falta de ajuste significativo a $p < 0,05$, a regressão foi significativa (Tabela 38) e a variação explicada maior que 70%, portanto o modelo, mesmo não sendo o mais ideal, ainda se manteve válido.

Tabela 38 - ANOVA para a resposta estabilidade da emulsão

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F calculado	F tabelado
Regressão	37,72	9	4,19	4,74	3,02*
Resíduo	8,83	10	0,88		
Falta de ajuste	7,79	5	1,55	7,54	5,05**
Erro Puro	1,03	5	0,20		
Total	46.55	19			

F tabelado (9;10;0,05)*; F tabelado (5;5;0,05)**

Pode-se observar que mesmo que a superfície de resposta (Figura 5) não seja otimizada, uma vez que não observamos uma área mais elevada, que o fosfato em maior quantidade faz com que a estabilidade da emulsão de CMS seja menor, obtendo-se melhores resultados com o nível de 0,50%.

Nas Figuras 6 e 7, observamos que o KCl quando presente em níveis mais baixos confere maior estabilidade da emulsão, mesmo que a figura da superfície de resposta não esteja otimizada a variação da regressão quadrática explica mais que 70% do modelo e na ANOVA a regressão foi significativa. Além disso, o parâmetro de estabilidade da emulsão é muito importante como resposta para a indústria alimentícia.

Figura 5 - Superfície de resposta (a) e curvas de contorno (b) para o fator de estabilidade da emulsão em função da razão de fosfato e NaCl

Figura 6 - Superfície de resposta (a) e curvas de contorno (b) para o fator de estabilidade da emulsão em função da razão de Fosfato e KCl

Figura 7 - Superfície de resposta (a) e curvas de contorno (b) para o fator de estabilidade da emulsão em função da razão de NaCl e Fosfato

Análise da cor objetiva

A Tabela 39 apresenta a média dos resultados dos parâmetros de cor objetiva das emulsões de CMS.

Tabela 39 - Parâmetros de cor objetiva das emulsões cárneas de CMS elaboradas com diferentes teores de fosfato, NaCl e KCl

Ensaio	Fosfato	[NaCl]	[KCl]	Cor objetiva		
				L*	a*	b*
T1	0,10	1,30	0,46	70,92	2,76	14,80
T2	0,40	1,30	0,46	69,97	2,51	15,37
T3	0,10	2,20	0,46	69,24	2,55	15,04
T4	0,40	2,20	0,46	70,31	2,44	14,86
T5	0,10	1,30	1,24	70,22	2,59	14,88
T6	0,40	1,30	1,24	70,55	2,59	14,87
T7	0,10	2,20	1,24	67,59	2,71	13,35
T8	0,40	2,20	1,24	68,02	2,56	14,55
T9	0,00	1,75	0,85	66,41	2,62	14,17
T10	0,50	1,75	0,85	71,27	2,40	14,82
T11	0,25	1,00	0,85	66,93	2,55	14,17
T12	0,25	2,50	0,85	69,81	2,48	15,06
T13	0,25	1,75	0,20	69,36	2,51	14,91
T14	0,25	1,75	1,50	70,16	2,50	14,98
T15	0,25	1,75	0,85	68,86	2,56	14,66
T16	0,25	1,75	0,85	68,15	2,33	14,17
T17	0,25	1,75	0,85	68,38	2,16	14,51
T18	0,25	1,75	0,85	69,60	2,41	15,03
T19	0,25	1,75	0,85	67,56	2,24	14,62
T20	0,25	1,75	0,85	70,18	2,28	15,40

Através dos resultados obtidos não foi possível elaborar um modelo com as variáveis codificadas para o parâmetro L*, uma vez que todos os parâmetros do modelo não foram significativos. Sendo a porcentagem de variação explicada menor que 70%, sendo de 35,08% e a cor b* apresentou uma porcentagem de variação explicada de apenas 37,25%. Ou seja, dentro da faixa de estudo de cada sal (cloreto de sódio, cloreto de potássio e fosfato) não houve uma variação significativa do parâmetro de luminosidade e cor b* no sistema modelo de emulsão de CMS.

A cor a^* apresentou a porcentagem de variação explicada (R^2) igual a 71,47%, porém nenhum dos coeficientes de variação foi significativo (Tabela 40), deste modo, não foi possível analisar este parâmetro pela superfície de resposta.

Tabela 40 - Coeficientes de regressão para o parâmetro de coloração vermelha (a^*) das emulsões cárneas de CMS

	Coeficientes de regressão	Erro puro	t(5)	P
Média	2,33	0,06	40,63	0,00*
Fosfato (L)	-0,06	0,04	-1,69	0,15
Fosfato (Q)	0,08	0,04	2,10	0,09
NaCl (L)	-0,02	0,04	-0,59	0,58
NaCl (Q)	0,08	0,04	2,14	0,08
KCl (L)	0,01	0,04	0,34	0,75
KCl (Q)	0,08	0,04	2,05	0,10
Fosfato x NaCl	-0,00	0,05	-0,03	0,98
Fosfato x KCl	0,03	0,05	0,53	0,62
NaCl x KCl	0,05	0,05	0,93	0,39

* valores significativos para $p < 0,05$.

Análise da força de cisalhamento

As médias da análise de força de cisalhamento estão apresentadas na Tabela 41, os valores estão expressos em gramas, uma vez que os resultados obtidos são menores que 1 kg de força.

Tabela 41 - Força de cisalhamento (g) das emulsões cárneas de CMS elaboradas com diferentes teores de fosfato, NaCl e KCl

Ensaio	Fosfato	[NaCl]	[KCl]	Força de cisalhamento (g)
T1	0,10	1,30	0,46	798,61
T2	0,40	1,30	0,46	860,39
T3	0,10	2,20	0,46	834,02
T4	0,40	2,20	0,46	887,74
T5	0,10	1,30	1,24	872,57
T6	0,40	1,30	1,24	890,15
T7	0,10	2,20	1,24	892,65
T8	0,40	2,20	1,24	954,64
T9	0,00	1,75	0,85	628,29
T10	0,50	1,75	0,85	920,18
T11	0,25	1,00	0,85	772,26
T12	0,25	2,50	0,85	924,99
T13	0,25	1,75	0,20	863,46
T14	0,25	1,75	1,50	936,13
T15	0,25	1,75	0,85	1074,43
T16	0,25	1,75	0,85	1023,56
T17	0,25	1,75	0,85	1009,04
T18	0,25	1,75	0,85	1063,61
T19	0,25	1,75	0,85	1011,95
T20	0,25	1,75	0,85	971,6

Através dos resultados obtidos foi possível elaborar um modelo matemático com as variáveis codificadas, uma vez que alguns dos parâmetros do modelo foram significativos. Sendo a porcentagem de variação explicada (R^2) igual a 70,38.

Analisando-se os coeficientes de regressão (Tabela 46), observamos que todos os fatores afetam a força de cisalhamento da emulsão cárnea elaborada de CMS. O modelo com as variáveis incluindo os parâmetros estatisticamente significativos a $p < 0,05$ é expresso por:

$$\text{Força de cisalhamento} = 1023,45 + 50,30 \text{ Fosfato} - 80,40 \text{ Fosfato}^2 + 29,67 \text{ NaCl} - 53,41 \text{ NaCl}^2 + 25,90 \text{ KCl} - 34,84 \text{ KCl}^2$$

Tabela 42 - Coeficientes de regressão para força de cisalhamento das emulsões cárneas de CMS

	Coeficientes de regressão	Erro puro	t(5)	P
Média	1023,45	15,47	66,15	0,00*
Fosfato (L)	50,30	10,33	4,87	0,00*
Fosfato (Q)	-80,40	10,20	-7,88	0,00*
NaCl (L)	29,67	10,33	2,87	0,03*
NaCl (Q)	-53,41	10,20	-5,24	0,00*
KCl (L)	25,90	10,33	2,51	0,05*
KCl (Q)	-34,84	10,20	-3,42	0,02*
Fosfato x NaCl	4,54	13,43	0,34	0,75
Fosfato x KCl	-4,49	13,43	-0,33	0,75
NaCl x KCl	2,73	13,43	0,20	0,85

* valores significativos para $p < 0,05$.

A Tabela 43 com os resultados da ANOVA para o fator força de cisalhamento da emulsão de CMS mostra que a regressão foi significativa e preditiva, uma vez que o F calculado foi três vezes maior que o F tabelado. O modelo não apresentou falta de ajuste, uma vez que o F calculado da falta de ajuste foi menor que o F tabelado.

Tabela 43 - ANOVA para a resposta de força de cisalhamento das emulsões cárneas de CMS

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F calculado	F tabelado
Regressão	183377,50	9	20375,28	6,60	3,02*
Resíduo	30880,23	10	3088,02		
Falta de ajuste	23670,44	5	4734,09	3,28	5,05**
Erro Puro	7209,79	5	1441,96		
Total	214257,73	19			

F tabelado (9;10;0,05)*; F tabelado (5;5;0,05)**

A Figura 8 mostra uma superfície de resposta otimizada, na qual o melhor nível de fosfato foi de 0,25%. Nas figuras 9 e 10 observamos que o melhor nível para o cloreto de potássio (KCl) foi 0,85%.

Figura 8 - Superfície de resposta para o fator força de cisalhamento em função da razão de NaCl e Fosfato

Figura 9 - Superfície de resposta para o fator força de cisalhamento em função da razão de KCl e Fosfato

Figura 10 - Superfície de resposta para o fator força de cisalhamento em função da razão de KCl e Fosfato

Para o fator estabilidade de emulsão foi possível avaliar na superfície de resposta que quanto maior o nível de fosfato, dentro da faixa estudada (0,0% a 0,5%) maior era a estabilidade da emulsão e no fator força de cisalhamento o melhor nível deste aditivo foi 0,25%. Portanto, o nível intermediário de 0,4% foi selecionado, pois as duas variáveis são importantes para um produto emulsionado, como no caso de salsicha.

A variável independente cloreto de potássio apresentou melhores resultados em relação à estabilidade da emulsão em níveis mais baixos, dentro da faixa estudada (0,2% a 0,5%). Quanto ao estudo da força de cisalhamento o nível em que observamos a otimização da superfície de resposta foi de 0,85%. Deste modo, o melhor nível de KCl para um emulsionado em relação às duas variáveis dependentes (estabilidade da emulsão e força de cisalhamento) estudadas é de 0,46%.

Portanto, na avaliação conjunta das respostas de força de cisalhamento e estabilidade da emulsão, verifica-se que, dentro da faixa estudada, as condições para elaboração de uma formulação de salsicha com carne mecanicamente separada, visando maior força de cisalhamento e maior estabilidade da emulsão, são:

- Porcentagem de KCl na formulação: 0,46%
- Porcentagem de fosfato na formulação: 0,40%

4.4 Avaliação das Salsichas de CMS

As características físico-químicas da carne mecanicamente separada de frango utilizadas no processamento das salsichas estão expressas na Tabela 44. Baseado no regulamento para CMS (BRASIL, 2000), a matéria-prima usada neste experimento apresenta teores de gordura que atende a legislação que preconiza o máximo de 30%, mas apresenta menos que os 12% de proteína.

Tabela 44 - Características físico-químicas da carne mecanicamente separada de frango

Carne mecanicamente separada	
Umidade (g/100g)	64,31 ± 1,56
Gordura (g/100g)	23,50 ± 1,27
Proteína (g/100g)	10,51 ± 0,82
Cinzas (g/100g)	0,71 ± 0,05
pH	6,43 ± 0,05

Valores são a média ± desvio-padrão de 3 repetições de processo em tempos diferentes

A média da composição centesimal dos três tratamentos de salsicha de CMS está apresentada na Tabela 45. Segundo o regulamento de identidade de salsicha (BRASIL, 2000), a gordura atende aos padrões de identidade, já a umidade está um pouco acima do permitido que é de 60% e a proteína está abaixo do preconizado que é de 12%, porém este estudo é experimental, uma vez que o produto fabricado com 100% de CMS da matéria-prima carne não é permitido no Brasil, o objetivo foi estudar o que ocorre em dois sistemas opostos, uma emulsão de carne (bovina e suína) e uma emulsão de CMS e seus respectivos produtos, as salsichas de carne e de CMS. Além do mais, a própria matéria-prima usada no experimento apresentou um teor de proteína abaixo da legislação.

Tabela 45 - Composição centesimal dos três tratamentos de salsicha de CMS

	SCMS ₁	SCMS _{1,3}	SCMS _{1,75}
Umidade (g/100g)	67,68 ± 0,64	66,94 ± 0,66	66,71 ± 0,45
Gordura (g/100g)	14,68 ± 0,41	15,02 ± 0,35	15,00 ± 0,35
Proteína (g/100g)	10,38 ± 0,52	10,70 ± 0,39	10,90 ± 1,12
Cinzas (g/100g)	2,70 ± 0,10	3,00 ± 0,08	3,45 ± 0,12
Carboidratos (g/100g)	2,40 ± 0,25	2,64 ± 0,10	2,92 ± 0,97

SCMS₁= salsicha de CMS contendo 1% de cloreto de sódio

SCMS_{1,3}= salsicha de CMS contendo 1,3% de cloreto de sódio

SCMS_{1,75}= salsicha de CMS contendo 1,75% de cloreto de sódio

Valores são a média ± desvio-padrão de 3 repetições de processo em tempos diferentes

A Tabela 46 apresenta os teores de sódio, fósforo e potássio nas salsichas, sendo que os teores adicionados de NaCl variaram conforme o tratamento (SCMS₁= 1% cloreto de sódio, SCMS_{1,3}= 1,3% de cloreto de sódio e SCMS_{1,75}= 1,75% de cloreto de sódio). O nível de adição de fosfato foi de 0,40% e de cloreto de potássio foi de 0,46%. Esta análise foi importante para constatar os teores finais de cada sal e assim poder comparar com outros trabalhos da literatura e mesmo do mercado. Deste modo, pode-se observar que estão de acordo com os níveis adicionados em cada tratamento.

Tabela 46 - Níveis de sódio, potássio e fósforo na salsicha de CMS

Minerais	SCMS ₁	SCMS _{1,3}	SCMS _{1,75}
Na (mg/100 g)	605,89 ± 61,17	709,15 ± 87,45	913,54 ± 126,68
Fósforo (mg/100 g)	231,85 ± 20,44	237,17 ± 25,75	241,18 ± 28,44
Potássio (mg/100 g)	542,09 ± 25,58	534,74 ± 32,09	549,07 ± 24,95

SCMS₁ = salsicha de CMS contendo 1% de cloreto de sódio

SCMS_{1,3} = salsicha de CMS contendo 1,3% de cloreto de sódio

SCMS_{1,75} = salsicha de CMS contendo 1,75% de cloreto de sódio

Valores são a média ± desvio-padrão de 3 repetições de processo em tempos diferentes

As médias e desvios-padrões da análise de perda de peso na cocção, estabilidade da emulsão e perda de peso por exsudação estão apresentados na Tabela 47, não se observou diferença estatística ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

Os tratamentos apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) no teste de estabilidade da emulsão, sendo que o SCMS_{1,75} apresentou as maiores médias, ou seja, neste teste o tratamento com maior nível de sódio (1,75%) foi menos estável, uma vez que quanto maior o valor do teste, menor é a estabilidade da emulsão. Provavelmente, houve um excesso de sais no tratamento com 1,75% de NaCl, o que pode ter aumentado a força iônica a um valor que tenha desnaturado parte das proteínas miofibrilares através de um sinergismo dos três sais usados no estudo, o cloreto de sódio, fosfato e cloreto de potássio. Nascimento (2003), não encontrou diferença significativa quando diminuiu o teor de NaCl com substituição de KCl, porém Sofos (1983) quando diminuiu a porcentagem de cloreto de sódio adicionado em salsicha tipo Frankfurter de 2,5% para 1,5% observou uma diminuição na estabilidade da emulsão.

Os valores médios e os desvios padrões do teste de perda de peso por exsudação ao longo do monitoramento durante 56 dias não apresentou diferença significativa entre os dias de estudo, mas se observou uma tendência no aumento do exsudado nos pacotes. Em relação à diferença estatística ($p < 0,05$) entre os tratamentos, apenas no dia 14, observamos que o tratamento com 1% de cloreto de sódio apresentou uma maior perda de exsudado no pacote, porém, nos pontos posteriores não houve mais diferença entre os tratamentos, deste modo, pode-se supor que o tratamento SCMS₁ apresentou maior perda de exsudado inicialmente, mas depois estabilizou, se equiparando com os outros tratamentos. Talvez pelo menor teor de sal, este produto tenha liberado mais exsudado no início, de modo

que os outros tratamentos liberam o exsudado de forma mais lenta, mas que aos 28 dias já se igualaram.

Tabela 47 – Avaliações tecnológicas das salsichas de CMS

	Dia	SCMS ₁	SCMS _{1,3}	SCMS _{1,75}	
PPC (%)		5,48 ± 1,55	5,56 ± 1,05	5,88 ± 1,07	
EE (%)		10,26 ± 1,20 ^b	10,09 ± 1,95 ^b	11,27 ± 1,30 ^a	(0,0006)
PPE (%)	1	2,93 ± 1,72	3,28 ± 2,65	2,74 ± 1,89	(0,86)
	14	4,91 ± 2,36 ^a	2,22 ± 0,67 ^b	2,74 ± 1,55 ^b	(0,005)
	28	4,95 ± 1,09	3,76 ± 1,33	3,90 ± 1,39	(0,11)
	42	4,63 ± 2,57	5,69 ± 4,41	4,30 ± 3,17	(0,67)
	56	5,59 ± 3,88	5,35 ± 4,30	3,97 ± 2,76	(0,61)
		(0,24)	(0,11)	(0,44)	

Valor de P entre parênteses

Médias com letras minúsculas diferentes nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os tratamentos

Médias com letras maiúsculas diferentes nas colunas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os dias de monitoramento do produto

SCMS₁= salsicha de CMS contendo 1% de cloreto de sódio

SCMS_{1,3}= salsicha de CMS contendo 1,3% de cloreto de sódio

SCMS_{1,75}= salsicha de CMS contendo 1,75% de cloreto de sódio

Valores são a média ± desvio-padrão de 3 repetições de processo em tempos diferentes

PPC: perda de peso por cocção; EE: estabilidade da emulsão, expresso em % de exsudado e PPE: perda de peso por exsudação

Na Tabela 48 pode-se observar os valores médios e os respectivos desvios-padrões da análise de pH e atividade de água, observa-se que o teor de cloreto de sódio influenciou de forma direta nos resultados desta análise, sendo que quanto menor o teor de NaCl adicionado, maior a atividade de água.

Tabela 48 - Valores médios de pH e atividade de água das salsichas de CMS armazenadas a 5±2°C

	Dia	SCMS ₁	SCMS _{1,3}	SCMS _{1,75}	
pH	1	6,43 ± 0,17 ^{AB}	6,43 ± 0,17	6,40 ± 0,15	(0,92)
	14	6,56 ± 0,04 ^{Aa}	6,53 ± 0,03 ^{ab}	6,50 ± 0,03 ^b	(0,025)
	28	6,50 ± 0,15 ^{Aab}	6,32 ± 0,28 ^b	6,54 ± 0,03 ^a	(0,040)
	42	6,30 ± 0,33 ^{AB}	6,32 ± 0,29	6,30 ± 0,28	(0,99)
	56	6,13 ± 0,35 ^B	6,32 ± 0,38	6,26 ± 0,35	(0,53)
		(0,0048)	(0,33)	(0,037)	
Aw		0,983 ± 0,001 ^a	0,980 ± 0,002 ^b	0,975 ± 0,002 ^c	(<0,0001)

Valor de P entre parênteses.

Médias com letras minúsculas diferentes nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os tratamentos

Médias com letras maiúsculas diferentes nas colunas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os dias de monitoramento do produto

SCMS₁= salsicha de CMS contendo 1% de cloreto de sódio

SCMS_{1,3}= salsicha de CMS contendo 1,3% de cloreto de sódio

SCMS_{1,75}= salsicha de CMS contendo 1,75% de cloreto de sódio

A Tabela 49 apresenta os valores de força de cisalhamento, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos, na qual o tratamento com 1,3% de sódio apresentou melhor desempenho.

Nos valores médios da análise de perfil de textura, apenas a dureza e a mastigabilidade mostraram diferença significativa ($p < 0,05$), sendo que nestes parâmetros, o tratamento com menor teor de sódio (1%) apresentou as menores médias. Indicando que esta característica tecnológica foi prejudicada pela baixa porcentagem de sal no tratamento SCMS₁. Nascimento (2007), também relatou que quanto menor o teor de NaCl adicionado com substituição de KCl (Controle: 2% NaCl; T1: 1,5% NaCl/0,5% KCl; T2: 1,25% NaCl/0,75% KCl; T3: 1% NaCl/1% KCl) menor a dureza e a mastigabilidade, a elasticidade não é afetada e a coesividade aumenta com a redução da porcentagem de NaCl.

Ainda em concordância com os resultados obtidos no presente estudo, Colmenero-Jiménez (1998) observou em emulsão suína cozida até a temperatura interna de 70°C uma diminuição da dureza e da mastigabilidade com a redução de cloreto de sódio de 2,5% para 1,5%, porém relatou também uma diminuição da coesividade com a redução do sal em estudo.

As diferenças relatadas na literatura, em relação aos parâmetros do TPA, podem ter diversos fatores que influenciam as propriedades dos sistemas cárneos, como por exemplo, espécie animal, pH e taxa de aquecimento (COFRADES, 1997).

Tabela 49 - Força de cisalhamento (FC) e TPA dos tratamentos de salsicha

	SCMS ₁	SCMS _{1,3}	SCMS _{1,75}	
FC (kg)	0,43 ± 0,04 ^b	0,52 ± 0,06 ^a	0,46 ± 0,08 ^b	(<0,0001)
Dureza*	737,39±139,82 ^b	846,86±180,50 ^a	831,01±96,56 ^a	(0,007)
Elasticidade	0,85±0,04	0,87±0,02	0,86±0,03	(0,1)
Cosividade	0,56±0,09	0,60±0,09	0,58±0,11	(0,3)
Mastigabilidade*	359,09±110,95 ^b	438,79±81,33 ^a	429,32±119,52 ^a	(0,007)

* unidade em gramas

Valor de P entre parênteses

Médias com letras minúsculas diferentes nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os tratamentos

Médias com letras maiúsculas diferentes nas colunas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os dias de monitoramento do produto

SCMS₁= salsicha de CMS contendo 1% de cloreto de sódio

SCMS_{1,3}= salsicha de CMS contendo 1,3% de cloreto de sódio

SCMS_{1,75}= salsicha de CMS contendo 1,75% de cloreto de sódio

Valores são a média ± desvio-padrão de 3 repetições de processo em tempos diferentes

Na Tabela 50 observa-se que no parâmetro L* apenas o tratamento com 1,75% de NaCl se alterou significativamente (p<0,05) ao longo do monitoramento por 56 dias, sendo que o valor L* tende a diminuir com o passar do tempo. A partir do dia 28, existe uma diferença entre os tratamentos, sendo que quanto menor o teor de cloreto de sódio adicionado, maior o valor de luminosidade. Este fato também foi reportado por Nascimento (2003), que observou que salsichas produzidas de CMS e com redução de NaCl pela adição de KCl tinham o valor de L* maior quanto menor fosse o teor de cloreto de sódio. Hand (1987) também relatou um aumento no valor de L* em salsichas tipo Frankfurter com redução de gordura e NaCl (de 2,5% para 1,5%).

Quanto ao parâmetro cor vermelha (a*), todos os tratamentos aumentaram o valor da coloração vermelha ao longo da vida útil, sendo que o tratamento com menor teor de sódio (1%) foi o mais afetado ao longo do estudo, enquanto os tratamentos com 1,3% e 1,75% de NaCl tiveram um comportamento igual ao longo dos dias. A partir do dia 42 observa-se uma diferença significativa

($p < 0,05$) entre os tratamentos, no qual os tratamentos com menor teor de NaCl apresentaram menores valores de a^* . Hand (1987) e Crehan (2000) também relataram uma diminuição nos valores deste parâmetro quando se diminuía a porcentagem de NaCl.

Os valores da coloração amarela (b^*) não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, assim como reportado por Nascimento (2007) e Hand (1987), que também estudaram salsichas com redução de sódio e não observaram o efeito da porcentagem de NaCl sobre o parâmetro b^* .

Tabela 50 - Médias e desvios-padrões dos parâmetros L*, a* e b* da cor objetiva durante o armazenamento a 5±2°C

Cor	Dia	SCMS ₁	SCMS _{1,3}	SCMS _{1,75}	
L*	1	59,94 ± 1,36	59,78 ± 1,68	59,83 ± 1,54 ^A	(0,9)
	14	59,87 ± 1,09 ^a	59,54 ± 0,80 ^{ab}	59,17 ± 1,04 ^{ABb}	(0,02)
	28	60,14 ± 0,80 ^a	59,96 ± 0,57 ^{ab}	59,73 ± 0,47 ^{ABb}	(0,04)
	42	59,97 ± 0,97 ^a	59,60 ± 0,73 ^a	59,06 ± 0,41 ^{Bb}	(<0,0001)
	56	59,49 ± 0,42 ^{ab}	59,87 ± 0,60 ^a	59,22 ± 0,81 ^{ABb}	(0,0006)
		(0,1)	(0,3)	(0,003)	
a*	1	9,95 ± 0,31 ^C	9,81 ± 0,53 ^B	9,51 ± 1,67 ^B	(0,2)
	14	10,33 ± 0,43 ^B	10,44 ± 0,47 ^A	10,48 ± 0,43 ^A	(0,4)
	28	10,56 ± 0,47 ^{AB}	10,47 ± 0,35 ^A	10,52 ± 0,30 ^A	(0,7)
	42	10,51 ± 0,36 ^{ABb}	10,50 ± 0,29 ^{Ab}	10,77 ± 0,46 ^{Aa}	(0,01)
	56	10,71 ± 0,19 ^{Aa}	10,53 ± 0,32 ^{Ab}	10,69 ± 0,38 ^{Aab}	(0,04)
		(<0,0001)	(<0,0001)	(<0,0001)	
b*	1	14,74 ± 2,09	14,52 ± 1,80	14,07 ± 2,88 ^B	(0,5)
	14	15,43 ± 1,64	15,91 ± 1,88	16,00 ± 1,89 ^A	(0,4)
	28	15,06 ± 1,75	15,13 ± 1,72	15,23 ± 1,71 ^{AB}	(0,9)
	42	15,00 ± 2,13	15,20 ± 2,0	15,28 ± 1,92 ^{AB}	(0,8)
	56	15,32 ± 1,64	15,32 ± 1,7	15,30 ± 1,87 ^{AB}	(0,9)
		(0,6)	(0,07)	(0,01)	

Valor de P entre parênteses.

Médias com letras minúsculas diferentes nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os tratamentos

Médias com letras maiúsculas diferentes nas colunas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os dias de monitoramento do produto

SCMS₁= salsicha de CMS contendo 1% de cloreto de sódio

SCMS_{1,3}= salsicha de CMS contendo 1,3% de cloreto de sódio

SCMS_{1,75}= salsicha de CMS contendo 1,75% de cloreto de sódio

Valores são a média ± desvio-padrão de 3 repetições de processo em tempos diferentes

A Tabela 51 apresenta os valores de nitrito residual, apenas no primeiro dia após o processamento houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos, no qual o SCMS₁ apresentou o maior nível residual. Em todos os tratamentos os teores residuais diminuíram de forma significativa ($p < 0,05$).

Os níveis residuais de nitrito são de suma importância para a conservação do produto e principalmente para inibir o crescimento do *Clostridium*

botulinum, pois na salsicha este micro-organismo encontra as condições ideais de produção de toxina, que segundo CVE (2008) são de pH básico ou próximo ao neutro e faixa de atividade de água de 0,95 a 0,97 e embaladas a vácuo (sem oxigênio).

Tabela 51 - Valores médios dos níveis de nitrito residual (mg/kg) nas salsichas de CMS armazenadas a 5±2°C

Dia	SCMS ₁	SCMS _{1,3}	SCMS _{1,75}	
1	143,20 ± 9,91 ^{Aa}	135,67 ± 6,33 ^{Aab}	131,29 ± 12,36 ^{Ab}	(0,05)
14	118,75 ± 9,10 ^{AB}	120,53 ± 9,37 ^{AB}	117,43 ± 15,19 ^{AB}	(0,8)
28	92,12 ± 25,34 ^B	88,46 ± 21,77 ^{BC}	99,61 ± 11,34 ^{BC}	(0,5)
42	49,21 ± 40,87 ^C	75,02 ± 32,69 ^C	76,96 ± 27,89 ^{CD}	(0,1)
56	39,77 ± 37,70 ^C	64,01 ± 39,03 ^C	62,46 ± 35,46 ^D	(0,3)
	(<0,0001)	(<0,0001)	(<0,0001)	

Valor de P entre parênteses

Médias com letras minúsculas diferentes nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os tratamentos

Médias com letras maiúsculas diferentes nas colunas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os dias de monitoramento do produto

SCMS₁= salsicha de CMS contendo 1% de cloreto de sódio

SCMS_{1,3}= salsicha de CMS contendo 1,3% de cloreto de sódio

SCMS_{1,75}= salsicha de CMS contendo 1,75% de cloreto de sódio

Valores são a média ± desvio-padrão de 3 repetições de processo em tempos diferentes

A caracterização microbiológica dos tratamentos (Tabela 52) mostrou que os produtos deste estudo atendem aos limites da legislação. Na contagem de micro-organismos mesófilos não houve diferença significativa entre os tratamentos. O mesmo aconteceu na contagem de bactérias lácticas também não houve diferença significativa.

O crescimento de micro-organismos mesófilos e de bactérias lácticas seguiu a mesma tendência de crescimento, o que indica que as características microbiológicas do produto não foram afetadas de forma significativa pelos teores presentes de sódio nos tratamentos.

Tabela 52 - Contagem microbiológica das salsichas de CMS

	Dia	SCMS ₁	SCMS _{1,3}	SCMS _{1,75}	
Coliformes termotolerantes (número mais provável/g)		< 3,0	< 3,0	< 3,0	
<i>Salmonella</i> spp. (presença ou ausência em 25 g)		Ausente	Ausente	Ausente	
Estafilococos coagulase positiva		<2,0	<2,0	<2,0	
Clostrídios sulfito redutor (UFC/g)		<1,00	<1,00	<1,00	
Micro-organismos mesófilos (UFC/g)	1	1,18 ± 0,30 ^B	1,13 ± 0,26 ^B	1,31 ± 0,34 ^C	(0,4)
	14	3,24 ± 2,63 ^{AB}	3,24 ± 2,36 ^{AB}	2,61 ± 2,07 ^C	(0,8)
	28	4,68 ± 3,15 ^{AB}	4,51 ± 2,67 ^A	3,27 ± 2,20 ^{BC}	(0,4)
	42	5,36 ± 3,34 ^A	6,09 ± 1,61 ^A	5,29 ± 2,61 ^{AB}	(0,7)
	56	5,42 ± 3,30 ^A	5,54 ± 2,84 ^A	5,94 ± 1,60 ^A	(0,9)
		(0,01)	(0,0001)	(<0,0001)	
Bactérias lácticas (UFC/g)	1	1,00 ± 0,00 ^B	1,00 ± 0,00 ^C	1,00 ± 0,00 ^C	(1,0)
	14	3,25 ± 2,75 ^{AB}	3,08 ± 2,64 ^{BC}	2,53 ± 2,25 ^{BC}	(0,8)
	28	4,60 ± 3,27 ^{AB}	4,76 ± 2,89 ^{AB}	3,73 ± 2,87 ^{ABC}	(0,7)
	42	5,29 ± 3,30 ^A	6,27 ± 1,87 ^A	5,20 ± 2,65 ^{AB}	(0,6)
	56	4,84 ± 3,11 ^A	5,18 ± 2,98 ^{AB}	5,74 ± 1,18 ^A	(0,7)
		(0,015)	(0,0003)	(<0,0001)	

Valor de P entre parênteses

Médias com letras minúsculas diferentes nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os tratamentos

Médias com letras maiúsculas diferentes nas colunas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os dias de monitoramento do produto

SCMS₁= salsicha de CMS contendo 1% de cloreto de sódio

SCMS_{1,3}= salsicha de CMS contendo 1,3% de cloreto de sódio

SCMS_{1,75}= salsicha de CMS contendo 1,75% de cloreto de sódio

Valores são a média ± desvio-padrão de três repetições de processo em tempos diferentes

Para a análise sensorial, um grupo de 120 consumidores de salsicha, 37 homens e 83 mulheres, sendo 77% da classe B e o restante, igualmente divididos entre as classes A e C, com as características quanto à faixa etária, frequência e tipos de salsicha mais consumidos, e modo de consumo mais utilizados apresentados na Figura 11.

Figura 11 - Faixa etária (a), frequência de consumo de salsicha (b) tipos de salsicha que consome (c) e modo de consumo da salsicha (d)

Verifica-se que as amostras diferiram significativamente ao nível de erro de 5% para todos os atributos analisados, exceto quanto à aceitabilidade de modo global, em que as amostras foram avaliadas com a média correspondente a “gostei” (Tabela 53).

Em relação à aceitabilidade do sabor de salsicha, e da textura, as amostras 1,3% e 1,75% de NaCl, que receberam médias entre “gostei” e “gostei pouco” para sabor de salsicha e correspondente a “não gostei nem desgostei” para textura, não diferiram significativamente ($p > 0,05$) e foram mais aceitas do que a amostra 1,0% de NaCl que recebeu média correspondente à “gostei” (sabor de salsicha) e entre “desgostei pouco” e “não gostei nem desgostei” (textura), na escala utilizada, diferindo significativamente ($p < 0,05$).

Quanto à intensidade do sabor de salsicha e da textura do produto as amostras 1,3% e 1,75% de NaCl, que receberam médias correspondentes a “do jeito que eu gosto” do sabor de salsicha e “menos firme do que eu gosto” para a textura não diferiram significativamente ($p > 0,05$) e foram melhor avaliadas do que a amostra 1,0% de NaCl que recebeu médias com menores intensidades nestes atributos, nas escalas utilizadas, diferindo significativamente ($p < 0,05$). Quanto ao sabor de

defumado da salsicha as amostras 1,3% e 1,75% de NaCl, que receberam médias correspondentes a “do jeito que eu gosto” não diferiram significativamente entre si. As amostras 1,3% e 1,0% de NaCl também não diferiram significativamente entre si. Quanto ao gosto salgado a amostra 1,75 % de NaCl recebeu média entre “um pouco mais intenso do que eu gosto” e “do jeito que eu gosto” diferiu significativamente ($p<0,05$) das demais amostras. A amostra 1,3% de NaCl o que recebeu média correspondente à “do jeito que eu gosto” também diferiu ($p<0,05$).

Quanto à atitude de intenção de compra as amostras 1,3% e 1,75% de NaCl, que receberam médias correspondentes a “talvez sim/não comprasse” não diferiram significativamente ($p<0,05$) e diferiram da amostra 1,0% de NaCl que recebeu média entre “talvez sim/não comprasse” e “provavelmente não compraria” na escala utilizada, diferindo significativamente ($p<0,05$).

Tabela 53 - Resultados obtidos no teste para avaliação da salsicha elaborada de CMS quanto aos atributos avaliados*

Atributo	SCMS ₁	SCMS _{1,3}	SCMS _{1,75}	D.M.S. (5%)
Modo global ¹	5,9 ± 1,8	6,1 ± 1,8	6,1 ± 1,8	0,35
Sabor de salsicha ¹	6,0 ± 1,7 ^b	6,4 ± 1,7 ^a	6,5 ± 1,6 ^a	0,38
Textura ¹	4,7 ± 2,1 ^b	5,1 ± 2,3 ^a	5,2 ± 2,1 ^a	0,37
Intensidade do sabor de salsicha ²	2,6 ± 0,8 ^b	2,9 ± 0,9 ^a	3,0 ± 0,8 ^a	0,21
Intensidade do sabor de defumado ²	2,6 ± 0,9 ^b	2,8 ± 0,8 ^{ab}	2,9 ± 0,8 ^a	0,20
Intensidade do gosto salgado ²	2,8 ± 0,7 ^c	3,1 ± 0,6 ^b	3,3 ± 0,6 ^a	0,17
Intensidade da textura ²	1,9 ± 0,9 ^b	2,2 ± 0,9 ^a	2,2 ± 0,9 ^a	0,16
Intenção de compra ³	2,7 ± 1,2 ^b	3,1 ± 1,3 ^a	3,1 ± 1,2 ^a	0,24

¹ 9=gostei muitíssimo, 8=gostei muito, 7=gostei moderadamente, 6=gostei ligeiramente, 5=não gostei nem desgostei, 4=desgostei ligeiramente, 3=desgostei moderadamente, 2=desgostei muito e 1=desgostei muitíssimo

² 5=muito mais intenso/firme do que eu gosto, 4=mais intenso/firme do que eu gosto, 3=do jeito que eu gosto, 2=menos intenso/firme do que eu gosto e 1=muito menos intenso/firme do que eu gosto

³ 5=certamente compraria, 4=provavelmente compraria, 3=talvez sim/talvez não comprasse, 2=provavelmente não compraria e 1=certamente não compraria

* Resultado expresso como média (desvio-padrão) entre 120 avaliações por amostra.

D.M.S. Diferença mínima significativa ao nível de erro de 5% (Teste de Tukey). Para cada atributo (coluna), valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de erro de 5%.

SCMS₁= salsicha de CMS contendo 1% de cloreto de sódio

SCMS_{1,3}= salsicha de CMS contendo 1,3% de cloreto de sódio

SCMS_{1,75}= salsicha de CMS contendo 1,75% de cloreto de sódio

Observa-se que todos os tratamentos de salsichas de CMS apresentaram boa porcentagem de aceitação de modo global e quanto ao sabor (Tabela 54). Contudo as porcentagens de aceitação da textura das três formulações foram bem divididas entre aceitação e rejeição. As porcentagens de intensidade de sabor de salsicha, de sabor defumado e de gosto salgado ficaram próximos do ideal para as amostras com 1,3% e 1,75% de NaCl, com destaque para o gosto salgado com 68,3% para a salsicha formulada com 1,3% de NaCl que também apresentou a maior intenção positiva de compra: 41,6%. A amostra com 1,0% de NaCl apresentou tendência a ser percebida como abaixo do ideal na intensidade de Sabor de Salsicha e de Sabor defumado. Quanto à textura, todas as amostras apresentaram tendência a serem percebidas como ‘menos firme do que eu gosto’.

Tabela 54 - Frequências de aceitação, indiferença e rejeição

Atributos			Aceitabilidade	SCMS ₁	SCMS _{1,3}	SCMS _{1,75}
Modo global ¹	Aceitação (%)			73,3	73,3	75,8
	Indiferença (%)			4,2	5,0	4,2
	Rejeição (%)			22,5	21,7	20,0
Sabor de salsicha ¹	Aceitação (%)			75,8	80,0	82,5
	Indiferença (%)			5,0	5,8	5,8
	Rejeição (%)			19,3	14,1	11,7
Textura ¹	Aceitação (%)			42,5	53,4	51,6
	Indiferença (%)			4,2	2,5	5,8
	Rejeição (%)			53,3	44,1	42,5
Intensidade de sabor de salsicha ²	Acima do ideal (%)			15,8	18,3	24,2
	Ideal (%)			35,8	50,0	51,7
	Abaixo do ideal (%)			48,3	31,7	24,1
Intensidade do sabor de defumado ²	Acima do ideal (%)			13,3	12,5	20,0
	Ideal (%)			39,2	52,5	53,3
	Abaixo do ideal (%)			47,5	35,0	26,7
Intensidade do gosto salgado ²	Acima do ideal (%)			13,4	19,2	31,6
	Ideal (%)			51,7	68,3	60,8
	Abaixo do ideal (%)			35,0	12,5	7,5
Intensidade da textura ²	Acima do ideal (%)			5,0	8,3	5,8
	Ideal (%)			14,2	20,0	21,7
	Abaixo do ideal (%)			80,8	71,7	72,5
Intenção de compra ³	Positiva			24,1	41,6	37,5
	Indiferente			29,2	22,5	30,8
	Negativa			46,7	35,8	31,7

¹ 9=gostei muitíssimo, 8=gostei muito, 7=gostei moderadamente, 6=gostei ligeiramente 5=não gostei nem desgostei, 4=desgostei ligeiramente, 3=desgostei moderadamente, 2=desgostei muito e 1=desgostei muitíssimo

² 5=muito mais intenso/firme do que eu gosto, 4=mais intenso/firme do que eu gosto, 3=do jeito que eu gosto, 2=menos intenso/firme do que eu gosto e 1=muito menos intenso/firme do que eu gosto

³ 5=certamente compraria, 4=provavelmente compraria, 3=talvez sim/talvez não comprasse, 2=provavelmente não compraria e 1=certamente não compraria

Aceitação=valores entre 6 a 9, indiferença=5 e rejeição=valores entre 1 a 4.

SCMS₁= salsicha de CMS contendo 1% de cloreto de sódio

SCMS_{1,3}= salsicha de CMS contendo 1,3% de cloreto de sódio

SCMS_{1,75}= salsicha de CMS contendo 1,75% de cloreto de sódio

Na Tabela 55 observa-se a opinião dos consumidores através das maiores frequências de citações na escolha da lista de atributos pré-definida. As amostras foram consideradas muito moles, a salsicha de 1,0% de NaCl foi considerada de cor clara e as demais foram consideradas com sal na medida certa e salsicha macia.

Tabela 55 - Distribuição em frequência das principais características atribuídas pelos consumidores às amostras no teste de CATA (número de citações)

Características atribuídas pelos consumidores	SCMS ₁	SCMS _{1,3}	SCMS _{1,75}
Cor clara	47	39	28
Cor rosada	34	41	37
Aroma agradável	37	37	37
Sal na medida certa	27	45	42
Saborosa	20	39	37
Salsicha macia	39	48	50
Salsicha muito mole	80	62	64

SCMS₁= salsicha de CMS contendo 1% de cloreto de sódio

SCMS_{1,3}= salsicha de CMS contendo 1,3% de cloreto de sódio

SCMS_{1,75}= salsicha de CMS contendo 1,75% de cloreto de sódio

De modo geral, a salsicha de CMS não apresentou diferença entre os tratamentos na análise de perda de peso por cocção, a estabilidade da emulsão foi afetada pelo tratamento com mais cloreto de sódio (1,75%) de forma negativa, provavelmente pelo excesso de sal e consequente aumento das forças iônicas a ponto de desnaturar as proteínas miofibrilares. A perda de peso por exsudação não apresentou diferença significativa entre os tratamentos e nem ao longo do tempo, apenas no dia 14, mas de forma que não afetou as conclusões do estudo. De forma similar o pH não foi afetado pelos tratamentos de forma significativa, apesar das diferenças estatísticas, e ao longo do armazenamento apenas o tratamento com 1% de NaCl apresentou valores maiores nos dias 14 e 28, provavelmente período em que o produto estava se estabilizando após o processamento. Os valores de atividade de água acompanharam de forma inversa os teores de sal, ou seja, quanto mais sal, menor a A_w , devido às propriedades de interação do sal com as moléculas

de água. A força de cisalhamento apresentou maiores médias no tratamento com 1,3% de sal, a dureza e a mastigabilidade apresentaram médias menores no tratamento com 1% de cloreto de sódio, a elasticidade e a coesividade não diferiram entre os tratamentos. O parâmetro de luminosidade (L^*) e amarelo (b^*) não foi afetado de forma relevante pelos tratamentos e ao longo da armazenagem, a cor vermelha (a^*) apresentou aumento nos valores em todos os tratamentos. Os níveis de nitrito residual não foram afetados pelos teores de sódio e diminuíram de forma progressiva. A caracterização microbiológica dos produtos apresentou-se dentro das normas de legislação, não houve diferença entre os tratamentos em relação a contagem de micro-organismos mesófilos e bactérias lácticas e apresentaram aumento de contagem ao longo da estocagem. Na análise sensorial, os consumidores identificaram os teores de sal pela questão de intensidade do gosto salgado, porém os tratamentos com 1,3% e 1,75% foram aceitos pelos consumidores com a mesma intensidade. Deste modo, pode-se concluir que a redução do NaCl 1,75% para 1,3% de salsichas de CMS é viável de sem impactos negativos para as características tecnológicas, microbiológicas e sensoriais.

5 CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho estudou os impactos tecnológicos, microbiológicos e sensoriais de salsichas formuladas com carne (bovina e suína) e de CMS, e foi possível concluir que nestes dois tipos de produtos é possível reduzir a adição de cloreto de sódio de 1,75% para 1,3%. Estes teores conferem uma redução de aproximadamente 25% de sódio nas salsichas estudadas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA. **Critério de Classificação econômica Brasil**. Brasília, 2012. 12p.

ABRIL, M., CAMPO, M. M., ONENC, A., SANUDO, C., ALBERTI, P.; NEGUERUELA, A. I. Beef colour evolution as a function of ultimate pH. **Meat Science**, San Francisco, v. 58, n. 1, p. 69–78, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDUSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO. **Cenário do consumo de sódio no Brasil**. 2013. Disponível em: www.abia.org.br/sodio/Sodio.pdf. Acesso em: 26 maio 2014.

ADAMS, J., WILLIAMS, A., LANCASTER, B., FOLEY, M. Advantages and uses of check-all-that-apply response compared to traditional scaling of attributes for salty snacks. In: PANGBORN SENSORY SCIENCE SYMPOSIUM, 7, 2007. Minneapolis, **Abstracts**.... Minneapolis: PANGBORN. 2007. p. 12-16.

AGENCE FRANÇAISE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DES ALIMENTS. **Rapport du groupe de travail sur le sel (Report of the workgroup on salt)**. France: Maisons-Alfort, 2002. 86 p.

ANGUS, F. ; PHELPS, T. ; CLEGG, S. ; NARAIN, C. ; DEN RIDDER, C. ; KILCAST, D. **Salt in processed foods** : Collaborative Research Project. Surrey: Leatherhead Food International, 2005. 167 p.

ARES, G. BARREIRO, C.; DELIZA, R.; GIMÉNEZ, A.; GÁMBARO, A. Application of a check-all-that-apply question to the development of chocolate milk desserts. **Journal of Sensory Studies**, Malden, v. 25, p. 67-86, 2010.

BLOUKAS, J.G., PANERAS, E.D., FOURNITZIS, G.C. Sodium lactate and protective culture effects on quality characteristics and shelf-life of low-fat frankfurters produced with olive oil. **Meat Science**, San Francisco, 45, p. 223 – 238, 1997.

BOURNE, M. C. Texture profile analysis. **Food Technology**, Chicago, v. 32, p. 62–66, 1978.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n.12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 10 jan. 2001. Seção 1, p.45-53.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Decreto n. 30691, de 29 de março de 1952 – Aprova o novo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – **Diário Oficial da União**, Brasília, 07 julho 1952.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa n.º 20 de 21 de julho de 1999. Regulamenta métodos analíticos para controle de produtos cárneos e seus ingredientes, sal e salmoura. **Diário Oficial da União**, Brasília, 09 setembro 1999. Seção 1, p. 19-33.

_____. Instrução Normativa n. 04, de 31 de março de 2000. Regulamentos técnicos de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada, de mortadela, de lingüiça, de salsicha. **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 abril 2000. Seção 1, p. 6-10.

_____. Instrução Normativa n. 20, de 31 de julho de 2000. Regulamentos técnicos de identidade e qualidade de almôndega, de apresuntado, de fiambre, de hambúrguer, de kibe, de presunto cozido. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 outubro 2000. Seção 1, p. 16-17.

_____. Instrução Normativa n. 51, de 29 de dezembro de 2006. Regulamento técnico de atribuição de aditivos, e seus limites das seguintes categorias de alimentos 8: carne e produtos cárneos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 04 jan 2006, seção 1, p. 14.

BRASIL. Ministério da Saúde. Extrato de compromisso. **Diário oficial da União**, Brasília, n. 242, 13 de dezembro de 2013. Seção 3, p. 160.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada n. 360 de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 dezembro 2003. Seção 1, p. 33.

BRASIL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, 4ed. São Paulo: Adolfo Lutz, 2005. 1020 p.

CASSENS, R.G.; GREASER, M.L.; ITO, T.; LEE, M. Reactions of nitrite in meat. **Food Technology**, Chicago, v. 33, n.7, p.46–57, 1979.

CENTRO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA. **Vigilância epidemiológica do botulismo**. Brasília: Ministério da Saúde, 2008. 88 p.

CHOI, Y. I.; KASTNER, C.L.; KROPF, D.H. Effects of hot boning and various levels of salt and phosphate on protein solubility, functionality, and storage characteristics of preblended pork used in frankfurters. **Journal Food Protection**, Des Moines, v.50, p.1025-1036, 1987.

CHOI, Y.M.; JUNG, K.C.; JO, H.M.; NAM, K.W.; CHOE, J.H.; RHEE, M.S.; KIM, B.C. Combined effects of potassium lactate and calcium ascorbate as sodium chloride substitutes on the physicochemical and sensory characteristics of low-sodium frankfurter sausage. **Meat Science**, San Francisco, v.96, p.21–25, 2014.

COFRADES, S.; CARECHE, M.; CARBALLO, J.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Thermal gelation of chicken, pork and hake (*Merlucius merlucius*, L.) actomyosin. **Meat Science**, San Francisco, v.47, n.1-2, p.157-166, 1997.

COFRADES, S.; ANTONIOU, I.; SOLAS, M.T.; HERRERO, A.M.; JIMÉNEZ-COLMENERO F. Preparation and impact of multiple (water-in-oil-in-water) emulsions in meat systems. **Food Chemistry**, San Francisco, 141, p.338–346, 2013.

COLLINS, J. E. Reducing salt (sodium) levels in process meat poultry and fish products. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (Ed.) **Advances in meat research: production and processing of healthy meat, poultry and fish products**. London: Blackie Academic & Professional, 1997. p. 283-297.

COLMENERO-JIMÉNEZ, F.; FERNÁNDEZ, P.; CARBALLO, J.; FERNÁNDEZ-MARTÍN, F. High-Pressure-cooked low-fat pork and chicken batters as affected by salt levels and cooking temperature. **Journal of Food Science**, Malden, v.63, n. 4, p. 656-659, 1998.

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE. Recommendations on uniform color spaces - Color differences equations, psychometric color terms. **Commission International de l'eclairage**, Paris, n. 15, suppl. 2. 1978, 100 p.

COTUGNA, N., FANELLI-KUCZMARKSI, M., CLYMER J., HOTCHKISS, L, ZONDERMAN, A.B., EVANS, M. Sodium intake of special populations in the Healthy Aging in Neighborhoods of Diversity Across the Life Span (HANDLS) study. **Preventive Medicine**, San Francisco, v.57, p.334–338, 2013.

CREHAN, C. M.; TROY, D. G.; BUKLEY D. G. Effects of salt level and high hydrostatic pressure processing on frankfurters formulated with 1.5 and 2.5% salt. **Meat Science**, San Francisco, v.55, n.1, p.123-130, 2000.

DATAMARK. Carne Industrializada: salsichas. **Brazil Focus**. 2009. Disponível em: <http://www.datamark.com.br/analise-de-mercado/embutidos/salsichas-86/>. Acesso em: 29 maio 2014.

DATTA, A. K., SABLANI, S. S. **Mathematical modelling techniques in food and bioprocesses: an overview**. Food and bioprocesses modeling techniques. Canada: CRC Press, 2007. p. 1-11.

DESMOND, E. Reducing salt: A challenge for the meat industry. **Meat Science**, San Francisco, v.74, p.188-196, 2006.

DOWNES, F.P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4.ed. Washington: American Public Health Association, 2001. 676p.

DUXBURY, D.D. Natural sodium lactate extends shelf-life of whole and ground meats. **Food Process**, Midwest, v.49, n.1, p. 91– 92, 1988.

EBASHI, S.; NONOMURA, Y. Proteins of the Myofibril. In: _____. **“The structure and function of muscle”**, 2nd ed. New York: Academic Press, 1973. v.3, p.285-362.

FERRACCIOLI, V.R. **Avaliação da qualidade de salsichas do tipo Hot Dog durante o armazenamento**. 2012. 115 p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Engenharia Mauá do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul. 2012

FOEGEDING, E.A.; LANIER, T.C. The contribution of nonmuscle proteins to texture of gelled muscle protein foods. **Cereal Foods World**, Minnesota, v.32, p.202–205, 1987.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2001. v.2. 182 p.

FOOD STANDARDS AGENCY. -2010. **Salt reduction targets for 2010 and 2012**. Disponível em: <http://www.food.gov.uk/multimedia/spreadsheets/salttargets20102012.xls>. Acesso em: 27 maio 2014.

FRONING, G.W. Mechanically deboned poultry meat. **Food Technology**, Chicago, v. 30, n. 9, p. 50 – 63, 1976.

HADDY, F.J., VANHOUTTE, P.M., FELETOU, M. Role of potassium in regulating blood flow and blood pressure. **American Journal of Physiology Regulatory Integrative Comparative Physiology**, Leland, v.290, n.3, p.546–552, 2006.

HAMM, R. Importance of meat water binding capacity for specific meat products. In: _____. **Kolloidchemie des Fleisches**. Germany: Parey Publishing. 1972, p.215-222.

HAND, L. W.; HOLLINGSWORTH, C.A.; CALKINS, C.R.; MANDIGO, R.W. Effects of preblending, reduced fat and salt levels on frankfurter characteristics. **Journal of Food Science**, Malden, v. 52, n. 5, p.1149-1151, 1987.

HORWITZ, W. (Ed.). **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18 ed. Gaithersbur: AOAC International, 2005. p.1018 .

INTERNATION ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO 6579. **Microbiology of food and animal feeding stuffs**. Horizontal method for the detection of *Salmonella* ssp, 2007.

_____. ISO 7251. **Microbiology of food and animal feeding stuffs** – Horizontal method for the detection and enumeration of presumptive *Escherichia coli* – Most probable number technique, 2005.

KANG, Z.; WANG, P.; XU, X.; ZHU, C.; ZOU, Y.; LI, K.; ZHOU, G. Effect of a beating process, as a means of reducing salt content in Chinese-style meatballs (kung-wan): A dynamic rheological and Raman spectroscopy study. **Meat Science**, San Francisco, v.96 , p.669–674, 2014.

LORIENT D; LINDEN G. Meat Products. In: _____ **New ingredients in food processing: Biochemistry and agriculture**. New York: CRC Press LLC, 2000. p.366.

LIU, D.C.; OCKERMAN, H.W. Meat Co-Products. In: HUI, Y.H.; NIP, W.K.; ROGERS, R.W.; YOUNG, O.A. **Meat Science and Applications**, New York: Marcel Dekker, 2001. p. 581 – 604.

MATULIS, R.J.; McKEITH, F.K.; SUTHERLAND, J.W.; BREWER, M.S. Sensory Characteristics of Frankfurters as Affected by Fat, Salt, and pH. **Journal of Food Science**, Malden, v.60, n.1, p.42–47, 1995.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**, 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2006. 448p.

MUNASINGHE, D. M. S.; SAKAI, T. Sodium chloride (0.8 M) as a better protein extractant for fish meat quality assessments. **Journal of Food Science**, Malden, v.68, n.3, p.1059- 1062, 2003.

NASCIMENTO, R., CAMPAGNOL, P.C.B., MONTEIRO, E.S., POLLONIO, M.A.R. Substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio: influência sobre as características físico-químicas e sensoriais de salsichas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.18, n.3, p. 297-302, jul./set. 2007.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)**. 4^a ed. Campinas: NEPA – UNICAMP, 2011. 14p.

OFFER, G.; KNIGHT. P. The structural basis of water-holding in meat. In: LAWRIE, R.A. (Ed.). **Developments in meat science**. London: Elsevier Applied Science. 1988. v. 4, p. 173-243.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Emulsões cárneas. In: SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. D. G. M. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Varela, 2006. p. 123-133.

ORDÓÑEZ, J. A.; RODRÍGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal**. São Paulo: Artmed, 2005. v.2. 280 p.

PAES, A.C.; GOMIG, T.; LEMOS, A.L.S.C.; ANDRADE, J.C. Avaliação da qualidade de salsichas hot-dogs comerciais. In: V CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2011, Campinas. **Anais...** Campinas: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2011. Resumo 11244.

PARKS, L. L.; CARPENTER, J.A, Functionality of six nonmeat proteins in meat emulsion systems. **Journal of Food Science**, Malden, v. 52, n.2, p.271-274, 1987.

PHILLIPS, F. Don't pass the salt. **Nutrition Bulletin.**, Malden, v.28, p.339-40, 2003.

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

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: UFV, 2007. v.1, 599 p.

REZLER, R.; PIOTROWSKA, E.; DOLATA, W.; WOJCIECHOWSKI, M. Effect of the substitution of meat by a protein preparation on the rheological properties of finely-comminuted sausage forcemeats. **Acta Agrophysica**, Lublin, v.9, n.1, p.221–231, 2007.

RODRIGUES, M.I.; IEMMA, A.F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos: uma estratégia sequencial de planejamentos**, Campinas: Casa do Pão, 2005. p. 358.

ROMANS, J.R.; COSTELLO, W.J.; CARLSON, C.W.; GREASER, M.L.; JONES, K.W. In: _____. **The meat we eat**. Danville: Interstate Publishers, 2001. p.1128.

RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Reducing sodium intake from meat products – Review. **Meat Science**, San Francisco, v.70, n.3, p. 531-541, 2005.

SACKS, F.; SVETKEY, L. P.; VOLLMER, W. M. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the dietary approaches to stop hypertension (DASH) diet. **The New England Journal of Medicine**, Massachusetts, v.344, p.3-10, 2001.

SARIÇOBAN, C.; YILMAZ, M.T.; KARAKAYA, M.; TIKSE, S.S. **Meat Science**, San Francisco, v.84, n.1, p.186–195, 2010.

SEARBY, L. Pass the salt. **International Food and Ingredients**. São Paulo, v.2, n.3, p.6-8, 2006.

SILVEIRA, E.T.F. Inovações tecnológicas aplicadas na determinação da composição da carcaça e suas implicações na industrialização da carne suína. In: SEMINÁRIO DE AVES E SUÍNOS, FLORIANÓPOLIS, 7., 2007, Florianópolis . **Resumos...** Florianópolis: AveSui, 2007. p. 96-109.

SKROKKI, A. Additives in finnish sausages and other meat products. **Meat Science**, San Francisco, v.39, p. 311-315, 1995.

SOFOS, J. N. Effects of reduced salt (NaCl) levels on the stability of frankfurters. **Journal of Food Science**, Malden, v. 48, n.6, p.1684-1691, 1983.

SOUSA, A. E. ; TEIXEIRA, V. C. L.; MELLO, M. R. P. A.; TORRES, E.A.F.S.; NETO, J.M.M. Aplicação de redes neurais para a avaliação do teor de carne mecanicamente separada em salsicha de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.3, p. 307-311, 2003.

Su, J.A. Bowers, J.F. Zayas. Physical characteristics and microstructure of reduced-fat frankfurters as affected by salt and emulsified fats stabilized with nonmeat proteins. **Journal of Food Science**, Malden, v.65, n.1, p. 123–128, 2002.

SWATLAND, H.J. **Structure and Development of Meat Animals and Poultry**. New York: CRC Press, 2000. 624 p.

Tobin, B.D., O'Sullivan, M. G., Hamill, R. M., Kerry, J. P. The impact of salt and fat level variation on the physiochemical properties and sensory quality of pork breakfast sausages. **Meat Science**, San Francisco, v.93, p.145–152, 2013.

TRINDADE, M. A.; CONTRERAS, C.C.; FELÍCIO, P. E. Mortadella sausage formulations with partial and total replacement of beef and pork backfat with mechanically separated meat from spent layer hens. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 70, n. 3, p. 236-241, 2005.

TRINDADE, M. A.; NUNES, T. P.; CONTRERAS-CASTILHO, C. J.; FELÍCIO, P. E. de. Estabilidade oxidativa e microbiológica em carne de galinha mecanicamente separada e adicionada de antioxidantes durante período de armazenamento a –18 °C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 160-168, jan./mar. 2008.

UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Department of Health and Human Services, U.S. Department of Agriculture, 2010. **Dietary Guidelines for Americans, 2010**, 7th ed. Washington: United States Government Printing Office. 2010. 112 p.

VARELA, P.; ARES, G. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. **Food Research International**, San Francisco, v.48, p.893-908, 2012.

VARELA, P.; PINTOR, A.; FISZMAN, S. How hydrocolloids affect the temporal oral perception of ice cream. **Food Hydrocolloids**, San Francisco, v.36, 220–228 p, 2014.

VILJOEN, H. F., DE KOCK, H. L., WEBB, E. C. Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal pH beef steaks. **Meat Science**, San Francisco, v.61, n.2, p.181–185, 2002.

VOLLMER, W.M., SACKS, F.M., ARD, J.; APPEAL, L.J.; BRAY, G.A.; SIMONS-MORTON, D.G.; CONLIN P.R.; SVETKEY, L.P.; ERLINGER, T.P.; MOORE, T.J.; KARANJA, N. Effects of diet and sodium intake on blood pressure: subgroup analysis of the DASH-sodium trial. **Annals of Internal Medicine**, Philadelphia, v.135, n.12, p.1019–1028, 2001.

WHELTON, P.K., APPEL, L.J., SACCO, R.L.; ANDERSON, C.A.M.; ANTMAN, E.M.; CAMPBELL, N.; DUNBAR, S.B.; FROHLICH, E.D.; HALL, J.E.; VAIADIS, M.D.K.; HORN, L.V.V. Sodium, blood pressure, and cardiovascular disease: further evidence supporting the American Heart Association sodium reduction recommendations. **Circulation**, Dallas, v.126, p.2880–2889, 2012.

XIONG, Y.L.; MIKEL, W.B. Meat and Meat Products. In: HUI, Y.H.; NIP, W.K.; ROGERS, R.W.; YOUNG, O.A. **Meat Science and Applications**. New York: Marcel Dekker, 2001. p. 351 – 370.

XIONG, Z.; SUN, D.W.; ZENG, X.A.; XIE, A. Recent developments of hyperspectral imaging systems and their applications in detecting quality attributes of red meats: A review. **Journal of Food Engineering**, San Francisco, v.132, p.1–13, 2014.

ZARATE, J.R.; ZARITZKY, N.E. The production of weep in packaged refrigerated beef. **Journal of Food Science**, Malden, n.50, p.155, 1985.

YILMAZ, M.T.; KARAMAN, S.; KAYACIER, A.; DOGAN M.; YETIM H. Construction of redictive Models to Describe Apparent and Complex Viscosity Values of O/W Model System Meat Emulsions Using Adaptive Neuro – Fuzzy Inference System (ANFIS) and Artificial Neural Networks (ANN). **Food Biophysics**, San Francisco, v.7, p.329–340, 2012.

ANEXO

ANEXO A

Composição centesimal e pH das matérias-primas cárneas usadas na formulação de salsicha de carne bovina e suína

	Repetição*	TOUCINHO	CARNE BOVINA	CARNE SUÍNA
UMIDADE (g/100g)	1º	28,04 ± 1,05	74,99 ± 0,53	73,21 ± 0,85
	2º	31,08 ± 0,85	75,60 ± 0,19	71,50 ± 2,12
	3º	15,36 ± 0,21	74,57 ± 0,38	73,06 ± 0,74
GORDURA (g/100g)	1º	63,35 ± 1,36	2,70 ± 0,02	5,28 ± 0,06
	2º	61,52 ± 2,53	2,16 ± 0,12	8,14 ± 0,70
	3º	81,36 ± 0,88	2,26 ± 0,03	5,13 ± 0,31
PROTEÍNA (g/100g)	1º	9,94 ± 0,43	20,42 ± 0,58	18,73 ± 0,10
	2º	4,84 ± 0,14	20,59 ± 0,31	19,49 ± 0,42
	3º	3,50 ± 0,17	21,83 ± 0,88	20,83 ± 0,38
CINZAS (g/100g)	1º	0,42 ± 0,05	1,22 ± 0,01	1,07 ± 0,01
	2º	0,40 ± 0,01	1,06 ± 0,02	1,01 ± 0,01
	3º	0,17 ± 0,02	1,09 ± 0,01	1,02 ± 0,03
pH	1º	6,08 ± 0,03	5,71 ± 0,21	6,25 ± 0,07
	2º	5,79 ± 0,17	5,46 ± 0,02	5,88 ± 0,06
	3º	6,39 ± 0,05	5,75 ± 0,03	6,38 ± 0,05

*Repetição de processo em tempos diferentes

Composição centesimal dos três tratamentos de salsicha de carne bovina e suína

	Repetição	SC ₁	SC _{1,3}	SC _{1,75}
UMIDADE (g/100g)	1º	65,18 ± 0,05	64,05 ± 0,04	65,83 ± 0,08
	2º	63,51 ± 0,12	62,52 ± 0,14	64,17 ± 0,06
	3º	62,37 ± 0,03	60,41 ± 0,10	64,17 ± 0,06
GORDURA (g/100g)	1º	13,72 ± 0,19	14,37 ± 0,09	13,86 ± 0,09
	2º	15,89 ± 0,19	16,43 ± 0,22	13,93 ± 0,09
	3º	17,99 ± 0,13	19,02 ± 0,03	13,93 ± 0,09
PROTEÍNA (g/100g)	1º	13,68 ± 0,65	14,03 ± 0,08	13,33 ± 0,27
	2º	13,64 ± 0,50	13,27 ± 0,29	13,89 ± 0,31
	3º	12,76 ± 0,10	12,17 ± 0,30	13,89 ± 0,31
CINZAS (g/100g)	1º	3,00 ± 0,04	3,33 ± 0,07	3,27 ± 0,04
	2º	3,02 ± 0,01	3,39 ± 0,02	3,89 ± 0,02
	3º	2,86 ± 0,02	3,26 ± 0,07	3,89 ± 0,02
CARBOIDRATOS (g/100g)	1º	2,45 ± 0,00	2,53 ± 0,02	2,37 ± 0,01
	2º	2,43 ± 0,01	2,61 ± 0,01	2,53 ± 0,03
	3º	2,76 ± 0,02	2,67 ± 0,02	2,53 ± 0,03

*Repetição de processo em tempos diferentes

Níveis de sódio, potássio e fósforo na salsicha de carne bovina e suína

Tratamento	Repetição	Na (mg/100 g)	Fósforo (mg/100 g)	Potássio (mg/100 g)
SC ₁	1 ^o	555,33 ± 10,55	238,92 ± 8,61	728,60 ± 16,87
	2 ^o	535,74 ± 5,83	237,30 ± 7,62	698,78 ± 6,10
	3 ^o	670,96 ± 6,83	171,78 ± 1,52	718,20 ± 8,39
SC _{1,3}	1 ^o	671,27 ± 3,89	240,57 ± 6,70	737,76 ± 3,47
	2 ^o	740,79 ± 8,52	207,09 ± 9,21	732,52 ± 7,35
	3 ^o	837,80 ± 6,31	181,72 ± 3,54	749,07 ± 6,05
SC _{1,75}	1 ^o	671,59 ± 6,84	233,59 ± 8,46	680,83 ± 0,50
	2 ^o	1046,08 ± 0,31	176,05 ± 13,64	789,67 ± 4,42
	3 ^o	993,92 ± 14,55	166,54 ± 8,29	711,62 ± 11,31

*Repetição de processo em tempos diferentes

Perda de peso na cocção (PPC) das salsichas de carne bovina e suína

	Repetição*	SC ₁	SC _{1,3}	SC _{1,75}
PPC	1 ^o	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,00	0,06 ± 0,00
	2 ^o	0,05 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,06 ± 0,01
	3 ^o	0,03 ± 0,00	0,05 ± 0,00	0,03 ± 0,00

*Repetição de processo em tempos diferentes

Teste de estabilidade da emulsão (EE) das salsichas de carne bovina e suína

Tratamento	Rep*	EE (% exsudado)
SC ₁	1 ^o	3,97 ± 0,48
	2 ^o	4,40 ± 0,69
	3 ^o	4,25 ± 0,32
SC _{1,3}	1 ^o	4,03 ± 0,32
	2 ^o	3,90 ± 0,47
	3 ^o	4,42 ± 0,42
SC _{1,75}	1 ^o	5,41 ± 0,48
	2 ^o	4,17 ± 0,67
	3 ^o	5,51 ± 3,72

*Repetição de processo em tempos diferentes

Perda de peso por exsudação (PPE) expressa em %, das salsichas de carne bovina e suína durante armazenamento a 5±2°C

	Rep*	0 dias	14 dias	28 dias	42 dias	56 dias
SC ₁	1	2,20 ± 0,10	1,10 ± 0,00	2,25 ± 0,15	1,75 ± 0,30	1,70 ± 0,30
	2	1,26 ± 0,25	1,73 ± 0,51	3,46 ± 1,30	2,03 ± 0,40	2,06 ± 0,66
	3	1,03 ± 0,68	2,16 ± 0,66	2,73 ± 0,20	2,06 ± 0,45	2,06 ± 0,55
SC _{1,3}	1	1,53 ± 0,11	1,10 ± 0,30	1,60 ± 0,00	1,58 ± 0,66	0,70 ± 0,00
	2	2,20 ± 0,52	1,23 ± 0,20	3,33 ± 0,95	2,66 ± 0,35	2,73 ± 0,56
	3	1,76 ± 1,15	3,10 ± 0,45	1,23 ± 0,56	1,73 ± 1,11	1,26 ± 0,20
SC _{1,75}	1	2,70 ± 0,20	1,75 ± 0,05	2,50 ± 0,50	1,30 ± 0,26	1,45 ± 0,15
	2	0,63 ± 0,05	1,03 ± 0,35	5,00 ± 2,50	2,23 ± 0,80	2,43 ± 0,70
	3	1,10 ± 0,40	2,56 ± 0,37	1,40 ± 0,40	1,63 ± 1,61	1,83 ± 0,11

*Repetição de processo em tempos diferentes

Valores médios de pH das salsichas de carne bovina e suína durante o armazenamento a $5 \pm 2^\circ\text{C}$

	Rep*	0 dias	14 dias	28 dias	42 dias	56 dias
SC ₁	1	5,99 $\pm$ 0,00	6,26 $\pm$ 0,01	6,39 $\pm$ 0,01	6,32 $\pm$ 0,00	6,35 $\pm$ 0,02
	2	6,31 $\pm$ 0,02	6,33 $\pm$ 0,00	6,60 $\pm$ 0,02	6,39 $\pm$ 0,00	6,45 $\pm$ 0,03
	3	6,40 $\pm$ 0,00	6,45 $\pm$ 0,01	6,50 $\pm$ 0,01	6,44 $\pm$ 0,01	6,42 $\pm$ 0,02
SC _{1,3}	1	5,96 $\pm$ 0,00	6,24 $\pm$ 0,00	5,96 $\pm$ 0,02	6,29 $\pm$ 0,00	6,34 $\pm$ 0,00
	2	6,25 $\pm$ 0,00	6,29 $\pm$ 0,02	6,32 $\pm$ 0,01	6,33 $\pm$ 0,00	6,38 $\pm$ 0,04
	3	6,18 $\pm$ 0,01	6,32 $\pm$ 0,00	6,37 $\pm$ 0,00	6,33 $\pm$ 0,00	6,32 $\pm$ 0,00
SC _{1,75}	1	5,94 $\pm$ 0,01	6,21 $\pm$ 0,01	6,34 $\pm$ 0,01	6,18 $\pm$ 0,06	5,98 $\pm$ 0,02
	2	6,26 $\pm$ 0,00	6,28 $\pm$ 0,01	6,43 $\pm$ 0,11	6,32 $\pm$ 0,01	6,39 $\pm$ 0,02
	3	6,21 $\pm$ 0,01	6,28 $\pm$ 0,00	6,34 $\pm$ 0,01	6,30 $\pm$ 0,01	6,26 $\pm$ 0,00

*Repetição de processo em tempos diferentes

Valores de atividade de água das salsichas de carne bovina e suína

	Rep*	SC ₁	SC _{1,3}	SC _{1,75}
ATIVIDADE DE ÁGUA	1º	0,979 $\pm$ 0,001	0,974 $\pm$ 0,003	0,977 $\pm$ 0,001
	2º	0,978 $\pm$ 0,002	0,973 $\pm$ 0,000	0,968 $\pm$ 0,001
	3º	0,978 $\pm$ 0,001	0,977 $\pm$ 0,001	0,968 $\pm$ 0,001

*Repetição de processo em tempos diferentes

Força de cisalhamento (FC) dos tratamentos de salsicha de carne bovina e suína

	Rep*	SC ₁	SC _{1,3}	SC _{1,75}
FC (g)	1º	1778,76 $\pm$ 143,53	2189,48 $\pm$ 153,95	1700,39 $\pm$ 191,30
	2º	1912,39 $\pm$ 182,16	1731,45 $\pm$ 147,21	1945,16 $\pm$ 133,63
	3º	1640,95 $\pm$ 138,58	1884,63 $\pm$ 104,71	1632,51 $\pm$ 105,43

*Repetição de processo em tempos diferentes

Análise de Perfil de Textura (TPA) dos tratamentos de salsicha de carne bovina e suína

	Rep*	SC ₁	SC _{1,3}	SC _{1,75}
Dureza (g)	1º	4036,01 $\pm$ 422,07	3741,37 $\pm$ 598,05	3156,80 $\pm$ 509,35
	2º	2969,65 $\pm$ 533,20	3888,50 $\pm$ 650,79	3635,49 $\pm$ 274,05
	3º	2414,81 $\pm$ 216,61	2604,39 $\pm$ 227,56	2517,55 $\pm$ 177,17
Elasticidade	1º	0,87 $\pm$ 0,01	0,88 $\pm$ 0,02	0,87 $\pm$ 0,01
	2º	0,86 $\pm$ 0,02	0,87 $\pm$ 0,01	0,88 $\pm$ 0,01
	3º	0,85 $\pm$ 0,02	0,87 $\pm$ 0,01	0,85 $\pm$ 0,02
Coesividade	1º	0,66 $\pm$ 0,00	0,66 $\pm$ 0,00	0,67 $\pm$ 0,00
	2º	0,57 $\pm$ 0,01	0,56 $\pm$ 0,01	0,57 $\pm$ 0,01
	3º	0,66 $\pm$ 0,00	0,67 $\pm$ 0,01	0,68 $\pm$ 0,00
Mastigabilidade (g)	1º	2329,69 $\pm$ 241,93	2200,65 $\pm$ 333,27	1859,16 $\pm$ 299,34
	2º	1456,96 $\pm$ 240,22	1912,88 $\pm$ 318,40	1844,81 $\pm$ 110,78
	3º	1368,49 $\pm$ 135,78	1530,04 $\pm$ 126,23	1467,70 $\pm$ 102,00

*Repetição de processo em tempos diferentes

Valores médios dos níveis de nitrito residual (mg/kg) nas salsichas de carne bovina e suína durante armazenamento 5±2°C

	Rep*	1 dias	14 dias	28 dias	42 dias	56 dias
SC ₁	1	135,76 ± 0,21	94,85 ± 0,39	78,26 ± 0,52	62,34 ± 0,32	52,52 ± 0,15
	2	159,45 ± 0,54	128,25 ± 0,44	106,70 ± 0,27	78,92 ± 0,07	67,88 ± 0,31
	3	150,12 ± 0,67	130,29 ± 0,76	106,10 ± 0,69	86,78 ± 0,68	74,98 ± 0,16
SC _{1,3}	1	141,22 ± 0,28	94,46 ± 0,24	59,59 ± 0,41	58,24 ± 0,22	48,11 ± 0,35
	2	158,89 ± 1,25	122,64 ± 0,68	85,38 ± 0,47	71,99 ± 0,84	60,79 ± 0,08
	3	143,60 ± 1,05	114,61 ± 0,39	84,96 ± 0,48	61,97 ± 0,62	52,17 ± 0,32
SC _{1,75}	1	138,39 ± 0,05	93,86 ± 1,25	77,72 ± 0,51	59,11 ± 0,32	41,01 ± 0,42
	2	166,05 ± 1,32	128,09 ± 0,92	100,29 ± 0,56	76,24 ± 0,68	59,76 ± 0,25
	3	147,14 ± 0,55	110,41 ± 0,31	76,24 ± 0,55	55,83 ± 0,36	46,54 ± 0,26

*Repetição de processo em tempos diferentes

Caracterização microbiológica (log UFC/g) das salsichas de carne bovina e suína

Tratamento	Rep*	Coliformes termotolerantes	Estafilococos coagulase +	C. sulfito redutor	<i>Salmonella</i> sp
SC ₁	1	< 3,0	< 2,0	< 1,0	Ausente
	2	< 3,0	< 2,0	< 1,0	Ausente
	3	< 3,0	< 2,0	< 1,0	Ausente
SC _{1,3}	1	< 3,0	< 2,0	< 1,0	Ausente
	2	< 3,0	< 2,0	< 1,0	Ausente
	3	< 3,0	< 2,0	< 1,0	Ausente
SC _{1,75}	1	< 3,0	< 2,0	< 1,0	Ausente
	2	< 3,0	< 2,0	< 1,0	Ausente
	3	< 3,0	< 2,0	< 1,0	Ausente

*Repetição de processo em tempos diferentes

Resultados das contagens de microrganismos mesófilos aeróbios das salsichas de carne suína e bovina durante o armazenamento a 5±2°C

	Rep*	Mésófilos (log UFC/g)				
		1 dia	14 dias	28 dias	42 dias	56 dias
SC ₁	1	1,20 ± 0,34	2,46 ± 0,55	4,07 ± 0,58	4,77 ± 0,54	5,48 ± 2,26
	2	1,42 ± 0,10	1,26 ± 0,24	3,11 ± 3,24	3,85 ± 0,57	6,18 ± 2,32
	3	1,56 ± 0,06	1,43 ± 0,37	1,00 ± 0,00	3,45 ± 0,02	2,08 ± 1,25
SC _{1,3}	1	1,10 ± 0,17	2,46 ± 0,13	5,03 ± 2,05	2,07 ± 1,25	5,36 ± 2,64
	2	1,40 ± 0,17	1,36 ± 0,31	1,50 ± 0,87	4,06 ± 0,43	5,31 ± 1,45
	3	1,36 ± 0,31	1,10 ± 0,17	1,20 ± 0,17	3,80 ± 0,55	1,32 ± 0,27
SC _{1,75}	1	1,38 ± 0,43	1,89 ± 0,43	3,17 ± 0,22	2,49 ± 0,78	8,18 ± 0,47
	2	1,44 ± 0,42	1,52 ± 0,06	1,79 ± 0,79	3,85 ± 0,48	8,62 ± 1,82
	3	1,62 ± 0,15	1,43 ± 0,23	1,100 ± 0,17	2,79 ± 0,54	1,16 ± 1,03

*Repetição de processo em tempos diferentes

Resultados das contagens de bactérias lácticas das salsichas de carne bovina e suína durante o armazenamento a $5\pm 2^{\circ}\text{C}$

	Rep*	Láticas (log UFC/g)				
		1 dia	14 dias	28 dias	42 dias	56 dias
SC ₁	1	1,00 ± 0,00	2,51 ± 0,52	4,48 ± 0,42	3,50 ± 2,18	5,62 ± 2,06
	2	1,00 ± 0,00	1,88 ± 1,27	4,37 ± 1,09	6,61 ± 0,05	7,71 ± 0,42
	3	1,00 ± 0,00	1,00 ± 0,00	1,00 ± 0,00	3,46 ± 0,03	2,03 ± 1,79
SC _{1,3}	1	1,00 ± 0,00	2,50 ± 0,25	5,14 ± 1,70	2,41 ± 1,36	5,08 ± 2,68
	2	1,00 ± 0,00	1,93 ± 1,62	2,45 ± 1,72	5,15 ± 1,09	5,45 ± 1,34
	3	1,00 ± 0,00	1,00 ± 0,00	1,00 ± 0,00	3,74 ± 0,56	1,00 ± 0,00
SC _{1,75}	1	1,00 ± 0,00	1,89 ± 0,47	3,19 ± 0,19	2,57 ± 0,54	5,60 ± 2,41
	2	1,00 ± 0,00	1,26 ± 0,45	3,03 ± 1,76	6,39 ± 1,58	6,66 ± 0,98
	3	1,00 ± 0,00	1,00 ± 0,00	0,66 ± 0,57	2,79 ± 0,53	1,00 ± 0,00

*Repetição de processo em tempos diferentes

Características físico-químicas da carne mecanicamente separada de frango

	Rep*	CARNE MECANICAMENTE SEPARADA
UMIDADE (g/100g)	1 ^o	64,59 ± 0,29
	2 ^o	62,47 ± 0,83
	3 ^o	65,88 ± 0,29
GORDURA (g/100g)	1 ^o	23,45 ± 0,34
	2 ^o	24,87 ± 0,82
	3 ^o	22,19 ± 0,52
PROTEÍNA (g/100g)	1 ^o	9,65 ± 0,16
	2 ^o	10,36 ± 0,15
	3 ^o	11,52 ± 0,07
CINZAS (g/100g)	1 ^o	0,70 ± 0,01
	2 ^o	0,67 ± 0,02
	3 ^o	0,77 ± 0,01
Ph	1 ^o	6,46 ± 0,03
	2 ^o	6,46 ± 0,01
	3 ^o	6,36 ± 0,02

*Repetição de processo em tempos diferentes

Composição centesimal dos três tratamentos de salsicha de CMS

	Rep*	SCMS ₁	SCMS _{1,3}	SCMS _{1,75}
UMIDADE (g/100g)	1 ^o	67,38 ± 0,06	67,04 ± 0,08	67,15 ± 0,08
	2 ^o	68,52 ± 0,07	67,63 ± 0,14	66,85 ± 0,03
	3 ^o	67,14 ± 0,06	66,14 ± 0,10	66,14 ± 0,12
GORDURA (g/100g)	1 ^o	15,22 ± 0,04	15,36 ± 0,13	15,35 ± 0,03
	2 ^o	14,41 ± 0,08	14,67 ± 0,21	15,00 ± 0,06
	3 ^o	14,41 ± 0,12	15,04 ± 0,27	14,64 ± 0,34
PROTEÍNA (g/100g)	1 ^o	10,79 ± 0,25	10,56 ± 0,08	10,09 ± 0,41
	2 ^o	9,83 ± 0,43	10,35 ± 0,10	10,26 ± 0,36
	3 ^o	10,53 ± 0,32	11,20 ± 0,05	12,34 ± 0,11
CINZAS (g/100g)	1 ^o	2,66 ± 0,13	2,95 ± 0,08	3,30 ± 0,03
	2 ^o	2,63 ± 0,07	2,96 ± 0,04	3,49 ± 0,06
	3 ^o	2,79 ± 0,03	3,09 ± 0,02	3,56 ± 0,04
CARBOIDRATOS (g/100g)	1 ^o	2,10 ± 0,01	2,60 ± 0,01	2,56 ± 0,01
	2 ^o	2,44 ± 0,01	2,57 ± 0,02	3,53 ± 1,71
	3 ^o	2,66 ± 0,02	2,77 ± 0,00	2,67 ± 0,02

*Repetição de processo em tempos diferentes

Níveis de sódio, potássio e fósforo na salsicha de CMS, média de cada tratamento por repetição

	Rep*	Na (mg/100 g)	Fósforo (mg/100 g)	Potássio (mg/100 g)
SCMS ₁	1 ^o	576,79 ± 19,00	250,08 ± 0,34	560,38 ± 17,15
	2 ^o	539,12 ± 3,86	244,14 ± 2,37	510,65 ± 8,48
	3 ^o	686,76 ± 2,91	207,42 ± 1,49	555,25 ± 2,65
SCMS _{1,3}	1 ^o	699,77 ± 11,56	249,59 ± 5,70	559,02 ± 11,08
	2 ^o	607,74 ± 4,61	256,69 ± 16,19	493,21 ± 4,33
	3 ^o	819,95 ± 12,05	205,24 ± 5,16	551,98 ± 7,85
SCMS _{1,75}	1 ^o	813,95 ± 24,78	236,22 ± 5,97	531,70 ± 21,10
	2 ^o	817,54 ± 9,79	272,79 ± 4,41	537,03 ± 5,14
	3 ^o	1075,93 ± 9,76	212,87 ± 8,31	578,47 ± 7,33

*Repetição de processo em tempos diferentes

Perda de peso na cocção (PPC) das salsichas de CMS

	Repetição*	SCMS ₁	SCMS _{1,3}	SCMS _{1,75}
PPC	1 ^o	0,06 ± 0,01	0,05 ± 0,00	0,06 ± 0,00
	2 ^o	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,00
	3 ^o	0,04 ± 0,00	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,01

*Repetição de processo em tempos diferentes

Teste de estabilidade da emulsão (EE) das salsichas de CMS

Tratamento	Rep*	EE (% exsudado liberado)
SCMS ₁	1 ^o	11,12 ± 0,82
	2 ^o	10,06 ± 1,15
	3 ^o	9,60 ± 1,10
SCMS _{1,3}	1 ^o	9,69 ± 3,03
	2 ^o	10,45 ± 1,17
	3 ^o	10,14 ± 1,05
SCMS _{1,75}	1 ^o	12,12 ± 1,20
	2 ^o	10,77 ± 1,22
	3 ^o	10,92 ± 1,09

*Repetição de processo em tempos diferentes

Perda de peso por exsudação (PPE) em % no durante armazenamento de salsicha de CMS a 5±2°C

	Rep*	0 dias	14 dias	28 dias	42 dias	56 dias
SCMS ₁	1	5,20 ± 0,30	7,80 ± 0,60	5,55 ± 0,25	7,75 ± 1,80	10,55 ± 1,05
	2	1,96 ± 0,30	2,93 ± 1,10	4,45 ± 1,55	3,06 ± 0,80	3,26 ± 1,50
	3	1,63 ± 0,15	4,00 ± 1,11	4,86 ± 1,20	3,10 ± 0,87	2,96 ± 1,27
SCMS _{1,3}	1	6,80 ± 0,30	2,55 ± 0,55	4,55 ± 2,05	10,81 ± 1,15	10,80 ± 1,60
	2	1,56 ± 0,25	1,63 ± 0,55	3,00 ± 0,62	4,83 ± 2,79	2,70 ± 0,75
	3	1,50 ± 0,51	2,50 ± 0,65	3,73 ± 0,83	1,43 ± 1,04	2,56 ± 2,11
SCMS _{1,75}	1	5,23 ± 0,37	4,60 ± 0,80	4,40 ± 1,10	8,23 ± 1,10	7,60 ± 0,30
	2	1,53 ± 0,46	1,26 ± 0,41	4,80 ± 1,21	3,03 ± 1,50	2,43 ± 0,23
	3	1,46 ± 0,35	2,36 ± 0,37	2,50 ± 0,72	1,63 ± 0,77	1,90 ± 0,78

*Repetição de processo em tempos diferentes

Valores médios de pH das salsichas de CMS armazenadas a 5±2°C

	Rep*	0 dias	14 dias	28 dias	42 dias	56 dias
SCMS ₁	1	6,20 ± 0,01	6,53 ± 0,03	6,31 ± 0,13	5,86 ± 0,10	5,77 ± 0,02
	2	6,50 ± 0,00	6,54 ± 0,01	6,60 ± 0,02	6,56 ± 0,02	6,57 ± 0,03
	3	6,58 ± 0,02	6,61 ± 0,00	6,58 ± 0,02	6,49 ± 0,04	6,04 ± 0,03
SCMS _{1,3}	1	6,20 ± 0,00	6,51 ± 0,00	5,96 ± 0,02	5,92 ± 0,01	5,80 ± 0,03
	2	6,52 ± 0,01	6,52 ± 0,02	6,43 ± 0,11	6,51 ± 0,01	6,57 ± 0,02
	3	6,57 ± 0,01	6,57 ± 0,00	6,56 ± 0,01	6,53 ± 0,00	6,59 ± 0,00
SCMS _{1,75}	1	6,19 ± 0,00	6,48 ± 0,00	6,57 ± 0,01	5,92 ± 0,00	5,80 ± 0,07
	2	6,49 ± 0,00	6,48 ± 0,01	6,50 ± 0,01	6,48 ± 0,00	6,44 ± 0,03
	3	6,51 ± 0,07	6,56 ± 0,01	6,56 ± 0,00	6,52 ± 0,00	6,55 ± 0,01

*Repetição de processo em tempos diferentes

Força de cisalhamento (FC) dos tratamentos de salsicha de CMS

	Rep*	SCMS ₁	SCMS _{1,3}	SCMS _{1,75}
FC (g)	1 ^o	445,27 ± 27,20	495,96 ± 40,10	460,84 ± 40,73
	2 ^o	400,67 ± 26,62	509,94 ± 76,05	389,66 ± 52,72
	3 ^o	471,22 ± 55,93	554,09 ± 71,52	551,13 ± 60,23

*Repetição de processo em tempos diferentes

Análise de Perfil de Textura (TPA) dos tratamentos de salsicha de CMS

	Rep*	SCMS ₁	SCMS _{1,3}	SCMS _{1,75}
Dureza (g)	1 ^o	626,31 ± 53,18	732,13 ± 40,19	865,75 ± 80,20
	2 ^o	726,34 ± 128,95	1034,11 ± 195,73	755,70 ± 99,89
	3 ^o	859,52 ± 114,54	774,35 ± 75,08	871,59 ± 64,49
Elasticidade	1 ^o	0,85 ± 0,04	0,87 ± 0,01	0,86 ± 0,01
	2 ^o	0,83 ± 0,03	0,84 ± 0,029	0,83 ± 0,02
	3 ^o	0,88 ± 0,02	0,90 ± 0,01	0,89 ± 0,01
Cosividade	1 ^o	0,56 ± 0,05	0,59 ± 0,02	0,62 ± 0,02
	2 ^o	0,46 ± 0,06	0,50 ± 0,06	0,44 ± 0,06
	3 ^o	0,66 ± 0,02	0,71 ± 0,00	0,69 ± 0,00
Mastigabilidade (g)	1 ^o	299,11 ± 26,23	379,68 ± 29,78	463,80 ± 33,92
	2 ^o	277,32 ± 43,44	439,00 ± 100,70	278,21 ± 35,00
	3 ^o	500,85 ± 57,76	497,70 ± 50,49	545,95 ± 43,04

*Repetição de processo em tempos diferentes

Valores de atividade de água das salsichas de CMS

	Repetição*	SCMS ₁	SCMS _{1,3}	SCMS _{1,75}
ATIVIDADE DE ÁGUA	1 ^o	0,982 ± 0,001	0,980 ± 0,000	0,977 ± 0,000
	2 ^o	0,984 ± 0,000	0,979 ± 0,001	0,975 ± 0,002
	3 ^o	0,983 ± 0,002	0,982 ± 0,003	0,974 ± 0,001

*Repetição de processo em tempos diferentes

Valores médios dos níveis de nitrito residual nas salsichas de CMS armazenadas a 5±2°C

	Rep*	0 dias	14 dias	28 dias	42 dias	56 dias
SCMS ₁	1	156,29 ± 0,91	106,65 ± 0,05	58,46 ± 0,04	6,86 ± 0,05	5,05 ± 0,04
	2	135,25 ± 0,71	124,29 ± 0,82	106,72 ± 0,29	100,09 ± 0,29	88,61 ± 1,19
	3	138,08 ± 0,99	125,32 ± 0,92	111,19 ± 2,16	40,68 ± 0,19	25,67 ± 0,37
SCMS _{1,3}	1	127,22 ± 0,15	108,14 ± 0,05	59,59 ± 0,41	31,52 ± 0,38	11,97 ± 0,01
	2	140,01 ± 0,09	125,67 ± 0,45	100,29 ± 0,56	99,26 ± 0,30	89,68 ± 0,44
	3	139,77 ± 0,29	127,80 ± 1,55	105,50 ± 0,42	94,28 ± 0,42	90,39 ± 0,32
SCMS _{1,75}	1	115,15 ± 0,62	98,50 ± 0,31	85,93 ± 0,43	40,01 ± 0,20	15,36 ± 0,04
	2	136,55 ± 1,12	120,66 ± 1,00	100,87 ± 0,24	91,93 ± 1,23	82,43 ± 0,71
	3	142,16 ± 0,45	133,13 ± 0,36	112,03 ± 0,52	98,96 ± 0,64	89,60 ± 0,60

*Repetição de processo em tempos diferentes

Caracterização microbiológica (log UFC/g) das salsichas de CMS

	Repetição*	Coliformes termotolerantes	<i>Salmonella</i> sp	Estafilococos coagulase +	Cl. sulfito redutor
SCMS ₁	1	< 3,0	Ausente	<2,0	<1,00
	2	< 3,0	Ausente	<2,0	<1,00
	3	< 3,0	Ausente	<2,0	<1,00
SCMS _{1,3}	1	< 3,0	Ausente	<2,0	<1,00
	2	< 3,0	Ausente	<2,0	<1,00
	3	< 3,0	Ausente	<2,0	<1,00
SCMS _{1,75}	1	< 3,0	Ausente	<2,0	<1,00
	2	< 3,0	Ausente	<2,0	<1,00
	3	< 3,0	Ausente	<2,0	<1,00

*Repetição de processo em tempos diferentes

Resultados das contagens de micro-organismos mesófilos aeróbios durante o armazenamento de salsicha de CMS a $5\pm 2^{\circ}\text{C}$

		Mésófilos (log UFC/g)				
	Rep*	0 dia	14 dias	28 dias	42 dias	56 dias
SCMS ₁	1	1,44 $\pm$ 0,42	6,01 $\pm$ 2,61	8,24 $\pm$ 0,18	8,21 $\pm$ 0,18	5,48 $\pm$ 1,87
	2	1,00 $\pm$ 0,00	1,80 $\pm$ 1,38	4,82 $\pm$ 0,68	6,86 $\pm$ 0,68	8,89 $\pm$ 1,05
	3	1,10 $\pm$ 0,17	1,92 $\pm$ 1,34	1,00 $\pm$ 0,00	1,00 $\pm$ 0,00	1,90 $\pm$ 1,55
SCMS _{1,3}	1	1,00 $\pm$ 0,00	6,11 $\pm$ 1,18	7,61 $\pm$ 0,33	7,60 $\pm$ 0,19	8,31 $\pm$ 0,20
	2	1,00 $\pm$ 0,00	2,22 $\pm$ 1,34	2,88 $\pm$ 1,93	5,19 $\pm$ 1,04	6,15 $\pm$ 1,28
	3	1,40 $\pm$ 0,34	1,39 $\pm$ 0,35	3,04 $\pm$ 1,78	5,49 $\pm$ 2,04	2,16 $\pm$ 1,16
SCMS _{1,75}	1	1,26 $\pm$ 0,24	5,17 $\pm$ 1,46	5,49 $\pm$ 1,99	7,20 $\pm$ 1,87	5,69 $\pm$ 0,54
	2	1,00 $\pm$ 0,00	1,39 $\pm$ 0,35	3,01 $\pm$ 1,49	6,42 $\pm$ 1,58	7,29 $\pm$ 1,94
	3	1,69 $\pm$ 0,21	1,26 $\pm$ 0,24	1,32 $\pm$ 0,27	2,24 $\pm$ 0,06	4,85 $\pm$ 1,25

*Repetição de processo em tempos diferentes

Resultados das contagens de bactérias lácticas de salsichas de CMS durante o armazenamento a $5\pm 2^{\circ}\text{C}$

		Láticas $\pm$ log UFC/g				
	Rep*	0 dias	14 dias	28 dias	42 dias	56 dias
SCMS ₁	1	1,00 $\pm$ 0,00	5,93 $\pm$ 3,15	8,45 $\pm$ 0,04	8,28 $\pm$ 0,05	5,82 $\pm$ 1,65
	2	1,00 $\pm$ 0,00	1,88 $\pm$ 1,27	4,37 $\pm$ 1,09	6,61 $\pm$ 0,05	7,71 $\pm$ 0,42
	3	1,00 $\pm$ 0,00	1,94 $\pm$ 1,62	1,00 $\pm$ 0,00	1,00 $\pm$ 0,00	1,00 $\pm$ 0,00
SCMS _{1,3}	1	1,00 $\pm$ 0,00	6,32 $\pm$ 1,03	7,84 $\pm$ 0,54	8,19 $\pm$ 0,64	8,29 $\pm$ 0,14
	2	1,00 $\pm$ 0,00	1,93 $\pm$ 1,62	2,45 $\pm$ 1,72	5,15 $\pm$ 1,09	5,45 $\pm$ 1,34
	3	1,00 $\pm$ 0,00	1,00 $\pm$ 0,00	4,01 $\pm$ 2,66	5,49 $\pm$ 2,01	1,80 $\pm$ 1,38
SCMS _{1,75}	1	1,00 $\pm$ 0,00	5,35 $\pm$ 1,51	7,15 $\pm$ 0,65	6,95 $\pm$ 2,43	5,51 $\pm$ 0,59
	2	1,00 $\pm$ 0,00	1,26 $\pm$ 0,45	3,03 $\pm$ 1,76	6,39 $\pm$ 1,58	6,66 $\pm$ 0,98
	3	1,00 $\pm$ 0,00	1,00 $\pm$ 0,00	1,00 $\pm$ 0,00	2,26 $\pm$ 0,02	5,05 $\pm$ 1,50

*Repetição de processo em tempos diferentes