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

REDUÇÃO DE CLORETO DE SÓDIO EM PRODUTO EMULSIONADO TIPO MORTADELA: INFLUÊNCIA SOBRE A QUALIDADE GLOBAL

CLAUDIA NAKAMURA HORITA
Engenheira de Alimentos

Profa. Dra. MARISE A. RODRIGUES POLLONIO
Orientadora

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Campinas
2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP

Horita, Claudia Nakamura
H782r Redução de cloreto de sódio em produto emulsionado tipo mortadela: influência sobre a qualidade global / Claudia Nakamura Horita. -- Campinas, SP: [s.n.], 2010.

Orientador: Marise Aparecida Rodrigues Pollonio
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos

1. Sódio - Redução. 2. Embutidos. 3. Mortadela. I. Pollonio, Marise Aparecida Rodrigues. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

Titulo em inglês: Reducing sodium chloride in mortadella: influence on the overall quality
Palavras-chave em inglês (Keywords): Sodium - Reduction, Sausages, Mortadella
Titulação: Mestre em Tecnologia de Alimentos
Banca examinadora: Marise Aparecida Rodrigues Pollonio
Renata Maria dos Santos Celeghini
Neliane Ferraz de Arruda Silveira
Data de defesa: 31/03/2010
Programa de Pós Graduação: Programa em Tecnologia de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Este exemplar corresponde à redação final da dissertação defendida em ___/___/___ por Claudia Nakamura Horita aprovado pela comissão julgadora em ___/___/___.

_____
Prof[a]. Dr[a]. Marise Aparecida Rodrigues Pollonio
(Orientadora)

_____
Dr[a]. Renata Maria dos Santos Celeghini
DTA / UNICAMP
(Membro)

_____
Dr[a]. Neliane Ferraz de Arruda Silveira
Microbiologia/ ITAL
(Membro)

_____
Dr. Marcelo Antonio Morgano
Química / ITAL
(Membro)

_____
Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício
UNICAMP/DTA
(Membro)

Dedico este trabalho aos meus pais Akira e Masako,
aos meus tios Roberto e Shisue,
a minha irmã Marina,
ao Rubens, meu marido
e ao meu filho Leandro

AGRADECIMENTOS

À DEUS, por todos os momentos bons e por mais esta conquista.

A Profa. Dra. Marise Aparecida Rodrigues Pollonio pelo privilégio de poder contar com a sua orientação, disponibilidade, atenção, confiança e empenho na realização deste trabalho.

Ao CNPQ pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, FEA/UNICAMP onde fui acolhida para realizar minha pesquisa;

A todos os membros da banca, pelas opiniões e correções, que em muito valorizaram este trabalho;

Aos funcionários da FEA, Adauto, Ana Lourdes, Ana Maria, Cosme, Diana, Elizabete, Jaime, Marlene, Renata. E as estagiárias do Laboratório de Carnes e Processos: Tatiane, Vanessa, Ana Paula pelo apoio em todos os momentos solicitados;

Ao José Roberto, Judite e Vanessa pelo convívio, sugestões e amizade;

A Prof. Dr. Pedro Eduardo Felício pelo apoio e amizade;

A Prof. Dra. Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva pelas sugestões no trabalho;

Ao Dr. Marcelo Morgano pela realização de parte das análises, apoio e sugestões no trabalho;

Ao Frigorífico Ceratti, responsável pela minha formação profissional e pelos conhecimentos adquiridos na área de carnes;

Ao Frigorífico Martini Ltda, em especial ao Marco Martini pela doação de parte das matérias-primas;

Ao Frigorífico Sadia, em especial a Renata Nascimento pelo apoio e pela doação da matérias-primas cárneas;

À Newmax Industrial, que permitiu parte da realização deste trabalho nas suas instalações. Agradecimento especial aos funcionários Aline, Carlos, Manoel, Isabel pelo apoio e pela doação dos insumos e condimentos.

Aos meus amigos que conquistei e convivi durante o mestrado Bibiana, Daiana, Daniela, Edson, Karol, Leilane, Marcília, Paulo, Raquel, Vanessa, Tatiane.

A minha tia Laura e ao meu avô pelo apoio nos momentos difíceis;

Ao Márcio pela amizade e pelos novos ensinamentos em minha vida;

Ao meu marido, amigo e companheiro de todas as horas, meu agradecimento pelo apoio e incentivo recebido;

Aos meus pais e tios, pela minha formação e pelo que representam em minha vida.

Ao meus tios Fumio e Celeste pelo incentivo no início da Faculdade de Engenharia de alimentos.

Ao meu filho Leandro, pelos momentos de vitória e felicidade.

Obrigada a todos.

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE	ix
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE FIGURAS	xiii
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	5
2.1 Objetivos gerais	5
2.2 Objetivos específicos	5
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
3.1. Cenário atual: reformulação dos produtos cárneos	6
3.2. Importância da redução de sódio	8
3.3. Estratégia dos países para a redução de sódio	10
3.4. Produtos cárneos: dieta e teores de sal	12
3.5. Desafios na redução de sal em produtos cárneos	13
3.5.1. Efeito dos sais nas propriedades sensoriais	13
3.5.2. Efeito do sal na vida útil do produto	16
3.5.3. Efeito do sal na textura	19
3.6. Alternativas tecnológicas para a redução do sal em produtos cárneos	22
4. MATERIAL E MÉTODOS	28
4.1. Desenvolvimento de mortadela com redução de gordura	28
4.2. Seleção dos sais substitutos e avaliação dos resultados sensoriais	29
4.2.1. Planejamento experimental	29
4.2.2. Processamento das mortadelas	30
4.2.3. Avaliação sensorial das formulações	31

4.3. Estudo das propriedades físico químicas durante a vida útil das mortadelas com substituição parcial do cloreto de sódio..... 32
4.3.2. Processamento 33
4.3.3. Métodos analíticos utilizados na avaliação de mortadela com redução de sal adicionada de diferentes níveis de sais substitutos..... 33
4.4. Análises físico químicas..... 34
4.4.1. Determinação de umidade 34
4.4.2. Determinação de proteína 34
4.4.3. Determinação de lipídeos 34
4.4.4. Determinação de cinzas 34
4.4.5. Determinação do teor de sódio..... 35
4.4.6. Determinação de pH..... 35
4.4.7. Determinação de aw 35
4.4.8. Teste de estabilidade de emulsão 35
4.4.9. Rendimento no cozimento..... 36
4.4.10. Estabilidade microbiológica 36
4.4.11. Análise do perfil de textura 36
4.4.12. Avaliação da estabilidade à oxidação lipídica (determinação do n°de TBARS) 36
4.4.13. Determinação de cor objetiva..... 37
4.4.14. Análise sensorial..... 37
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 40
5.1. Desenvolvimento de mortadela com redução de gordura..... 40
5.2. Seleção dos sais substitutos de cloreto de sódio através de análise sensorial..... 40
5.3. Estudo das propriedades físico químicas e vida útil da substituição parcial do cloreto de sódio 42
5.3.1. Resultados da composição centesimal..... 43
5.3.2. Resultados dos teores sódio..... 44

5.3.3. Valores de Aw e pH das mortadelas com redução de sal adicionada de diferentes níveis de sais substitutos..... 44
5.3.4. Avaliação da estabilidade de emulsão e rendimento no cozimento mortadelas com redução de sal adicionada de diferentes níveis de sais substitutos..... 48
5.3.5. Estabilidade microbiológica das mortadelas com redução de sal adicionada de diferentes níveis de sais substitutos..... 51
5.3.6. Análise de perfil de textura das mortadelas com redução de sal adicionada de diferentes níveis de sais substitutos..... 54
5.3.7. Estabilidade à oxidação lipídica das mortadelas com redução de sal adicionada de diferentes níveis de sais substitutos..... 58
5.3.8. Determinação da cor objetiva em mortadelas com redução de sal adicionada de diferentes níveis de sais substitutos..... 60
5.3.9. Avaliação sensorial das mortadelas com redução de sal adicionada de diferentes níveis de sais substitutos..... 63
5.3.10. Intenção de compra das mortadelas com redução de sal adicionada de diferentes níveis de sais substitutos 66
6. CONCLUSÕES..... 67
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 69

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Teores de sódio dos principais produtos cárneos ingleses.....	13
Tabela 2. Formulações das mortadelas com baixo teor de gordura	29
Tabela 3. Formulações das mortadelas para avaliação sensorial.....	30
Tabela 4. Formulações das mortadelas com a adição de diferentes sais substitutos	33
Tabela 5. Formulação da mortadela com teor reduzido de gordura	40
Tabela 6. Médias de intensidade do sabor amargo detectadas pela equipe Sensorial	42
Tabela 7. Composição centesimal das mortadelas.....	43
Tabela 8. Teores de sódio das mortadelas	44
Tabela 9. Aw das mortadelas na estocagem	45
Tabela 10. pH durante a estocagem	48
Tabela 11. Estabilidade de emulsão e rendimento no cozimento para mortadelas com redução de sal	50
Tabela 12. Contagem total (UFC/g) e bactéria láctica (UFC/g) em mortadelas com redução de sal	51
Tabela 13. Psicrotróficos (UFC/g) e coliformes (UFC/g)	53
Tabela 14. Análise do perfil de textura na estocagem	55
Tabela 15. Avaliação da estabilidade à oxidação lipídica durante a estocagem n°de TBARS (mg de malonaldeído/kg de amostra).....	58
Tabela 16. Valores de L* (luminosidade) das mortadelas com redução de sódio	61
Tabela 17. Valores de a*(intensidade cor vermelha) das mortadelas com redução de sódio	62
Tabela 18. Valores de b* (intensidade cor amarela) das mortadelas com redução de sódio	63
Tabela 19. Médias das notas obtidas na análise sensorial	64

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Modelo de ficha para provadores treinados	31
Figura 2. Ficha utilizada para teste escala hedônica Gráfico da oxidação lipídica durante a estocagem	39
Figura 3 Gráfico da oxidação lipídica durante a estocagem.....	60
Figura 4. Gráfico de intenção de compra	67

ANEXOS

Anexo I – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido 71

RESUMO

A elevada ingestão de sódio tem sido associada ao desenvolvimento de inúmeras doenças, principalmente a hipertensão, doenças coronárias e acidente vascular cerebral. A redução de sal na dieta representa uma prioridade para uma vida mais saudável. Sob esse aspecto, esse trabalho teve como objetivo estudar o efeito da substituição parcial do cloreto de sódio por outros sais de cloreto como uma alternativa para a redução do teor de sódio em produtos cárneos tipo mortadela. Foram selecionados três sais como substitutos do cloreto de sódio: cloreto de cálcio, cloreto de potássio e cloreto de magnésio em diferentes níveis que totalizaram sete formulações. Dentre estas formulações, uma amostra controle F1 (2% de NaCl) foi utilizada para a comparação dos resultados obtidos e uma outra com apenas 1% de NaCl (F7). Não houve efeito dos sais substitutos utilizados para as respostas de cor para o valor b* e L* durante a estocagem. Após 60 dias de estocagem apenas a formulação F5 (0,5%NaCl, 1%KCl, 0,5% $MgCl_2$) apresentou uma redução significativa no valor de a* (intensidade do vermelho). Na análise sensorial, as formulações F3 (1%NaCl, 0,5%KCl, 0,5%MgCl2), F4 (0,5%NaCl, 1%KCl, 0,5%$CaCl_2$), F5 (0,5%NaCl, 1%KCl, 0,5%$MgCl_2$) e F6 (1% KCl e 1% NaCl) apresentaram menores valores ($p<0,05$) no atributo sabor, comparadas com a amostra controle, sendo as mais rejeitadas. Para as amostras F2 e F7 não houve efeito nas respostas sensoriais no atributo aparência, aroma, sabor e textura, sendo as mais aceitas. Em relação à vida útil das mortadelas estocadas a 4ºC por 60 dias não se observaram diferenças entre as formulações F1(2%NaCl), F2 (1%NaCl, 0,5%KCl e 0,5%$CaCl_2$), F3 (1%NaCl, 0,5%KCl, 0,5%$MgCl_2$), F4 (0,5%NaCl, 1%KCl, 0,5%$CaCl_2$), F5 (0,5%NaCl, 1%KCl, 0,5%$MgCl_2$) e F6 (1% KCl e 1% NaCl. Na formulação de mortadela com 1% de NaCl (F7) ocorreu a deterioração em menor tempo (aos 45 dias). Ficou evidente que a amostra F4 apresentou os maiores valores de dureza no atributo textura quando comparada com a amostra controle que pode ser justificado pela menor

estabilidade de emulsão. Este trabalho permitiu encontrar parâmetros para a otimização de formulações para um produto emulsionado cozido reduzido de gordura e sódio com boa aceitação sensorial e estabilidade durante a estocagem.

ABSTRACT

The high sodium intake has been associated with the development of many diseases, especially hypertension, coronary heart disease and stroke. Reducing dietary salt is a priority for a healthier life. In this respect, this work was to study the effect of partial replacement of sodium chloride by other chloride salts as an alternative to reduce the sodium content in meat products such mortadela. Three salts has been selected as substitutes for sodium chloride, calcium chloride, potassium chloride and magnesium chloride at different levels totaling seven formulations. Among these formulations, a control sample F1 (2% NaCl) was used to compare the results and another with only 1% NaCl (F7). There was no effect of salt substitutes used for responses to the color value b *, L * during storage. After 60 days of storage only the formulation F5 (0.5% NaCl, 1% KCl, 0.5% $MgCl_2$) showed a significant reduction in the value of a * (red color). Sensory analysis, the formulations F3 (1% NaCl, 0.5% KCl, 0.5% $MgCl_2$), F4 (0.5% NaCl, 1% KCl, 0.5% $CaCl_2$), F5 (0.5% NaCl, 1% KCl, 0.5% $MgCl_2$) and F6 (1% KCl and 1% NaCl) showed lower values ($p < 0.05$) in flavor attribute, compared with the control sample, the most rejected. For samples F2 and F7 no effect on sensory responses in the attribute appearance, aroma, flavor and texture, the most accepted. For the shelflife of mortadela stored at 4 ° C for 60 days there were no differences between the formulations F1 (2% NaCl), F2 (1% NaCl, 0.5% KCl and 0.5% $CaCl_2$), F3 (1% NaCl, 0.5% KCl, 0.5% $MgCl_2$), F4 (0.5% NaCl, 1% KCl, 0.5% $CaCl_2$), F5 (0.5% NaCl, 1% KCl, 0.5% $MgCl_2$) and F6 (1% KCl and 1% NaCl. In the formulation with 1% NaCl (F7) was the deterioration in less time (at 45 days). It was evident that the sample F4 showed higher hardness values in the attribute texture compared with the control sample that can be explained by lower emulsion stability. This work has a parameter for the optimization of product formulations for a cooked emulsified reduced fat and sodium with good acceptability and stability during storage.

1. INTRODUÇÃO

Devido ao papel do sódio no desenvolvimento da hipertensão em indivíduos sensíveis, órgãos de saúde pública e autoridades regulatórias têm recomendado a redução do consumo desse elemento mineral na dieta (FERNÁNDEZ-GINÉS et al, 2005). A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda o consumo de 5g (2000mg de sódio) de sal por dia (WHO, 1990). Segundo a INTERSALT(1988), a maioria da população mundial consome entre 2300 e 4600mg de sódio diariamente e o consumo médio dos brasileiros é de 12,3g de sal (4920mg de sódio) por dia (NAKASATO, 2004). De um modo geral, produtos industrializados constituem-se nas maiores fontes de sódio com destaque para algumas categorias, tais como produtos cárneos.

A carne é considerada um alimento nobre para o homem, pois serve para a produção de energia, produção de novos tecidos orgânicos e a regulação dos processos fisiológicos, respectivamente, a partir das gorduras, proteínas e vitaminas constituintes dos cortes cárneos. A carne magra é constituída, em média, de 75% de água, 21-22% de proteína, 1-2% de gordura, 1% mineral e menos de 1% de carboidrato. A porção protéica contém elevadas concentrações de aminoácidos essenciais, o que lhe confere um alto valor biológico. É também um alimento rico em vitaminas B1, B2, B6 e B12, possui minerais como fósforo, potássio, zinco, ferro, magnésio e sódio. O ferro presente na carne é mais facilmente absorvido do que o ferro presente nas em produtos vegetais. A carne é o principal componente dos embutidos, porém a composição química vai depender da formulação de cada produto (SEUSS,1990)

Em geral, produtos cárneos são pobres em fibras, cálcio e podem conter aditivos considerados carcinogênicos, formadores de nitrosaminas (nitritos) e alguns carboidratos poliaromáticos fenólicos provenientes da defumação (VANDENDRIESSCHE, 2008) além de altos teores de sal e gordura. No entanto, a carne e os produtos cárneos são essenciais para uma dieta equilibrada, o que

propicia um cenário para reformulação de muitos derivados com apelos mais saudáveis (FERNÁNDEZ-GINÉS et al, 2005).

Muitas estratégias têm sido utilizadas para alcançar o objetivo em tornar o produto cárneo mais saudável, as quais envolvem alteração da composição e ou o processamento, substituição de certos ingredientes considerados prejudiciais, e inclusão de determinadas substâncias desejáveis, naturalmente ou pela adição, com os benefícios adicionados subseqüentes à saúde (JIMÉNEZ-COMENERO et al., 2001). Dentre as estratégias mais estudadas, estão a redução de gordura e sal consideradas mais significativas para o mercado (VANDENDRIESSCHE, 2008). Também a aplicação de antioxidantes naturais como os derivados de ervas e especiarias tem sido pesquisada como alternativas neste segmento (POLLONIO, 2007).

O sal de cozinha (cloreto de sódio) é composto por aproximadamente 40% de sódio e 60% de cloreto e a sua redução em alimentos industrializados representa uma diminuição significativa no consumo sódio na dieta uma vez que é a fonte mais amplamente utilizada no processamento (RUUSUNEN e PUOLLANNE, 2005).

O uso do sal teve seu início na culinária, antes do uso da refrigeração, como conservador devido ao seu potencial sanitário, diminuindo-se a multiplicação de muitos microrganismos. Muitas vezes, os povos da antigüidade tinham períodos de escassez de alimentos e necessitavam estocá-los por mais tempo, e o uso do sal em carnes, por exemplo, aumentava a sua durabilidade, e foi assim que surgiram os embutidos (KURLANSKY, 2004).

O sal é usado para conferir sabor, textura e extensão da vida útil dos produtos cárneos. O cloreto de sódio tem um importante papel na textura de muitos produtos cárneos em função da extração das proteínas miofibrilares e a

incorporação de água ao produto através da formação de géis estáveis após cozimento (TERRELL, 1983). O efeito preservativo do sal é devido à habilidade em diminuir a atividade de água do produto (SOFOS, 1984).

Cloreto de sódio adicionado aos produtos industrializados pode ser reduzido nas formulações, mas em geral, esse efeito benéfico que resulta na redução de sódio, é acompanhado de um problema particular caracterizado pelo decréscimo de sabor salgado perceptível e flavor (RUUSUNEN e PUOLLANNE, 2005).

Para se reduzir o teor de sódio nos alimentos deve-se vencer muitos desafios. Entre as maneiras de se promover a diminuição dos teores de sódio em produtos cárneos, pode-se citar: diminuição da adição do cloreto de sódio ao produto; substituição total ou parcial do cloreto de sódio por outros sais clorados (KCl, $MgCl_2$ e $CaCl_2$), substituição de parte do cloreto de sódio por sais não clorados, como os fosfatos ou por modificação dos processos ou por combinações dos itens acima (TERRELL, 1983).

A ingestão de grandes quantidades de gorduras, principalmente saturadas, está associada ao aumento do risco de doenças, cardiovasculares, por exemplo. Na tentativa para diminuir este risco, órgãos de saúde pública de vários países recomendam diminuir o consumo diário de gordura, para até 30% do total das calorias e diminuir o consumo de colesterol para 300 mg/dia, limitando o consumo de gordura saturada para menos de 10% do total das calorias (JIMENEZ-COLMENERO, 1996).

Como o teor de gordura da mortadela (20-30%) é considerado elevado, esse produto deve ser consumido com restrições. No Brasil, existem várias versões de mortadelas com teores reduzidos de gordura, denominadas light, onde o teor de gordura é inferior a 20%. Com base na elaboração de uma reformulação

de mortadela com apelo mais saudável foi realizado um estudo para a redução de sódio em mortadela com baixo teor de gordura (máximo 10%).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a substituição e redução de diferentes níveis de cloreto de sódio por outros sais em mortadelas com teores reduzidos de gordura.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estudar o efeito da substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio, cloreto de magnésio e cloreto de cálcio sobre as propriedades de rendimento e estabilidade de emulsões cárneas com teor reduzido de gordura.

Avaliar o efeito dos diferentes níveis de cloreto de potássio, cloreto de magnésio e cloreto de cálcio sobre as propriedades físicas, oxidação lipídica e avaliação sensorial de mortadelas.

Avaliar a estabilidade microbiológica das mortadelas com substituição parcial do cloreto de sódio por cloreto de potássio, cloreto de magnésio e cloreto de cálcio ao longo de sua vida útil.

3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 – Cenário atual: reformulação dos produtos cárneos

A indústria da carne está em contínua transformação, conduzida entre outros fatores por mudanças nas expectativas dos consumidores. Os produtos processados têm sido alvos de muitas críticas por colaborarem para o desenvolvimento de risco de doenças, apesar de serem ricos em muitos componentes essenciais para uma alimentação saudável. Outra tendência é o interesse do consumidor nas possibilidades de melhorar a saúde e o bem estar com a dieta. Os alimentos funcionais provenientes de produtos cárneos são vistos como uma oportunidade de melhorar a imagem do segmento e de atender as necessidades dos consumidores. Produtos cárneos por serem alimentos muitos consumidos, oferecem veículos excelentes de promover a adição de ingredientes funcionais na dieta sem nenhuma mudança radical no hábito alimentar (COFRADES et al., 2008). A esse processo, denomina-se reformulação de produtos cárneos com foco para a saúde.

Dessa forma, a adição de numerosos ingredientes não cárneos provenientes de fontes animais ou vegetais tem sido utilizada para reformular produtos, assegurando-se assim a elaboração de produtos finais mais saudáveis. Como exemplo, pode-se ilustrar a adição de algas marinhas em embutidos tipo *frankfurters* (LÓPEZ-LÓPEZ et al. 2009). Esses compostos comestíveis contêm proteínas de boa qualidade, altas concentrações de vitaminas, ácidos graxos poliinsaturados, componentes bioativos provenientes de antioxidantes, uma excelente fonte de minerais e fibra (FLEURENCE,1999). O uso de antioxidantes naturais também pode ser uma alternativa para substituir os sintéticos e minimizar a oxidação lipídica, uma das causas da deterioração da carne e seus derivados, ocasionando consideráveis mudanças no sabor, textura e no valor nutricional (GIL et al., 2001). Extratos de alecrim, chás, soja, cascas de frutas cítricas, vagem de

alfarroba, uvas, semente de gergelim são exemplos de antioxidantes naturais. Na tentativa de se aprimorar melhorar o perfil de ácidos graxos, tem-se a adição de óleos de peixe em embutidos emulsionados de frango como fonte de ômega 3 e ômega 6 realizado por Jeun-Horng et al. (2002). Outra forma de enriquecer o produto cárneo consiste na adição de fibras para reduzir o risco de inúmeras doenças como realizado por Yilmaz (2004).

A substituição parcial da gordura animal por óleos vegetais também pode ser uma alternativa para se diminuir os níveis de colesterol em produtos cárneos, uma vez que o alto consumo de colesterol está correlacionado com o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (MARQUEZ et al.,1989).

Nesse contexto, a reformulação de produtos cárneos, a redução de sódio é prioritária. Existem vários estudos que indicam a relação entre o consumo de sal e pressão sangüínea (TOBIAN,1991) e a alta pressão é um dos fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (KANNEL,1996). Na redução do sódio, é necessário encontrar um ou mais compostos que possuam efeitos similares sensoriais, tecnológicos e conservantes. O cloreto de sódio pode ser substituído parcialmente com o uso de outros compostos como sais de cloreto, fosfatos, lactatos, hidrocolóides dentre outros (PSCZOLA,1999), no entanto cada um desses ingredientes e aditivos apresenta várias propriedades a serem otimizadas.

Apesar de muitos ingredientes poderem ser utilizados pela indústria da carne para conferir propriedades mais saudáveis aos produtos cárneos, é necessária a realização de estudos adicionais para compreender as suas interações com outros constituintes e obter produtos seguros com aceitação sensorial e viáveis economicamente.

3.2 – Importância da Redução de Sódio

O sal é composto quimicamente por sódio e cloro e tornou-se um constituinte normal da alimentação humana porque foi adicionado e incorporado na cultura da alimentação humana. Há muitos anos atrás, os ancestrais dos seres humanos consumiam menos que 0,25g de sal ao dia (EATON e KONNER, 1985) sem rico de carência, uma vez que existe sódio suficiente em alimentos, sendo em maior quantidade nos que provêm do mar. Entretanto, os níveis de sal tornaram-se bastante elevados devido ao seu importante papel no desenvolvimento da civilização em função da propriedade de preservar os alimentos (MACGREGOR e WARDENER, 1998). Os chineses já conheciam essa característica do sal há 5.000 anos e já preservavam carne e peixe em soluções salinas. O sal tornou-se *comodite*, sendo um dos mais taxados e também foi considerado um símbolo de pureza em muitas religiões. No século dezenove foi inventado o refrigerador e o sal tornou-se um composto secundário na preservação. Entretanto, com o aumento do consumo de processados na alimentação moderna, em restaurantes ou fast foods, o consumo de sal ainda é crescente. Em países desenvolvidos, mais de 75% do consumo de sal é proveniente de alimentos processados (JAMES et al. 1987).

Considerando-se que os seres humanos apresentam sistemas fisiológicos programados geneticamente para um baixo consumo de sal (menor que 0,25g por dia), ocorrem mecanismos no organismo para eliminá-lo e conservá-lo em baixos níveis. Em estudos recentes onde o consumo de sal está em torno de 9 a 12g por dia (40 vezes a mais do que se deveria consumir), o sal passa através do fígado e é excretado através da urina. As conseqüências desse alto consumo de sal são o aumento da pressão arterial, doenças cardiovasculares, renais e o risco de desmineralização dos ossos (DE WARDENER e MACGREGOR, 2002).

Os estudos para evidenciar as possíveis causas da hipertensão arterial e sua relação com o consumo de sal partem de estudos epidemiológicos, em grupos isolados, tratamentos experimentais, estudos com animais e experimentos genéticos (HE e MACGREGOR, 2007). Identificar a causa da hipertensão não é uma tarefa simples, pois envolvem fatores hereditários, idade peso corporal, meio ambiente e dieta. O tratamento da hipertensão severa ou moderada inclui o uso de medicamentos combinados com mudanças no estilo de vida, a necessidade de redução de peso em casos de sobrepeso, consumo moderado de álcool e redução no consumo de sal e gordura na dieta (PEREZ e MUSSINI, 2008).

O consumo de sal em excesso, portanto, tem sido associado à hipertensão (DAHL, 1972, LAW et al. 1991) e o aumento na pressão sangüínea aumenta o risco de contrair doenças cardiovasculares. Os resultados da dieta americana do sódio DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension) mostraram uma relação linear entre consumo de sal e pressão sangüinea (APPEL et al., 1997).

A hipertensão está entre as maiores doenças crônicas, constituindo-se num problema de saúde pública, atingindo aproximadamente um bilhão de indivíduos no mundo (SABRY, 2007). Para ser considerado hipertensão o valor da pressão sistólica deve ser acima de 140mmHg e a diastólica deve ser acima de 90 mmHg (CHEN et al. 2009). A prevalência da hipertensão aumenta com a idade, por exemplo: na idade de 50-59 anos aproximadamente 50% tem pressão alta e na idade de 60-79 anos atinge 70% (STAESSEN et al., 2001). Cerca de 16 milhões de pessoas (MACKAY, 2004) no mundo morrem de doenças cardiovasculares, quase 8 milhões dessas mortes são atribuídas a hipertensão. A relação do sódio com a doença hipertensiva é conhecida por muito tempo e aceita por quase todos os órgãos oficiais, recomendando, inclusive, a diminuição do consumo de sal como medida preventiva contra a hipertensão. Além disso, segundo De Wardener e MacGregor (2002) há evidências que o alto consumo de sal pode colaborar no desenvolvimento de outras doenças como: derrames (TOBIAN e HANLON, 1990;

XIE et al., 1992), hipertrofia ventricular esquerda (LAUFER et al., 1989), problemas renais e albuminuria (HILLEGE et al. 2002), câncer no estômago (TSUGANE et al. 2004), cálculo renal e desmineralização dos ossos.

Embora a redução do consumo de sódio seja recomendada para prevenir a hipertensão, esse procedimento é contestado, pois estudos mostram que a restrição no consumo é bastante benéfica somente a uma fração da população, os sensíveis ao sal (MORRIS et al., 1999). Uma grande porcentagem da população possui predisposição hereditária para a hipertensão arterial, a incidência pode ser maior quando se combinam excesso de peso e alto consumo de sódio. O sódio provém de uma variedade de alimentos, sendo a carne e produtos cárneos um dos segmentos mais críticos (JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 2001; KARPPANNEN e MERVAALA, 2006).

3.3 – Estratégias dos países para a redução de sódio

No Brasil não há uma campanha, liderada por instituições governamentais, para redução no consumo do sal. O consumidor tem acesso à tabela nutricional onde deverá buscar produtos com baixo percentual de valores diários para sódio (%VD), o consumo deve ser de no máximo 2400mg de sódio (6 g de sal) por dia segundo a Agência Nacional da Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001). A quantidade de sódio está descrita na rotulagem nutricional dos produtos, porém a maioria dos consumidores desconhece seu significado e também não há campanhas para alertá-los quanto a sua importância.

Segundo Havas et al. (2007), o consumo de sódio recomendado para os americanos é de 2400mg de sódio (6g de sal) ou menos. Em 2003, a Associação Americana de Saúde Pública adotou uma política de redução de 50% no teor de sódio em alimentos processados e de restaurantes no decorrer de 10 anos. O sal é considerado como seguro, GRAS (geralmente reconhecido como seguro) pelo

FDA (Food and Drug Administration) e a indústria de alimentos não está limitada a utilizar o sal nos seus processos. A Associação Médica Americana (AMA) recomenda que o FDA revogue o status de seguridade do sal, especificando seu uso em diferentes níveis de acordo com o tipo de produto e que crie procedimentos para fiscalizar esses limites.

A FSA (Food Standards Agency), agência do governo britânico, iniciou uma campanha em 2003 encorajando a indústria de alimentos a reduzir o teor de sódio dos seus produtos. No momento da compra, o consumidor pode visualizar rapidamente os teores de sódio dos produtos cárneos porque há uma classificação dos teores de sal através de etiquetas coloridas: vermelhas para alto teor de sódio, amarela para médio teor e verde para baixo teor, semelhantes às cores de um semáforo (trafic light). A agência estipulou metas de redução por categorias de produtos: cárneos, pães, cereais matinais, queijos, manteigas e margarinas, ervilhas enlatadas, sopas, refeições prontas, pizza, salgadinhos tipo snacks. Na Irlanda, a FSAI (Ireland´s Food Safety Autority) desenvolveu um programa nacional para que um adulto consuma no máximo 2400mg de sódio por dia. Também estipulou metas para redução por categorias de produtos. A Fundação Nacional do Coração da Nova Zelândia e Austrália criou um programa de identificação por etiquetas dos produtos com teor de sódio inferior a 400mg/100g de produto. Esse programa reduziu os teores de sódio em pães, cereais matinais e margarinas. O programa nutricional do governo francês tem um objetivo de reduzir a pressão sanguínea em 10mmHg, reduzindo-se ,assim, 20% no consumo de sódio em cinco anos. A Finlândia iniciou o processo de redução de sódio na dieta desde 1970, conseguindo uma redução no consumo de sódio de 4700 para 3300mg de sódio por dia. Também identificam alimentos com o teor de sal elevado (DICKINSON e HAVAS, 2007).

Esses relatos representam apenas uma parte do que ocorre atualmente no mundo em relação às estratégias de cada país para reduzir gastos com doenças

que podem ter seu risco reduzido de ocorrência se for também reduzido o consumo de sal em alimentos processados. Isso destaca ainda mais a importância desse trabalho.

3.4 – Produtos cárneos: dieta e teores de sal

Alguns estudos epidemiológicos de longa duração, em pessoas hipertensas ou não, têm demonstrado que a redução no consumo de sal (de 2 a 4,6g por dia) pode reduzir a pressão sangüínea sistólica absoluta (ASARIA et al., 2007). O consumo de sal diário médio estimado entre os brasileiros está em torno de 12,6g (MOLINA et al.,2003) o que supera a recomendação máxima estipulada pela Organização Mundial da Saúde, de no máximo 5g por dia (WHO, 2006). Verifica-se então a necessidade em se realizar dietas alimentares para a redução no consumo de sal pela população em geral e redução no teor de sal de produtos processados.

Na categoria de produtos industrializados, carne e produtos cárneos representam a segunda maior contribuição no consumo de sódio na dieta, aproximadamente 20,8% do consumo de sódio diário. A maior contribuição de sódio provém de produtos cárneos industrializados (0,54g), sendo apenas 0,05g de sódio proveniente da carne fresca (PHILIPS, 2003).

A principal fonte de sódio dos produtos cárneos é proveniente da adição de cloreto de sódio durante a elaboração dos produtos. Outros ingredientes também causam efeitos no teor de sódio, o tripolifosfato de sódio contém 31,2% de sódio, nitrato de sódio (27,1%), ascorbato ou eritorbato de sódio (11,6%), nitrito de sódio (33,2%), glutamato monossódico (13,6%), porém são utilizados em pequenas quantidades (MAURER,1983). De acordo com BREIDENSTEIN (1982), num produto cárneo com 2% de sal o cloreto de sódio adicionado contribui com 79% do sódio do produto final.

Para reduzir os teores de sódio dos produtos cárneos no Brasil, é necessário orientar os consumidores, estipular metas de redução e fiscalizar indústrias e produtos. Podem-se exemplificar as ações que estão sendo realizadas na Inglaterra pela FSA (Food Standards Agency), onde as indústrias de produtos cárneos necessitam reduzir os teores de sal dos seus produtos e oferecer produtos alternativos com teores reduzidos de sal de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Teores de Sódio dos principais produtos cárneos ingleses e americanos

Produto	Teor de sódio produtos ingleses(mg/100g)	Meta da FSA até 2010 (g/100g de produto)	Teor de sódio produtos americanos (mg/100g)
Bacon	1000-1540	3,5 g sal/1,4g Na	1016
Presunto	900-1200	2,5g sal/1,0g Na	1500
Salsichas	600-1180	1,4g sal/ 550mg Na	1120
Hamburguers	290-590	1,0g sal/ 400mgNa	-

Fontes : FSA (2002)/ USDA (2005)

Disponível em http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/salttargetapril06.pdf

3.5 – Funções tecnológicas do cloreto de sódio no processamento de produtos cárneos

O sal contribui com atributos funcionais aos alimentos, tais como textura, sabor e segurança microbiológica os quais são difíceis de obter com outros ingredientes.

3.5.1 – Efeito do sal nas propriedades sensoriais

O paladar é o sentido que permite aos indivíduos perceber e diferenciar os gostos por meio de botões gustativos (conjuntos de 50 a 100 células receptoras de gosto). Esses botões, por sua vez, podem se agrupar em estruturas chamadas papilas gustativas, que são facilmente visualizadas sobre a língua. Os indivíduos

nascem com cerca de 10 mil botões gustativos, localizados, principalmente, na parte de trás, nos lados e na ponta da língua. Os botões gustativos são também encontrados no palato mole (parte de trás do "céu da boca"), na garganta (laringe e faringe) e na epiglote. As células dos botões gustativos possuem pequenos prolongamentos em suas superfícies chamados microvilosidades. São nelas que se encontram os receptores, proteínas especializadas, que reconhecem os diferentes gostos. Existem cinco tipos diferentes de receptores para detectar características doces, salgadas, ácidas, amargas e umami, e são estes os cinco tipos de gostos primários que sentimos (SMITH e MARGOLSKEE, 2001)

O sal promove a melhora no sabor dos produtos cárneos, onde a percepção do sabor salino é devido à presença dos íons Na^+ e Cl^-. Além de conferir o sabor salino em muitos alimentos, o sal também contribui no sabor de outros componentes. Ele pode reduzir a percepção de outros gostos básicos, como o amargo (RUUSUNEN et al., 2005; HUTTON, 2002).

Para muitas pessoas a adição do cloreto de sódio melhora o sabor dos alimentos e a quantidade de sal preferida por cada pessoa depende dos níveis habituais de consumo. Quando uma pessoa segue uma dieta com baixo teor de sódio durante um longo tempo, ela passa a ter preferência por produtos com menos sal (BERTINO et al., 1982). Uma das hipóteses sugere que dietas com diferentes teores de sal estão relacionadas a pouca quantidade de sal presente na saliva. A preferência individual da quantidade de sal pode ser modificada, porém não é uma tarefa fácil. A maioria das pessoas se adapta mais rapidamente ao gosto salgado que ao gosto suave dos produtos com baixos teores de sal (BERTINO et al. 1986).

Alguns estudos foram conduzidos sobre a sensibilidade do sabor salgado através da medição do *thresholds* (a menor concentração detectada por um indivíduo). A princípio partiu-se da hipótese para verificar se indivíduos

hipertensos apresentavam maiores valores de *thresholds* comparados aos normotensos, porém os estudos foram contraditórios, alguns realmente confirmaram esta hipótese e outros não (MATTES, 1997).

O cloreto de sódio tem um sabor mais intenso se ele for espalhado na carne cozida ao invés da carne crua antes do cozimento. Se o cloreto de sódio é espalhado em um bife cozido, somente a metade do NaCl será necessária para a percepção da mesma intensidade do sabor salgado (RUUSUNEN, 1985).

Um problema particular com produtos cárneos de baixos teores de sal é que ocorre um decréscimo tanto do sabor salgado perceptível, como também da intensidade de outros sabores característicos (RUUSUNEN e PUOLANNE, 2005).

Gordura e cloreto de sódio contribuem para as características sensoriais do embutido emulsionado cozido. Quando o nível de NaCl aumenta, o sabor salgado é maior em produtos com altos teores de gordura (MATULIS et al., 1995). Ruusunen et al. (2001a) demonstraram que o teor de gordura de embutidos emulsionados cozidos afeta a percepção do sabor salino, o qual depende também da composição da formulação.

O uso de sais substitutos como o cloreto de potássio é limitado principalmente pelo seu sabor amargo. Por isso, vários compostos inibidores do sabor amargo têm sido propostos para serem adicionados (HAGA et al., 1984). Quando os dois compostos são misturados ocorre interferência nas células receptoras gustativas e o sabor amargo é suprimido (BRESLIN e BEAUCHAMP, 1995).

3.5.2 – Efeito do sal na vida útil do produto

O uso do sal para preservar antecede ao uso da refrigeração. O desenvolvimento da refrigeração e das embalagens indica que o teor de sal pode ser reduzido, mas ainda é um componente essencial na preservação de produtos curados (MATTEWS e STRONG, 2005). Reduzir significativamente os níveis de cloreto de sódio sem o uso de outros meios de preservação pode significar uma diminuição da vida útil do produto (SOFOS, 1984). WHITING et al. (1984) concluíram que ao reduzir o sal de 60% para 1,5% ocorreu um rápido aumento na flora natural de produtos emulsionados tipo frankfurters. Reduzindo-se o nível de sal de 50% para 1,25% em carne de porco e houve um aumento no crescimento de *Lactobacillus spp (*TERRELL, 1983).

Os efeitos antimicrobianos do cloreto de sódio provêm da redução da atividade de água no alimento, causando um diferencial osmótico na célula bacteriana e promove a plasmólise, perda de fluidos celulares e conseqüente morte ou inatividade (JAY, 2005). Outros possíveis mecanismos de inibição do cloreto de sódio consistem em limitar a solubilidade da célula microbiana, alteração de pH, toxicidade do sódio e dos íons cloreto e interferência nas enzimas celulares (SHELEF e SEITER, 1993).

Gelabert et al. (2003) estudaram o efeito da substituição parcial do cloreto de sódio por cloreto de potássio, lactato de potássio e glicina e encontraram baixas contagens de microrganismos patogênicos (*Listeria monocytogenes, Clostridium* sulfito redutores *e Staphylococcus aureus*) para até 40% de substituição.

Em embalagens a vácuo ou atmosferas modificadas, a exclusão ou a pouca quantidade do oxigênio aumentam o risco na proliferação do *Clostridium botulinum*. O sal é um dos componentes que pode dificultar o desenvolvimento do

Clostridium botulinum e estender a vida útil do produto. Em produtos refrigerados, a *Listeria monocytogenes* é um patógeno potencial e o sal pode ajudar a prevenir o seu desenvolvimento (MATTEWS e STRONG, 2005).

A atividade antimicrobiana do cloreto de sódio pode ser direta ou indireta dependendo da quantidade utilizada no alimento. Em alguns produtos, o cloreto de sódio é adicionado para conferir sabor sendo classificado como antimicrobiano indireto. No caso de produtos secos ou defumados, uma grande quantidade de sal (cloreto de sódio) é adicionada tornando esses produtos praticamente estáveis. Eles dependem praticamente do cloreto de sódio para sua preservação, sendo classificado como antimicrobiano direto. A quantidade de cloreto de sódio necessária para ser adicionada nos alimentos e prevenir crescimento bacteriano é grande, cerca de 16,5 % de sal em solução e conduzir a atividade de água para 0,90, dificultando a aceitação do consumidor com relação ao sabor e havendo, por isso, a combinação com outras técnicas de preservação (RAVISHANKAR e JUNEJA, 2000).

Existem estudos onde o sal pode ser substituído por outros compostos que diminuam a atividade de água do produto, mas a principal barreira é o sabor que pode ser alterado. A maioria dos outros solutos, por exemplo açúcares, não possuem o sabor salino. O lactato de sódio (ou de potássio) tem sido estudado como uma alternativa na substituição do sódio, pois também diminui a atividade de água, porém ocorre a diminuição no valor do pH, podendo ser mais efetiva que o sal. A inclusão do lactato em carnes curadas inibe o desenvolvimento de *Clostridium botulinum* e *Listeria monocytogenes* (BETTS et al. 2007).

Existem vários compostos com propriedades preservativas que podem ser utilizados em alimentos e seu uso combinado com o sal pode inibir significativamente o desenvolvimento de alguns microrganismos. Os sais de ácidos orgânicos são freqüentemente adicionados para abaixar o pH dos

alimentos e reduzir o crescimento de fungos, por exemplo os sorbatos, benzoatos, propionatos. As espécies de bolores que podem ser inibidas pelos sorbatos são: *Brettanomyces, Candida, Cryptococcus, Saccharomyces, Zygosaccharomyces, Debaromyces, Alternaria, Aspergillus, Cladosporium, Penicillium e Fusarium.* Algumas bactérias também podem ser inibidas pelos sorbatos, como *Bacillus, Clostridium, Enterobacter, Pseudomonas, Salmonella e Serratia (*SOFOS e BUSTA, 1983*).* O benzoato de sódio é comumente usado em produtos com pH baixo como maioneses, picles, bebidas e conservas de frutas, possui efeito inibidor contra bolores e leveduras, incluindo a inibição da produção de aflatoxinas. Muitas bactérias também podem ser inibidas pelos benzoatos, porém clostrídios e bactérias ácido-lácticas são resistentes (LUECK, 1980). O propionato de cálcio ou de sódio possui efeito inibitório semelhante aos sorbatos e benzoatos. O nitrito juntamente com o sal é tipicamente utilizado na elaboração de produtos cárneos curados ou fermentados. O nitrito é utilizado nesses produtos por promover o desenvolvimento de cor característica, róseo, e por inibir o desenvolvimento de esporulados, em particular, o *Clostridium botulinum.* Pode inibir também grupos de microrganismos como: *Enterobacteriaceae, Pseudomonas e Lactobacillus* (SINGHAL e KULKARNI, 2000).

Outros estudos têm sido propostos para reduzir o sal sem diminuir a segurança do produto, entre eles podemos citar o uso de antimicrobianos naturais como extratos de vegetais, mostarda, cebola, alho e ainda óleos essenciais de plantas que podem inibir o desenvolvimento de muitos microrganismos (NYCHAS, 1995). Os óleos essenciais constituem uma mistura de compostos aromáticos provenientes de plantas extraídas com vapor ou por solventes. Foi comprovado que muitos desses compostos podem ser bactericidas e fungicidas para proteger o ataque das plantas por microrganismos patogênicos.

3.5.3 – Efeito do sal na textura

O papel tecnológico do sal em produtos processados revela-se através das propriedades funcionais desenvolvidas no batter de produtos emulsionados com conseqüente cozimento. Batter pode ser definido como a emulsão cárnea antes do cozimento obtido pela cominuição de matérias primas cárneas, ingredientes e adivos.

Uma das principais funções do sal em produtos cárneos processados é a solubilização das proteínas miofibrilares da carne. Actina e miosina são insolúveis em baixas concentrações de sal, mas tornam-se solúveis em altas concentrações de sal. A maioria dos produtos cárneos depende dessa propriedade das proteínas miofibrilares para gerar características de textura. (MATTEWS e STRONG, 2005).

Com a extração das proteínas miofibrilares ocorre um aumento na capacidade de retenção de água (CRA), e esse fenômeno influencia as características de textura do produto. O cloreto de sódio melhora as propriedades de ligação de água e gordura dos produtos cárneos resultando na formação de uma textura de gel desejável no cozimento. Aumentando a CRA, as perdas durante o cozimento são diminuídas conferindo suculência e maciez ao produto final (DESMOND, 2006). Quando o cloreto de sódio (NaCl) é substituído por outros sais (KCl, $MgCl_2$) com mesma força iônica ocorre diminuição na capacidade de retenção de água (TERRELL , 1983).

A extração da miosina das miofibrilas é de grande importância no processamento da carne. Nos produtos reestruturados, o sal solubiliza as proteínas miofibrilares e forma um exudado na superfície das peças de carne permitindo que unam entre si durante o cozimento. Em produtos emulsionados como salsichas e mortadelas, a proteína solubilizada na fase contínua forma uma película nos glóbulos de gordura, retendo a gordura durante o cozimento (MONAHAN e TROY, 1997). Dessa forma, o sal é essencial na formação da

textura dos produtos devido ao efeito de adesão entre as peças, retenção de gordura e água.

A propriedade de ligação do cloreto de sódio com a água foi primeiramente explicada por HAM (1972) o qual propôs que os íons cloreto se ligam preferencialmente às moléculas de proteínas, ocorrendo uma repulsão entre cargas negativas e promovendo um "swelling" (entumescimento) dos miofilamentos e os íons sódio formam uma densa camada iônica em torno dos filamentos. OFFER e KNIGHT (1988) também concordam com a hipótese da ligação seletiva (cloreto e proteínas), mas propõem que o entumescimento é entrópico e não eletrostático.

WHITING (1984) concluiu que emulsões elaboradas com um nível reduzido de sal (menor que 2%) têm redução na capacidade de retenção de água. A força de gel decresce gradualmente quando o sal é reduzido de 3,5% para 1,5% e ocorre liberação de gordura em emulsões com menos de 1% de sal. Segundo Matulis et al. (1995) é necessário um mínimo de 1,5% de sal para a extração da proteínas e formação de matriz cárnea estável. Sofos (1983) concluiu que a concentração de sal na faixa de 2,0 – 2,5% é necessária para elaborar embutidos emulsionados. A redução do teor de sal superior a 20% (inferior a 2%) resulta na produção de embutidos com estabilidade de emulsão reduzida e com maiores perdas no cozimento, além de textura inaceitável (murcha). Barbut et al. (1988) encontraram resultados similares em embutidos emulsionados de peru.

HAM (1986) e OFFER & KNIGHT (1988) destacaram que pedaços inteiros do músculo se comportam de uma maneira diferente quando comparado com a carne moída. Depois da cominuição, a parede de fibras do músculo é destruída, a água é eliminada do interior das células e os filamentos mais espessos (miosina) se ligam às moléculas de água e determinam a capacidade de retenção de água. Nessa etapa, a capacidade e entumescimento dos miofilamentos é menos limitada

(HAM, 1986). OFFER e KNIGHT (1988) concluíram que, após a cominuição, as miofibrilas são expostas a muitas associações com outras moléculas, especialmente na presença de fosfatos. Em produtos emulsionados (refinados), o sal, a água e os fosfatos são capazes de se ligar diretamente aos miofilamentos em toda extensão do batter (PUOLANNE et al., 2001). Em produtos reestruturados, como os presuntos, o sal e os fosfatos contribuem para o rompimento das fibras do músculo facilitadas pelo massageamento, para a solubilização das proteínas miofibrilares e a produção de um exudado rico em proteínas solúveis. Essas proteínas do exudado ligam os pedaços de carne entre si.

Mais recentemente, Ruusunen et al. (2001b) relataram que presuntos cozidos com teores de sal inferiores a 1,4% possuem maiores perdas no cozimento. Como conseqüência do baixo teor de sal, os presuntos possuem baixos valores de umidade e alto teor de proteína. Quando uma grande quantidade de água é adicionada, os produtos com baixo teor de sal necessitam de grande quantidade de proteína ou outro ingrediente funcional para aumentar o rendimento pós cozimento. Se o processo de elaboração permanecer inalterado, ao se reduzir o teor de sal dos presuntos ocorre diminuição na força iônica da salmoura e as perdas no cozimento aumentam que resultam num produto mais seco e menos econômico (MULLER**,** 1991). RUUSUNEN et al. (2002), concluem que níveis de sal entre 1,3 e 1,7% não tiveram incremento nas perdas no cozimento, entretanto, altos teores de sal aumentam a capacidade de retenção de água principalmente quando se combinam sal e fosfatos.

O efeito benéfico do cloreto de sódio na capacidade de ligação entre os pedaços de carne é demonstrada desde 1970. Vadehra et al. (1973) estudaram várias concentrações de sal na capacidade de retenção de água em pedaços de frango. Quando a concentração de sal aumenta nos pedaços de carne, as perdas no cozimento diminuem e 2% de sal é um ótimo nível. Altas concentrações de sal

também aumentam a capacidade de ligação e resistência ao corte dos pedaços de carne (SCHELL et al., 1970). Jiménez-Colmenero et al. (1998), encontraram a concentração de sal que teve menor perda no cozimento, entretanto um produto com teor de sal em torno de 1%, cozido a 70°C, teve perda no cozimento alta, em torno de 1,5%.

3.6 – Alternativas tecnológicas para a redução do sal em produtos cárneos

Vários estudos foram realizados para promover a substituição do cloreto de sódio em produtos cárneos. No entanto, os desafios no desenvolvimento de produtos cárneos em escala comercial revelam que pesquisas para otimização tecnológica devem ser realizadas. Reduzir o teor de sódio significa vencer desafios como alterações da capacidade de retenção de água, textura, sensoriais, estabilidade e vida útil.

Entre as estratégias para se reduzir o teor de sódio no processamento de produtos cárneos, as mais estudadas são: a) diminuir o teor de sódio adicionado; b) substituir parte do NaCl por sais clorados (KCl, $CaCl_2$, $MgCl_2$); c) substituir parte do NaCl com sais não clorados como fosfatos; d) combinação dos procedimentos acima.

Um número de compostos tem sido utilizado com a finalidade de substituir parcialmente o cloreto de sódio, entre eles estão os sais clorados de magnésio e potássio. Embora a substituição total do cloreto de sódio não seja possível por questões sensoriais, a combinação dos sais de potássio, magnésio e sódio podem ter resultados satisfatórios. Existem preparações comerciais com uma mistura de sais contendo 43% menos sódio que não possuem desvantagens sensoriais freqüentemente associadas aos substitutos de sódio (PSZCZOLA, 1999).

O cloreto de potássio é provavelmente o substituto mais comum do sal utilizado em alimentos com baixo ou reduzido teor de sal/sódio. Entretanto, em substituição de cloreto de sódio por cloreto do potássio superior a 50%, ocorre um aumento significativo no sabor amargo e a perda do sabor salino (DESMOND, 2006). Segundo KILCAST e DEN RIDDER, 2007 existem estudos atuais que buscam minimizar o sabor amargo e metálico através do uso combinado do cloreto de potássio com outros sais supressores do sabor amargo (como glutamato monossódico, sulfato de magnésio e aminoácidos). Entretanto, a FSAI (Ireland´s Food Safety Autority) ressalta que o uso de cloreto de potássio oferece risco a certos grupos vulneráveis como os portadores de diabetes, insuficiência renal crônica.

Outros estudos têm sido realizados utilizando-se sais de cloretos devido a eficiência comprovada dos cloretos na extração das proteínas miofibrilares (HAMM, 1972). Frye et al. (1986) relataram que presuntos cozidos com 50% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio tiveram aceitação sensorial.

A simples diminuição do teor de sal pode resultar em um sabor brando indesejável e uma significativa perda de outros atributos, tais como vida útil, textura ou retenção de água. O uso de mistura de sais ou cloreto de potássio ajuda a manter a força iônica nos produtos que exercem importantes efeitos funcionais (TERRELL, 1983). Pelo uso de misturas de sal pode-se reduzir marcadamente a ingestão de sódio. Ruusunen et al. (2005) enfatizam que o uso de misturas de sais constitui uma boa maneira de reduzir o teor de sódio em produtos cárneos. A mesma percepção do sabor salino pode ser conseguida com um teor baixo de sódio. Algumas dessas misturas como o Pansalt®, um substituto patenteado do cloreto de sódio utilizado como ingrediente na indústria ou como sal adicionado à mesa, oferece um sabor muito próximo do sal comum, porém com metade dos níveis de sódio. Este produto está no mercado finlandês desde 1987. Quase metade do sódio é removido e substituído por cloreto de potássio, sulfato

de magnésio e pelo aminoácido essencial hidrocloreto de L-lisina. De acordo com o fabricante, o uso patenteado do aminoácido realça o sabor salino e atua como supressor do sabor residual amargo do potássio e do magnésio. Entretanto, Ruusunen et. al (2005) indicam que os íons Mg^{+2} neste sal reagem com os fosfatos adicionados dando origem a um sal insolúvel, sendo o Pansalt® mais adequado a produtos sem fosfato.

A adição de fosfatos em produtos cárneos reduz o efeito negativo proporcionado por baixas concentrações de cloreto de sódio como propriedades sensoriais e tecnológicas (capacidade de retenção de água e gordura) e praticamente não aumenta a concentração do sódio do produto (BARBUT et al, 1988). O polifosfato de sódio contém 31,24% de sódio comparado a 39,34% no cloreto de sódio e é utilizado em concentrações menores (0,5%) quando comparado ao teor de sal (2 a 4%). As atividades antimicrobianas e antioxidantes dos fosfatos proporcionam a estabilidade do produto. Os efeitos positivos no uso de fosfatos dependem do tipo e da concentração, o pH do produto, o teor de cloreto de sódio, a presença de outros inibidores (como nitritos e sorbatos), tratamento térmico utilizado dentre outros. Com o uso de fosfatos, o cloreto de sódio pode ser reduzido em até 50% (JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 2001). PUOLLANNE e TERREL (1983) investigaram o uso de fosfatos em produtos cárneos cozidos com teor reduzido de sódio e os fosfatos aumentaram a capacidade de ligação com a água e reduziram perdas no cozimento.

Além dos fosfatos, outros ingredientes foram testados em produtos com baixo teor de sódio como as proteínas de soja, de leite, do sangue, hidrocolóides como a carragena, gomas e alginatos; amidos de batata, milho, o trigo, tapioca e arroz. Outros estudos foram realizados para analisar os efeitos das combinações do transglutaminase microbiana com caseinato, fibra de trigo e KCl como substitutos de sal em embutidos emulsionados com baixo teor de sódio adicionados de nozes (JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 2005).

Os sais de ácidos orgânicos, como o lactato de sódio e de potássio ou diacetato de sódio são amplamente utilizados pela indústria da carne para estender a vida útil e potencializar o sabor além de prevenir o desenvolvimento de patogênicos. O estudo proposto por Devlieghere et al. (2009) foi possível a redução de até 40% do cloreto de sódio utilizando-se lactato de sódio e diacetato de sódio em produto cárneo cozido sem afetar a vida útil do produto.

Existem vários realçadores e supressores do sabor amargo disponíveis comercialmente, como extratos de leveduras, lactatos, glutamato monossódico, nucleotídeos e glicina. A função dos realçadores de sabor é ativar receptores na boca e garganta que ajudem a compensar a redução de sal (DESMOND, 2006) e ressaltar o sabor salino. Reduzir o sódio e usar glutamato monossódico (MSG) em um produto é uma forma de impulsionar o sabor enquanto mantém baixos níveis de sódio. O baixo conteúdo de sódio do glutamato monossódico (1/3 do cloreto de sódio), combinado com sua habilidade de realçar o sabor do alimento quando usado em baixos teores, torna-o uma escolha eficiente em produtos com baixo teor de sódio. A glicina tem sido utilizada em vários produtos com redução de sódio com a função de reduzir a atividade de água e realçar o sabor salgado, como foi evidenciado por Gelabert et al. (2003) em embutido cárneo fermentado.

O cloreto de cálcio também pode ser uma fonte de cálcio na alimentação. Uma das alternativas para a redução do cloreto de sódio é a adição de cloreto de cálcio, porém pode promover alterações sensoriais no produto final devido ao sabor amargo intenso que pode proporcionar. Lawless et al. (2003b) constataram uma diminuição na percepção do sabor amargo utilizando-se supressores do sabor amargo (sucrose e ácido cítrico) juntamente com o cloreto de cálcio.

No experimento proposto por Totosaus et al (2004) para reduzir sódio (2,5 para 1,5%) e gordura (15 para 10%) simultaneamente dos produtos cárneos emulsionados utilizou-se a carragena e outros sais como o cloreto de potássio e

de cálcio. A carragena foi adicionada para promover propriedades de textura e rendimento do produto, os sais substitutos para compensar a força iônica na extração das proteínas miofibrilares. A análise sensorial indicou que a formulação contendo 1,5%NaCl , 0,5 % KCl e 0,01%$CaCl_2$ foi similar a controle em suculência e dureza. Nos tratamentos com redução de gordura (10%) apresentaram maiores valores na intensidade no vermelho que o controle (maiores valores de a* no sistema L a*b*).

Podem-se citar ainda o uso de outras técnicas alternativas na elaboração de produtos cárneos com baixo teor de sal como tecnologias de altas pressões e o uso de carnes na fase pré-rigor. As altas pressões promovem características funcionais às proteínas e promovem a melhora na capacidade de retenção de água (CHEFTEL e CULIOLI, 1997). Carnes no estado pré-rigor têm funcionalidade superior em termos da extração das proteínas miofibrilares e capacidade de retenção de água (CLAUS e SORHEIM, 2006).

A percepção do sal na forma sólida é afetada pelo tamanho e forma do cristal. Pesquisas no uso do sal floculado e granular tem sido conduzidas como um método de reduzir sal em produtos cárneos. O sal floculado se mostrou mais funcional em termos de ligação com a água, aumentando o pH, aumentando a solubilização da proteína e maior rendimento no cozimento em sistemas modelos (CAMPBELL, 1979), citado por DESMOND (2006). O sal na forma flocular se solubiliza melhor e mais rapidamente que o sal granular.

De uma forma geral, o objetivo principal dos fornecedores de ingredientes e fabricantes para um futuro próximo deverá ser em elaborar produtos com teores reduzidos de sódio aceitáveis pelos consumidores. As estratégias para a redução de sódio representam um grande desafio tecnológico, principalmente nas características de textura, sabor e de segurança dos produtos. A alteração no teor

de sal requer a reformulação do produto original, seja no incremento de outros ingredientes ou na modificação dos processos.

Órgãos regulatórios, grupos de consumidores e a indústria devem caminhar juntos na redução de sódio dos produtos cárneos para vencer os desafios tecnológicos e de hábitos de consumo. As agências governamentais devem informar o consumidor sobre a importância da redução do consumo de sal na dieta.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi dividido em três etapas. Na primeira etapa, foi realizado o desenvolvimento de mortadela com redução de gordura. Na segunda etapa, realizou-se a seleção dos sais substitutos e a avaliação dos resultados sensoriais de rejeição. Na terceira etapa, realizou-se o estudo das propriedades físico-químicas e estabilidade durante a vida de prateleira shelf life após a substituição parcial do cloreto de sódio em sete combinações entre KCl e outros sais clorados.

4.1 – Desenvolvimento de mortadela com redução de gordura

Para ajustar a formulação de mortadela a ser utilizada nos experimentos de redução de sódio, foram testadas duas formulações de mortadela em duplicata. A elaboração das mortadelas foi realizada em escala piloto na planta do Laboratório de Carnes e Processos do DTA (FEA/UNICAMP). As emulsões foram formadas em cutter, embutidas em tripa impermeável e cozidas em água quente a 85ºC até que a temperatura interna atingisse 72ºC e o resfriamento foi feito em água corrente.

Foi utilizado carne bovina (acém) e suína (paleta) obtidas em frigorífico com Inspeção Sanitária (Bertin). Ambos os cortes foram desossados e retirou-se o excesso de gordura aparente.

As formulações foram avaliadas segundo a aparência e propriedades de textura. Uma análise do teor de lipídios foi realizada em cada formulação onde se pretendia um baixo valor, na faixa de 10-15%.

As formulações encontram-se especificadas na Tabela 2.

Tabela 2. Formulações das Mortadelas com baixo teor de gordura.

Ingredientes	T1 (%)	T2(%)
Dianteiro bovino (acém)	50,5	50,5
Paleta suína	22,35	32,35
Toucinho	10,00	-
Gelo	14,60	14,6
Nitrito de Sódio	0,015	0,015
Tripolifosfato de sódio	0,3	0,3
Eritorbato de sódio	0,05	0,05
Cloreto de sódio	2	2
Condimento	0,185	0,185
Total	100	100

4.2 – Seleção dos sais substitutos e avaliação dos resultados sensoriais

Os sais testados na redução do cloreto de sódio foram o cloreto de potássio, cloreto de magnésio e cloreto de cálcio.

4.2.1. Planejamento experimental

Foram realizadas 5 combinações de cloreto de potássio para substituições parciais de cloreto de sódio nos níveis de 50% (F2, F3, F6) e 75% (F4 e F5). Os outros dois tratamentos (F1 e F7) foram realizados apenas com a adição de cloreto de sódio (100% e 50% respectivamente), tratamentos F8 (100% $MgCl_2$), F9 (100% KCl) e F10 (100% $CaCl_2$), segundo formulações de mortadelas da Tabela 3.

As peças foram conservadas em B.O.D refrigerado a 4ºC.

Tabela 3. Formulações das mortadelas para avaliação sensorial

Ingredientes	F1 (controle)	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F 10
Acem	50,5	50,5	50,5	50,5	50,5	50,5	50,5	50,5	50,5	50,5
Paleta suína	32,35	32,35	32,35	32,35	32,35	32,35	32,35	32,35	32,35	32,35
Gelo	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6
Condimento	0,185	0,185	0,185	0,185	0,185	0,185	0,185	0,185	0,185	0,185
Nitrito de Sódio	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Tripolifosfato de sódio	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Eritorbato de sódio	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
NaCl	2,0	1,0	1,0	0,5	0,5	1,0	1,0	-	-	-
$MgCl_2$	-	-	0,5	-	0,5	-	-	2	-	-
KCl	-	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	-		2	-
$CaCl_2$	-	0,5	-	0,5	-	-	-	-	-	2
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

4.2.2. Processamento das mortadelas

A carne bovina (acém) utilizada foi originada do Frigorífico Bertin e a paleta suína foi obtida do Frigorífico Sadia. A carne bovina estava embalada à vácuo e resfriada a 5ºC e foi retirado a gordura aparente, a paleta suína estava congelada.

A carne magra foi moída em disco de 5 mm e levada para o cutter para trituração e formação da emulsão. Todo este procedimento foi realizado em planta piloto de uma distribuidora de ingredientes (empresa Newmax). As mortadelas não tiveram adição de toucinho em cubos. A massa final foi embutida em tripa permeável contendo aproximadamente 0,5 Kg de produto. Em seguida as peças foram cozidas até temperatura interna atingir 72°C em estufa e resfriadas em chuveiros.

As peças foram conservadas em B.O.D refrigerado a 4ºC.

4.2.3 Avaliação sensorial das formulações

Foi realizada a análise sensorial das amostras proveniente dos 10 tratamentos com 7 dias de estocagem, utilizando uma equipe de provadores do laboratório de carnes da FEA – Unicamp com experiência na degustação de produtos cárneos emulsionados. A equipe foi composta por 8 provadores para sabor amargo. Utilizou-se escala hedônica de nove pontos, variando de nenhum (nota 1) a muito (nota 9).

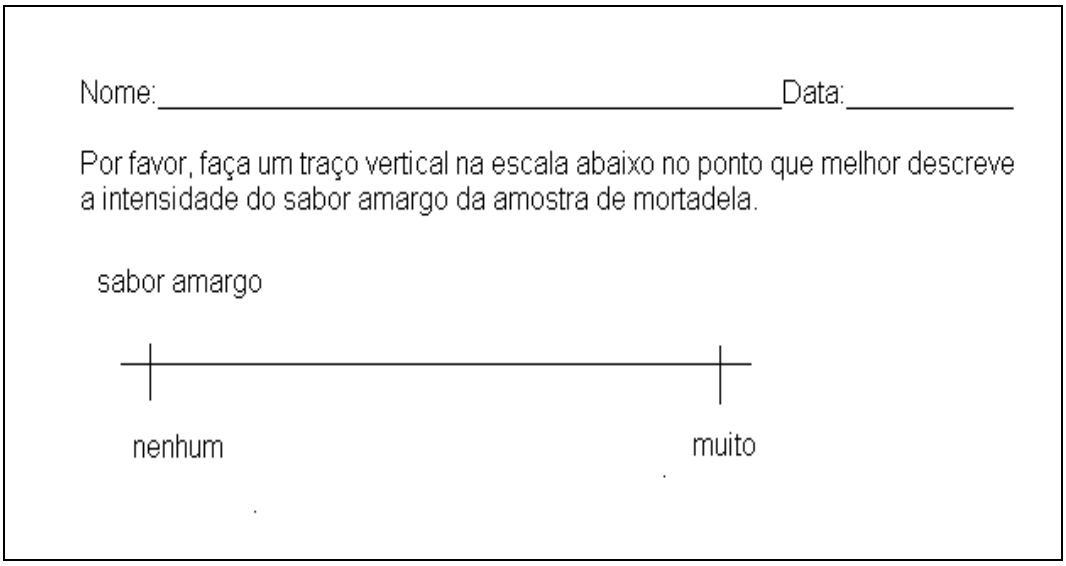

Figura 1 – Modelo de Ficha para provadores treinados

Os provadores através de um traço vertical na escala escolheram a melhor posição que refletisse a sua avaliação para cada termo descritivo. Os valores foram obtidos medindo-se a distância entre os pontos-âncoras da extremidade esquerda e o traço vertical feito pelo provador, com auxílio de uma régua.

As análises foram realizadas no Laboratório de Carnes, no Departamento de Tecnologia de Alimentos, da FEA – Unicamp, em cabines individuais. Cada provador recebeu uma fatia de amostra, em copos plásticos codificados com

números de três dígitos, aleatorizados, acompanhados de um copo de água e um biscoito do tipo água e sal para ser consumido entre as amostras.

4.3 – Estudo das propriedades físico-químicas durante a vida útil das mortadelas com substituição parcial do cloreto de sódio

4.3.1. Planejamento experimental - Seleção de sais e níveis de substituição utilizados

As formulações com 100% de substituição: F8 (100% $MgCl_2$), F9 (100% KCl e F10 (100% $CaCl_2$) foram descartadas devido alta intensidade do sabor amargo (maior índice de rejeição), segundo procedimento descrito no item 4.2.1. Foram realizadas 5 combinações de cloreto de potássio para substituições parciais de cloreto de sódio nos níveis de 50% e 75% (F2, F3, F4, F5, F6). Os outros dois tratamentos (F1 e F7) foram realizados apenas com a adição de cloreto de sódio (100% e 50% respectivamente). Foram 7 formulações de mortadelas, incluindo uma formulação controle, segundo a Tabela 4.

Tabela 4. Formulações das mortadelas com adição de diferentes níveis de sais substitutos

Ingredientes	F1 (controle)	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Acém	50,5	50,5	50,5	50,5	50,5	50,5	50,5
Paleta suína	32,35	32,35	32,35	32,35	32,35	32,35	32,35
Gelo	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6
Condimento	0,185	0,185	0,185	0,185	0,185	0,185	0,185
Nitrito de Sódio	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Tripolifosfato de sódio	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Eritorbato de sódio	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
NaCl	2,0	1,0	1,0	0,5	0,5	1,0	1,0
MgCl2	-	-	0,5	-	0,5	-	-
KCl	-	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	-
CaCl2	-	0,5	-	0,5	-	-	-
Total	100	100	100	100	100	100	100

4.3.2. Processamento

A carne bovina (acém) utilizada foi originada do Frigorífico Bertin e a paleta suína foi adquirida no Frigorífico Martini com as mesmas especificações do experimento anterior, com os mesmos procedimentos de elaboração descritos no item 4.2.2.

As peças foram conservadas em B.O.D refrigerado a 4ºC e mantidas por 60 dias.

4.3.3. Métodos analíticos utilizados na avaliação de mortadela com redução de sal adicionada de diferentes níveis de sais substitutos

As seguintes análises (descritas no item 4.4) foram realizadas em amostras de cada formulação nos períodos de tempo estabelecidos abaixo:

- Determinação de atividade de água: 0, 15, 30, 45 e 60 dias;
- Teste de estabilidade da emulsão e rendimento no cozimento: 0 dia;
- Determinação de pH: 0, 15, 30, 45 e 60 dias;
- Análise de perfil de textura: 0, 15, 30, 45 e 60 dias;
- Avaliação de oxidação lipídica (n° de TBARS): 0, 15, 30, 45 e 60 dias;
- Determinação de cor: 0, 15, 30, 45 e 60 dias;
- Análise microbiológica: 0, 15, 30, 45 e 60 dias
- Composição química: 15 dias;
- Análise sensorial: 7 dias.

4.4. Análises físico-químicas

4.4.1. Determinação de umidade

Foi realizada de acordo com a norma 24002 da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1984), que consiste em secagem a 105°C até peso constante.

4.4.2. Determinação de proteína

Foi realizada através da avaliação do nitrogênio total da amostra pelo método KJELDAHL verificado ao nível semimicro (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1975).

4.4.3. Determinação de lipídeos

Foi realizada pelo método BLIGH & DYER (1959).

4.4.4. Determinação de cinzas

Foi realizada através da calcificação em mufla (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

4.4.5. Determinação do teor de sódio

Foi realizado segundo método AOAC 18th Ed. (HORWITZ&LATIMER, 2005)

4.4.6. Determinação de pH

O pH foi medido através do pHmetro MA 130 Metler, com sonda de penetração, em triplicata, na mesma peça de cada formulação.

4.4.7. Determinação de Aw

As determinações foram realizadas utilizando o medidor de Aw Aqualab - DECAGON do Laboratório de Carnes e Processos do DTA/Unicamp, em triplicata.

4.4.8. Teste de estabilidade da emulsão

Conforme metodologia proposta por JIMÉNEZ COLMENERO &CARBALLO, 2005, a estabilidade da emulsão foi medida através da centrifugação de 50 g do batter em tubos com tampa (5 minutos, 2600 rpm) e seguida de aquecimento (40°C por 15 minutos e 70°C por 20 minutos). Os tubos foram deixados virados para baixo por 40 minutos até o líquido decantar. O líquido liberado foi expresso como uma porcentagem do peso da amostra.

Para calcular a % de lipídios, o fluido total foi transferido para um béquer previamente pesado e seco e deixado em estufa a 103°C por 16 horas até a secagem completa da água. A quantidade de água evaporada é a diferença entre o fluido total (%) e os lipídios (%). As determinações foram realizadas em triplicatas.

4.4.9. Rendimento no cozimento

O rendimento no cozimento foi determinado pelas diferenças dos pesos das mortadelas antes e após o cozimento e expressas em % do peso da amostra antes do cozimento (JIMENEZ-COLMENERO, 2005).

4.4.10. Estabilidade microbiológica

Foram feitas análises microbiológicas em amostras estocadas a temperatura ambiente. As análises realizadas foram: contagem total de mesófilos, coliformes totais e termotolerantes, bactéria láctica e contagem de bactérias psicrótróficas, realizadas de acordo com (DOWNES e ITO, 2001).

4.4.11. Análise de perfil de textura

Foi realizada utilizando o analisador de textura TA-XT2i (Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY). As amostras foram fatiadas em porções de 20mm de espessura e foi utilizado cilindro para corte para padronizar os cilindros da amostragem. Utilizaram-se seis cilindros de mortadela com diâmetro de 20mm e altura de 20mm, para cada formulação. As amostras foram comprimidas a 30% do seu tamanho original, com velocidade de 200 pps (pontos por segundo). O probe utilizado foi o P-35 (35 cm de diâmetro, aço inox, haste longa / base normal). Todas as medidas foram feitas em temperatura ambiente.

4.4.12. Avaliação da estabilidade à oxidação lipídica (determinação do n° de TBARS)

A oxidação lipídica pode ocorrer quando a porção insaturada dos ácidos graxos reage com o oxigênio molecular para formar peróxidos, hidroperóxidos e compostos carbonilas. Os hidroperóxidos podem se decompor em compostos

menores, tais como aldeídos, cetonas, álcoois e ácidos, os quais causam odor, sabor e aroma característicos de ranço (TORRES et al., 1989).

Por se tratar de um produto curado, com nitrito em sua formulação, utilizou-se o método de TARLADGIS et al. (1960) com acréscimo do reagente sulfanilamida 0,5% em HCl 20% v/v, segundo Zipser e Watts (1962). Realizou-se o teste de recuperação para se calcular a constante de destilação, conforme detalhado por Pollonio (1994).

Os números de TBARS foram expressos em miligramas de substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico / kg de amostra.

4.4.13. Determinação da cor objetiva

Para esta análise, a mortadela foi fatiada em porções com espessura de 2 cm. Utilizaram-se quatro fatias para cada ensaio. Foram realizadas quatro leituras para cada ensaio. Cada leitura foi resultado da média de quatro pontos distintos na mesma fatia. Utilizou-se um espectrofotômetro Colorquest II (Hunter-Lab) calibrado previamente, operando com iluminante D65, ângulo do observador 10°, no modo RSEX (reflectância especular excluída) e no sistema de cor CIELAB, onde L* representa a luminosidade, oscilando do branco (100%) ao preto (0%), a*, o eixo vermelho-verde e b*, o eixo amarelo-azul. Todas as amostras estavam em temperatura ambiente.

4.4.14. Análise sensorial

Por utilizar voluntários para a análise sensorial, o presente projeto foi análisado previamente pelo Comitê de Ética em pesquisa e foi aprovado sob o número 370/2009.

Antes de iniciar a análise sensorial, cada provador deveria ler e assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo I)

Foi conduzido o teste de aceitabilidade, com as formulações de mortadela, totalizando 7 amostras, em duas sessões. O objetivo do teste foi avaliar o grau com que os consumidores gostam ou desgostam dos produtos mencionados (Teste de aceitação). A equipe de provadores foi constituída por 100 provadores não treinados, consumidores de produtos cárneos. As amostras foram apresentadas aos potenciais consumidores em blocos casualizados, de forma monádica seqüencial, utilizando uma escala hedônica estruturada de nove pontos, conforme descrita na Figura 3, em blocos completos balanceados (cada sessão teve 3 e 4 amostras), com relação aos efeitos posição das amostras e contraste, conforme proposto por MACFIE et al. (1989). Para avaliação dos dados foi utilizada significância de 5% ($p<0,05$). Os testes foram conduzidos no laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos, em cabines individuais e com iluminação representante do dia. As amostras foram fatiadas no dia da análise.

Os resultados foram analisados através de Análise de Variância e teste de médias de Tukey utilizando-se o programa estatístico SAS 9.1, 2002.

Nome: _____ Data: _____

1. Por favor, avalie cada uma das amostras codificadas e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada uma nos atributos: Aparência, Aroma, Sabor, e Textura

9 – gostei muitíssimo
8 – gostei muito
7 – gostei moderadamente
6 – gostei ligeiramente
5 – nem gostei / nem desgostei
4 – desgostei ligeiramente
3 – desgostei moderadamente
2 – desgostei muito
1 – desgostei muitíssimo

	APARÊNCIA	**AROMA**	**SABOR**	**TEXTURA**
AMOSTRA	Valor	Valor	Valor	Valor
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

2. Por favor, com relação a cada amostra, indique se você GOSTOU ou NÃO GOSTOU, de um modo geral. Responda **SIM**, caso você tenha gostado da amostra ou **NÃO** caso você não tenha gostado a amostra.

Amostra	
_____	SIM ( ) NÃO ( )
_____	SIM ( ) NÃO ( )
_____	SIM ( ) NÃO ( )
_____	SIM ( ) NÃO ( )
_____	SIM ( ) NÃO ( )

3. Por favor, com relação a cada amostra, indique qual seria sua INTENÇÃO DE COMPRA. Responda **SIM**, caso você comprasse a amostra ou **NÃO** caso você não comprasse a amostra.

Amostra	
_____	SIM ( ) NÃO ( )
_____	SIM ( ) NÃO ( )
_____	SIM ( ) NÃO ( )
_____	SIM ( ) NÃO ( )
_____	SIM ( ) NÃO ( )

Figura 2. Ficha utilizada para teste de escala hedônica

5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Desenvolvimento de mortadela com redução de gordura

Foram elaboradas duas formulações testes para definir a formulação da mortadela controle com redução de gordura que será utilizada nos estudos de aplicação de sais substitutos ao cloreto de sódio, conforme descrito no item 4.1. Após a realização de análises de lipídios em triplicata, e por apresentar resultados inferiores a 10% a formulação selecionada é apresentada na Tabela 5 (F2):

Tabela 5. Formulação da mortadela com teor reduzido de gordura

Ingredientes	T2(%)
Dianteiro bovino (acém)	50,5
Paleta suína	32,35
Toucinho	-
Gelo	14,6
Nitrito de Sódio	0,015
Tripolifosfato de sódio	0,3
Eritorbato de sódio	0,05
Cloreto de sódio	2
Condimento	0,185
Total	100

5.2 - Seleção dos sais substitutos de cloreto de sódio através de análise sensorial

A partir da definição da formulação de mortadela com teores reduzidos de gordura, foram selecionados sais para substituir cloreto de sódio, conforme

descrito em 4.2.1. Utilizou-se 2% de sal como padrão, porque é um nível comumente utilizado pelas indústrias de produtos cárneos.

Os resultados da análise sensorial realizada em formulações de mortadelas com uso de cloreto de sódio, cloreto de cálcio, cloreto de magnésio e cloreto de potássio em combinações e isolados são apresentados na Tabela 6. As notas expressas com relação à intensidade de sabor amargo variaram de 1 a 9, sendo que notas maiores representam as maiores impressões de rejeição.

As amostras dos tratamentos F8 (2% $MgCl_2$) F9 (2% KCl) e F10 (2% $CaCl_2$) foram eliminadas dos testes posteriores, pois apresentaram os maiores valores de intensidade de sabor amargo (Tabela 6). Foram selecionados para substituição parcial do cloreto de sódio os tratamentos F1, F2, F3, F4, F5, F6 e F7 para verificar se haveria um efeito mascarador ou sinergístico entre as combinações de sais.

Os provadores descreveram para as amostras F8 (2% $MgCl_2$), F9 (2%KCl) e F10 (2%$CaCl_2$) alguns termos como sabor amargo, metálico e adstringente que pode ser confirmado em trabalho realizado por LAWLESS et al. (2003a) sobre o sabor de sais clorados divalentes ($CaCl_2$ e $MgCl_2$) em soluções apresentaram principalmente o sabor amargo, salgado, metálico e adstringente.

Tabela 6. Médias de intensidade do sabor amargo detectadas pela equipe sensorial

Formulações	Intensidade do sabor amargo
F1 – Controle com 2% NaCl	1,71[c]
F2 - 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$	2,29[c]
F3 - 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$	2,51[c]
F4 - 0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$	4,62[b]
F5 - 0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$	4,20[b]
F6 - 1% de NaCl, 1%KCl	2,26[c]
F7 - 1% de NaCl	2,20[c]
F8 - 2% $MgCl_2$	7,54[a]
F9 - 2% KCl	7,69[a]
F10 - 2% $CaCl_2$	8,19[a]

[a,b,c] Médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a $p<0,05$ (Teste Tukey)

5.3 – Estudo das propriedades físico-químicas e vida útil da substituição parcial do cloreto de sódio

Nessa fase, foram realizadas as análises de determinação da composição química, atividade de água, pH, teste de estabilidade de emulsão, rendimento no cozimento, análise no perfil de textura, avaliação da oxidação lipídica, cor objetiva, análise microbiológica, análise sensorial, descritas no item 4.3.3 e 4.4.

5.3.1 Resultados da Composição Centesimal de mortadelas com teor reduzido de NaCl

Os dados relativos à composição centesimal das formulações são apresentados na Tabela 7. Não houve diferença ($p<0,05$) entre as formulações quanto ao teor de umidade, gordura e proteína. Com relação ao teor de cinzas, o valor foi menor para a formulação F7 em relação às demais, por apresentar apenas 1% de sal.

Tabela.7 Composição Centesimal das mortadelas com teor reduzido de NaCl

Formulação	Umidade (%)	Proteína (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)
F1	62,6010 (0,0675)[a]	23,4220 (0,5007)[a]	9,0405 (0,1122)[a]	4,3798 (0,0427)[a]
F2	61,6883 (0,2588)[a]	23,3212 (0,1407)[a]	9,5230 (0,1742)[a]	4,1586 (0,0157)[a]
F3	62,5034 (0,1411)[a]	23,3017 (0,0748)[a]	9,4139 (0,3782)[a]	4,0197 (0,0188)[a]
F4	62,1325 (0,1767)[a]	23,0286 (0,4825)[a]	9,1409 (0,1293)[a]	4,1503 (0,0208)[a]
F5	62,0118 (0,2522)[a]	23,1848 (0,1094)[a]	9,6393 (0,2444)[a]	4,0775 (0,0187)[a]
F6	61,9222 (0,6632)[a]	23,1479 (0,3381)[a]	8,9634 (0,2058)[a]	4,1947 (0,0988)[a]
F7	62,9611 (0,7382)[a]	24,4332 (0,0292)[a]	8,6848 (0,0639)[a]	3,1396 (0,0392)[b]

Média (Desvio Padrão)

[a,b] médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a $p<0,05$ (Teste Tukey)

F1 – Formulação controle com 2% de NaCl

F2 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$

F3 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$

F4 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$

F5 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$

F6 – Formulação com 1% de NaCl, 1%KCl

F7 – Formulação com 1% de NaCl

5.3.2 – Resultados dos teores de sódio das formulações das mortadelas com redução de sal adicionadas de diferentes níveis de sais substitutos

A determinação dos teores de sódio nas mortadelas processadas com adição de sais substitutos e suas combinações é apresentada na Tabela 8.

Tabela 8. Teores de sódio das mortadelas com teor reduzido de NaCl

Formulações	Teor de Sódio (mg/100g)
F1- 2% de NaCl	969 (13)
F2 - 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$	496 (5)
F3 - 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$	485 (9)
F4 - 0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$	317 (11)
F5 - 0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$	322 (2)
F6 - 1% de NaCl, 1%KCl	489 (4)
F7 - 1% de NaCl	488 (10)

Média (Desvio Padrão)

5.3.3 – Valores de aw e pH durante a estocagem das mortadelas com redução de sal adicionada de diferentes níveis de sais substitutos

As medições de atividade de água e pH em produtos cárneos podem colaborar para predizer a estabilidade e controlar o crescimento de microrganismos deterioradores e causadores de intoxicação e infecção alimentar (JAY, 2005).

As amostras de mortadela foram armazenadas em B.O.D. a 4°C, conforme especificado no item 4.3.1.

A Tabela 9 mostra os resultados da atividade de água durante estocagem em BOD a 4°C.

Tabela 9. Aw das mortadelas durante a estocagem das mortadelas com teor reduzido de NaCl

F	0 dia	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
F1	$0,971(0,006)^{Aa}$	$0,976(0,002)^{Aab}$	$0,976(0,003)^{Ac}$	$0,979(0,004)^{Aabc}$	$0,979(0,002)^{Ac}$
F2	$0,973(0,004)^{Ca}$	$0,977(0,001)^{BCab}$	$0,985(0,002)^{Aab}$	$0,980(0,002)^{ABabc}$	$0,982(0,001)^{ABab}$
F3	$0,972(0,001)^{Ba}$	$0,976(0,000)^{ABab}$	$0,980(0,004)^{Aabc}$	$0,978(0,002)^{ABbc}$	$0,980(0,000)^{Abc}$
F4	$0,975(0,002)^{Ba}$	$0,977(0,001)^{Bab}$	$0,982(0,002)^{Aabc}$	$0,982(0,001)^{Aab}$	$0,983(0,001)^{Aa}$
F5	$0,972(0,002)^{Ba}$	$0,978(0,000)^{ABab}$	$0,979(0,001)^{Abc}$	$0,978(0,002)^{ABabc}$	$0,982(0,000)^{Aab}$
F6	$0,974(0,002)^{Ba}$	$0,974(0,002)^{Bb}$	$0,980(0,002)^{Aabc}$	$0,975(0,003)^{Bc}$	$0,980(0,002)^{Abc}$
F7	$0,978(0,001)^{Ca}$	$0,981(0,001)^{BCa}$	$0,986(0,002)^{Aa}$	$0,984(0,001)^{ABa}$	$0,984(0,001)^{ABa}$

^{a,b,c}médias da mesma coluna com letras minúsculas iguais não diferem significativamente a $p<0,05$ (Teste Tukey)

^{ABC} médias da mesma linha com letras maiúsculas iguais não diferem significativamente a $p<0,05$ pelo Teste de Tukey

F - Formulação

F1 – Formulação controle com 2% de NaCl

F2 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$

F3 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$

F4 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$

F5 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$

F6 – Formulação com 1% de NaCl, 1%KCl

F7 – Formulação com 1% de NaCl

As amostras das mortadelas das formulações (F2, F3, F4, F5, F6, F7) para o tempo inicial (0 dia) os valores de Aw não diferiram significativamente ($p<0,05$) da amostra controle (F1), o que era esperado uma vez que também não houve diferença para os teores de umidade. Qualquer alteração em termos de perda de estabilidade por redução da capacidade de ligação de água pela alteração da

força iônica promovida pelo sais substitutos somente ocorrerá após um período de armazenamento.

O mesmo foi observado após 15 dias de estocagem quando os valores de Aw dos tratamentos F2, F3, F4, F5, F6 e F7 não diferiram da controle F1. Após 30 dias de estocagem, os valores de aw dos tratamentos F3, F4 ,F5, F6 não diferiram do controle (F1), a formulação F2 e F7 apresentaram valores significativamente maiores de Aw que a controle. Apesar da diferença estatística observada para esses resultados, os valores estão muito próximos e do ponto de vista prático, é possível que não apresente impacto sobre a estabilidade dos alimentos.

Com 45 dias de estocagem, os valores de Aw das formulações (F2, F3, F4, F5, F6, F7) não diferiram significativamente ($p<0,05$) da formulação controle (F1).

Os valores de Aw das formulações (F3 e F6) não diferiram significativamente da formulação controle, aos 60 dias de estocagem. Para os tratamentos (F2, F4, F5 e F7), os valores de aw foram significativamente ($p<0,05$) maiores que a formulação controle. Apesar da diferença estatística observada para esses resultados, os valores estão muito próximos e do ponto de vista prático, é possível que não apresente impacto sobre a estabilidade dos alimentos.

Para a F1 (controle) os valores de aw não diferiram significativamente ($p<0,05$) ao longo da vida útil. Esse resultado é muito importante, pois revela estabilidade das mortadelas processadas tradicionalmente nas condições experimentais.

Através da Tabela 9 também se pode verificar um aumento significativo (a $p<0,05$) de atividade de água das amostras (F2, F3, F4, F5, F6 e F7), após 60 dias de estocagem com a mesma observação anterior.

Quanto aos valores de pH, segundo a Tabela 10, no tempo inicial (0 dia), 15 e 60 dias de estocagem, os valores de pH de todas as formulações diferiram significativamente ($p<0,05$) da amostra controle (F1). Para as formulações F2, F3, F4, F5 os valores de pH foram significativamente ($p<0,05$) menores que a formulação controle enquanto que F6 e F7 foram maiores. A adição de $MgCl_2$ e $CaCl_2$ em produtos cárneos com teor reduzido de sódio também decresceram os valores de pH (WHITING, 1987; GIMENO et al, 1999, TERRELL et al. 1981).

Após 30 e 45 dias de estocagem, os valores de pH das formulações F2 (1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$), F3 (1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$), F4(0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$), F5 (0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$) foram significativamente ($p<0,05$) menores que a formulação controle enquanto que F6 (1% de NaCl, 1%KCl) e F7(1% de NaCl) não diferiram da controle (F1). Resultados semelhantes foram encontrados no experimento realizado por Gelabert et al., 2003 em embutidos fermentados com até 40% de substituição do cloreto de sódio por cloreto de potássio, onde o pH não se alterou.

Tabela 10. pH durante a estocagem das mortadelas com teor reduzido de NaCl

	0 dia	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
F1	6,463(0,025)^{Ab}	6,261(0,015)^{Bb}	6,235(0,008)^{Ba}	6,242(0,036)^{Ba}	6,114(0,021)^{Cb}
F2	5,863(0,012)^{Ae}	5,732(0,024)^{Bf}	5,713(0,052)^{BCc}	5,689(0,017)^{BCe}	5,640(0,020)^{Cb}
F3	6,327(0,015)^{Ac}	6,023(0,012)^{Bd}	6,027(0,026)^{Bb}	5,991(0,014)^{Bc}	5,944(0,013)^{Cd}
F4	5,953(0,015)^{Ad}	5,804(0,019)^{Be}	5,753(0,008)^{CDc}	5,798(0,021)^{BCd}	5,716(0,023)^{De}
F5	6,373(0,015)^{Ac}	6,130(0,012)^{Bc}	6,020(0,038)^{CDb}	6,067(0,016)^{Cb}	5,996(0,004)^{Dc}
F6	6,583(0,038)^{Aa}	6,349(0,012)^{Ba}	6,290(0,008)^{BCa}	6,310(0,043)^{Ba}	6,231(0,003)^{Ca}
F7	6,617(0,032)^{Aa}	6,340(0,010)^{Ba}	6,216(0,040)^{Da}	6,290(0,012)^{BCa}	6,236(0,003)^{CDa}

^{a,b,c,d,e,f} médias da mesma coluna com letras minúsculas iguais não diferem significativamente a p<0,05 (Teste Tukey)

^{ABCD} médias da mesma linha com letras maiúsculas iguais não diferem significativamente a p<0,05 pelo Teste de Tukey

F1 – Formulação controle com 2% de NaCl

F2 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$

F3 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$

F4 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$

F5 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$

F6 – Formulação com 1% de NaCl, 1%KCl

F7 – Formulação com 1% de NaCl

Para todos os tratamentos, o pH diminuiu significativamente ao longo do tempo de estocagem a p<0,05, que pode ser justificado pelo avanço do período de vida útil com início de deterioração do produto e possível crescimento microbiano, especialmente de bactérias láticas (ZHANG e HOLLEY, 1999)

5.3.4 – Avaliação da estabilidade de emulsão e rendimento no cozimento das mortadelas com redução de sal adicionada de diferentes níveis de sais substitutos

A estabilidade de emulsão é uma propriedade importante de produtos cárneos cominuídos. A estabilidade depende da estrutura e integridade matriz protéica e da formação de um filme estável ao redor dos glóbulos de gordura (NAYAK et al. 1998). A estabilidade de emulsão é expressa através da quantidade

de líquido liberado, conforme metodologia descrita no item 4.4.8. Quanto maior a quantidade de líquido liberado, menor é a estabilidade de emulsão. Isto é, uma maior quantidade de água não se ligou a matriz protéica da emulsão.

Os valores de estabilidade de emulsão das formulações contendo diferentes combinações de sais substitutos ao NaCl é apresentada na Tabela 11.

A F4 contendo 0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$ apresentou o maior teor de líquido liberado. Isso pode ser atribuído à presença de cátions divalentes (Ca^{++} e Mg^{++}), os quais possuem menor capacidade retenção de água e conseqüentemente, menor estabilidade de emulsão (Ham, 1960). Os menores valores para % de líquido liberado foram obtidos para a F1 (2% de NaCl) e F6 (1% de NaCl, 1%KCl), pois eram compostos apenas por cátions monovalentes. No trabalho proposto por Seman et al. (1980) também foi encontrado maior quantidade significativa de líquido liberado para o tratamento contendo NaCl e $MgCl_2$ quando comparado à combinação de NaCl e KCl (cátion monovalente). Para redução de líquido liberado e conseqüente otimização de formulações contento sais divalentes, poder-se-ia adicionar certos extensores como amido e carboidratos, conforme sugerido por Whiting (1987).

Para as formulações F2 e F4, onde se tem o uso de sais substitutos de cloreto de sódio (KCl e $CaCl_2$) esperava-se encontrar menores valores de líquidos liberados quando comparado com a amostra sem substituição (F7 com apenas 1% de NaCl). Porém, neste caso, verificou-se que não houve efeito sinergístico desses sais para a quantidade de líquido liberado.

A % lipídios extraídos foi maior ($p<0,05$) que a amostra controle (F1) para os tratamentos F2, F3, F4, F5 e F7.

Tabela 11. Estabilidade de emulsão e rendimento no cozimento para mortadelas com redução de sal

Amostras	(%) Líquido liberado	(%) Lipídios	(%) Umidade	(%) Rendimento de cozimento
F1	2,657(0,180)^{d}	2,498(0,165)^{d}	0,159(0,016)^{ef}	93,15(0,55)^{a}
F2	6,666(0,043)^{b}	6,275(0,041)^{b}	0,391(0,006)^{b}	91,88(0,79)^{b}
F3	3,283(0,150)^{c}	3,087(0,150)^{c}	0,197(0,004)^{cd}	93,01(0,56)^{ab}
F4	11,227(0,102)^{a}	10,586(0,103)^{a}	0,641(0,002)^{a}	91,88(0,57)^{b}
F5	3,609(0,095)^{c}	3,406(0,086)^{c}	0,202(0,009)^{c}	93,06(0,48)^{ab}
F6	2,412(0,101)^{d}	2,271(0,096)^{d}	0,141(0,005)^{f}	92,83(0,31)^{ab}
F7	3,453(0,152)^{c}	3,276(0,152)^{c}	0,177(0,007)^{de}	93,17(0,54)^{a}

(%)Líquido liberado = (%)lipídios + (%)água

^{a,b,c,d,e,f} médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a $p<0,05$ (Teste Tukey)

F1 – Formulação controle com 2% de NaCl

F2 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$

F3 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$

F4 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$

F5 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$

F6 – Formulação com 1% de NaCl, 1%KCl

F7 – Formulação com 1% de NaCl

Para a indústria, os altos valores de rendimento de cozimento demonstram que pouco liquido foi liberado durante o cozimento, gerando produtos rentáveis economicamente. As amostras F2(1% NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$) e F4 (0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$) tiveram menores valores significativos ($p<0,05$) de rendimento no cozimento comparado com a amostra controle (F1). Esses resultados estão em concordância com os valores de estabilidade de emulsão, onde o líquido liberado foi maior para as amostras F2 e F4.

5.3.5 - Estabilidade microbiológica das mortadelas com redução de sal adicionada de diferentes níveis de sais substitutos

A avaliação microbiológica das mortadelas processadas com sais substitutos e suas combinações consistiu das análises de contagem padrão, bactérias lácticas, psicrotróficos e coliformes. As amostras foram retiradas a cada quinze dias do armazenamento a 4°C e os resultados são apresentados nas Tabelas 12 e 13.

A partir da interpretação dos resultados, pode-se observar que os produtos mantiveram-se estáveis sob o ponto de vista microbiológico durante os sessenta dias armazenados, período de vida de prateleira proposta para as mortadelas.

Tabela 12. Contagem total (UFC/g) e Bactérias Láticas (UFC/g) das mortadelas com teor reduzido de NaCl

	CONTAGEM TOTAL (UFC/g)					BACTÉRIAS LÁCTICAS (UFC/g)				
	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60
F1	<10	<10	$1,3x10^2$	$7,2x10^3$	$7,2x10^4$	<10	<10	$2,8x10^2$	$9,5x10^3$	$2,1x10^5$
F2	<10	<10	$3,5x10^2$	$2,7x10^3$	$5,6x10^5$	<10	<10	$3,9x10^2$	$1,7x10^3$	$8,7x10^5$
F3	<10	<10	$1,4x10^4$	$5,7x10^4$	$2,4x10^5$	<10	<10	$1,9x10^4$	$1,4x10^5$	$4,1x10^5$
F4	<10	<10	$4,5x10^2$	$6,5x10^3$	$7,0x10^5$	<10	<10	$5,0x10^2$	$9,2x10^4$	$4,4x10^5$
F5	<10	<10	$2,9x10^2$	$2,0x10^3$	$1,1x10^5$	<10	<10	$4,8x10^2$	$3,6x10^3$	$8,8x10^5$
F6	<10	<10	$1,5x10^2$	$5,1x10^3$	$4,0x10^5$	<10	<10	$3,4x10^2$	$7,6x10^3$	$5,8x10^5$
F7	<10	$4,5x10^2$	$3,0x10^4$	$2,9x10^4$	$3,1x10^6$	<10	$3,4x10^2$	$3,0x10^4$	$2,9x10^4$	$2,5x10^6$

F1 – Formulação controle com 2% de NaCl

F2 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$

F3 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$

F4 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$

F5 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$

F6 – Formulação com 1% de NaCl, 1%KCl

F7 – Formulação com 1% de NaCl

A deterioração de alimentos pode ser causada pela multiplicação de microrganismos que acarretam alterações sensoriais, entre outras conseqüências

graves para a segurança e estabilidade. A maioria dos alimentos apresenta, quando essas alterações são detectáveis, números superiores a 10^6 UFC/g quando a biomassa é suficiente para a deterioração ser perceptível sensorialmente (GILL, 1996).

Segundo a Tabela 12, o tratamento F7 com apenas 1% de NaCl, sem a substituição do NaCl por outros sais, apresentou a maior contagem total e de bactérias lácticas ao longo do tempo, indicando a deterioração em menor tempo. Os demais tratamentos (F1, F2, F3, F4, F5 e F6) apresentaram contagem total e de bactérias lácticas muito próximas entre si, não alcançando o limite estabelecido pela Resolução 12 para o final do prazo de validade (10^6UFC/g). Se houvessem diferenças estatísticas entre os tratamentos (F1, F2, F3, F4, F5 e F6) para a contagem total e de bactérias lácticas há outras opções para a inibição no desenvolvimento desses microrganismos como o uso de lactatos e diacetados combinados com o sal (DEVLIEGHERE et al., 2009).

Tabela 13. Psicrotróficos (UFC/g) e Coliformes (NMP/g) das mortadelas com teor reduzido de NaCl

	PSICROTRÓFICOS (UFC/g)					COLIFORMES (NMP/g)									
						0		15		30		45		60	
	0	15	30	45	60	CT	CF	CT	CF	CT	CF	CT	CF	CT	CF
F1	<100	<100	$2,3x10^2$	$1,7x10^5$	$4,7x10^6$	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	7,5	<3
F2	<100	<100	$3,1x10^2$	$5,8x10^5$	$2,2x10^7$	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
F3	<100	<100	$4,1x10^5$	$1,7x10^6$	$2,1x10^7$	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	0,9	<3
F4	<100	<100	$4,7x10^3$	$2,3x10^5$	$8,9x10^7$	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
F5	<100	<100	$4,2x10^3$	$5,2x10^4$	$3,4x10^6$	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	0,9	<3
F6	<100	<100	$3,8x10^3$	$8,2x10^4$	$2,5x10^6$	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	2,3	<3
F7	<100	<100	$4,8x10^5$	$3,4x10^5$	$2,7x10^7$	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	24	<3

CT – coliforme total

CF – coliforme fecal

F1 – Formulação controle com 2% de NaCl

F2 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$

F3 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$

F4 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$

F5 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$

F6 – Formulação com 1% de NaCl, 1%KCl

F7 – Formulação com 1% de NaCl

Os resultados referentes à contagem de bactérias psicrotróficas é de grande relevância por avaliar o grau de deterioração de alimentos refrigerados (FRANCO e LANDGRAF, 2002). Como a contagem de psicrotróficos para todos os tratamentos foi superior a 10^6 com 60 dias, na Tabela 13, e já apresentavam alterações no odor pode-se dizer que até 45 dias todos os tratamentos apresentavam estabilidade microbiológica satisfatória. O tratamento que apresentou a maior estabilidade microbiológicas até 45 dias de estocagem foi a F1 (controle) e as mais instáveis foram F3 (1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$) e F7(1% de NaCl).

.

Para todos os tratamentos foram encontradas baixas contagens de coliformes fecais, Tabela 13, máximo de 7,5 NMP/g que indicaram boas condições

sanitárias. As amostras encontram-se dentro do limite estabelecido pela RDC 12 (BRASIL, 2001).

5.3.6. Análise do Perfil de Textura em mortadelas com redução de sal adicionada de diferentes níveis de sais substitutos

Uma das características mais importantes em produtos cárneos emulsionados cozidos reduzidos do teor de sal a ser preservada é a textura original. O sal tem importante papel na extração das proteínas miofibrilares que confere textura ao produto final. Nessa etapa, as formulações das mortadelas com teor reduzido de cloreto de sódio foram analisadas quanto à textura conforme descrito no item 4.4.11. Os resultados para o perfil de textura das amostras estudadas está descrita na tabela 14.

Para a amostra controle F1 (2% de NaCl), os valores de dureza e mastigabilidade praticamente não se alteraram ao longo da estocagem (60dias), possuindo maior valor com 45 dias. A elasticidade não foi alterada ao longo da armazenagem. A coesividade apresentou maior valor significativo para amostra com 60 dias que pode ser justificado pela liberação de líquido ao longo da estocagem.

A amostra F7 (1% NaCl) apresentou resultados semelhantes a amostra controle. Não houve efeito sobre a dureza, elasticidade e a mastigabilidade ao longo da estocagem. A coesividade também apresentou valor maior valor significativo no final da estocagem (60 dias).

Tabela 14. Análise do Perfil de Textura na estocagem das mortadelas com teor reduzido de NaCl

	Dureza (N)				
amostra	0 dia	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
F1	17,537(0,764)^{Bbc}	17,679(0,471)^{Bd}	18,143(0,333)^{Bc}	21,693(0,618)^{Aab}	17,153(1,015)^{Bc}
F2	19,371(1,77)^{Bb}	25,406(1,040)^{Aa}	21,557(1,627)^{Bab}	21,858(0,515)^{Bab}	19,966(0,998)^{Bb}
F3	17,068(1,154)^{Bbc}	20,355(1,464)^{Abc}	20,229(1,210)^{Aabc}	19,962(0,650)^{Abc}	20,488(0,656)^{Ab}
F4	23,916(1,116)^{ABa}	21,240(1,110)^{Bb}	22,648(1,359)^{Aba}	24,212(1,792)^{Aa}	23,639(1,309)^{ABa}
F5	17,332(0,855)^{BCbc}	20,755(0,204)^{Ab}	18,993(1,452)^{ABc}	19,785(1,432)^{Abc}	16,451(0,231)^{Cc}
F6	15,618(0,646)^{Bc}	18,519(0,571)^{Acd}	19,355(0,154)^{Abc}	19,357(1,016)^{Abc}	18,180(1,190)^{Abc}
F7	19,501(0,958)^{Ab}	19,903(0,802)^{Abc}	20,271(0,506)^{Aabc}	18,100(1,468)^{Ac}	18,978(1,978)^{Abc}

	elasticidade				
amostra	0 dia	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
F1	0,925(0,013)^{Aa}	0,911(0,026)^{Aa}	0,926(0,007)^{Aa}	0,916(0,009)^{Aa}	0,928(0,011)^{Aa}
F2	0,81(0,020)^{Bb}	0,811(0,019)^{Bb}	0,915(0,011)^{Aa}	0,915(0,012)^{Aa}	0,905(0,010)^{Aab}
F3	0,93(0,012)^{Aa}	0,894(0,031)^{Aa}	0,928(0,023)^{Aa}	0,927(0,010)^{Aa}	0,908(0,007)^{Aab}
F4	0,906(0,010)^{ABa}	0,890(0,009)^{Ba}	0,919(0,011)^{Aa}	0,918(0,011)^{Aa}	0,925(0,015)^{Aa}
F5	0,918(0,015)^{Aa}	0,920(0,016)^{Aa}	0,906(0,022)^{Aa}	0,928(0,003)^{Aa}	0,927(0,006)^{Aa}
F6	0,927(0,010)^{Aa}	0,916(0,013)^{Aa}	0,924(0,005)^{Aa}	0,930(0,011)^{Aa}	0,920(0,013)^{Aa}
F7	0,906(0,019)^{ABa}	0,918(0,013)^{Aa}	0,912(0,006)^{Aa}	0,914(0,006)^{Aa}	0,880(0,021)^{Bb}
	coesividade				
amostra	0 dia	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
F1	0,826(0,002)^{BCbc}	0,815(0,007)^{Ca}	0,834(0,005)^{Bab}	0,835(0,002)^{Ba}	0,850(0,010)^{Aa}
F2	0,71(0,017)^{Bd}	0,688(0,006)^{Bd}	0,820(0,007)^{Ab}	0,820(0,008)^{Aa}	0,832(0,010)^{Aa}
F3	0,847(0,008)^{Aa}	0,795(0,005)^{Bbc}	0,855(0,033)^{Aa}	0,842(0,004)^{Aa}	0,838(0,006)^{Aa}
F4	0,829(0,005)^{Aabc}	0,785(0,007)^{Bc}	0,819(0,003)^{Ab}	0,839(0,028)^{Aa}	0,837(0,007)^{Aa}
F5	0,841(0,005)^{Aab}	0,814(0,011)^{Ba}	0,838(0,001)^{Aab}	0,843(0,004)^{Aa}	0,846(0,005)^{Aa}
F6	0,834(0,007)^{Aabc}	0,809(0,004)^{Bab}	0,837(0,002)^{Aab}	0,837(0,004)^{Aa}	0,844(0,010)^{Aa}
F7	0,815(0,004)^{Bc}	0,805(0,008)^{Bab}	0,819(0,009)^{ABb}	0,806(0,012)^{Bb}	0,837(0,013)^{Aa}
	mastigabilidade				
amostra	0 dia	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
F1	13,398(0,517)^{Bbc}	13,128(0,195)^{Bb}	14,007(0,359)^{Bc}	16,581(0,549)^{Aab}	13,532(0,843)^{Bbc}
F2	11,177(1,448)^{Bd}	14,173(0,850)^{Aab}	16,182(1,428)^{Aab}	16,243(0,670)^{Aab}	15,022(0,656)^{Ab}
F3	13,422(0,645)^{Bbc}	14,482(1,481)^{ABab}	16,05(0,946)^{Aabc}	15,575(0,362)^{Abc}	15,583(0,621)^{Ab}
F4	17,955(0,568)^{Aa}	14,831(0,826)^{Bab}	17,030(0,987)^{ABa}	18,672 (2,051)^{Aa}	18,315(1,337)^{Aa}
F5	13,371(0,567)^{Bbc}	15,547(0,558)^{Aa}	14,432(1,419)^{ABbc}	15,459(1,035)^{Abc}	12,886(0,220)^{Bc}
F6	12,07(0,439)^{Ccd}	13,589(0,671)^{Bb}	14,958(0,191)^{ABabc}	15,054(0,955)^{Abc}	14,106(0,625)^{ABbc}
F7	14,402(0,802)^{Ab}	14,701(0,638)^{Aab}	15,141(0,338)^{Aabc}	13,322(1,097)^{Ac}	13,953(1,358)^{Abc}

a,b,c,d médias da mesma coluna com letras minúsculas iguais não diferem significativamente a p<0,05 (Teste Tukey)
A,B,C médias da mesma linha com letras maiúsculas iguais não diferem significamente a p<0,05 (Teste de Tukey)
F1 – Formulação controle com 2% de NaCl
F2 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% CaCl2
F3 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% MgCl2
F4 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% CaCl2
F5 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%MgCl2
F6 – Formulação com 1% de NaCl, 1%KCl
F7 – Formulação com 1% de NaCl

A amostra F2 (1% NaCl, 0,5%KCl, 0,5%$CaCl_2$) apresentou maior valor significativo (p<0,05) de dureza com 15 dias de estocagem, permanecendo praticamente os mesmos valores nos outros dias. Pode-se justificar esse fato pela menor homogeneidade das amostras devido menor estabilidade de emulsão (tabela 11) e a amostragem. A elasticidade, coesividade e mastigabilidade aumentaram ao longo da estocagem.

Os valores de dureza e mastigabilidade aumentaram (p<0,05) ao longo do tempo de estocagem para a amostra F3(1%NaCl, 0,5%KCl e 0,5%$MgCl_2$). Não houve efeito sobre a elasticidade e coesividade para F3 ao longo da estocagem.

Não houve efeito sobre a dureza ao longo da estocagem para formulação F4 (0,5%NaCl, 1%KCl e 0,5%$CaCl_2$). Porém, apresentou maiores valores de dureza significativos (p<0,05) comparado com a amostra controle que pode se justificado pela alta liberação de líquido devido a menor estabilidade de emulsão (Tabela 11). No trabalho realizado por Totosaus et al. (2004) na redução de sal e gordura em salsichas, o valor de dureza também foi maior para as salsichas com 0,5% de $CaCl_2$ e justificou que a alta concentração de íons cálcio possibilitou a formação de um gel com maior dureza devido a uma compacta matriz protéica. Para F4 não houve efeito sobre a elasticidade, coesividade e mastigabilidade ao longo da estocagem.

Para a formulação F5 (0,5% NaCl, 1%KCl, 0,5% $MgCl_2$), os valores de dureza aumentaram ao longo do tempo de estocagem. Não houve efeito sobre a elasticidade e coesividade ao longo da estocagem. O valor de mastigabilidade aumentou até 45 dias e depois decresceu com 60 dias. Esse decréscimo com 60 dias pode ser justificado por uma deterioração microbiana, uma vez que o produto está no prazo limite da sua vida útil podendo ter ocorrido alguma proteólise microbiana.

Para a formulação F6 (1%NaCl e 1%KCl), o valor da dureza e a mastigabilidade aumentaram significativamente ao longo da estocagem. Praticamente não houve efeito sobre a elasticidade e coesividade para F6.

Recentemente, está em evidência o estudo do uso das altas pressões na elaboração de produtos cárneos emulsionados com teor reduzido de sódio como alternativa para melhorar a sua textura. A alta pressão promove a ruptura nas interações hidrofóbicas e eletrostáticas das moléculas de proteínas (MOZHAEV et al., 1996). Assim, para a proteína globular solúvel em água, a pressão promove a desnaturação e agregação levando a sua gelificação (GALASKA et al., 2000). Para a proteína fibrosa do músculo, pressões específicas têm demonstrado promover a solubilização da miosina (DAVIS, 1985), actina e outras proteínas (IWASAKI et al. 2006). Sikes et al. (2009) utilizaram altas pressões para reduzir a perda no cozimento e melhorar a textura das emulsões cárneas com teor reduzido de sódio e concluíram que, em geral, é necessário a concentração mínima de 1,8 a 2,0% de sal na emulsão para promover a extração das proteínas e ter uma textura aceitável do produto. Usando-se altas pressões em emulsões cárneas com teor reduzido de sódio (1% de sal) é possível elaborar produtos com texturas similares aos elaborados com 2% de sal.

5.3.7 – Estabilidade à oxidação lipídica das mortadelas com redução de sal adicionada de diferentes níveis de sais substitutos

Os resultados para oxidação lipídica (mg de malonaldeido/kg de amostra) durante estocagem são apresentados na Tabela 15.

Para o início do processo (0 dia) não houve diferença significativa ($p<0,05$) entre as amostras quanto ao número de TBARS, o que é previsto, uma vez que todas as formulações foram cuidadosamente processadas e protegidas de parâmetros contra a oxidação lipídica igualmente. Aos 15 e 30 dias de estocagem, as amostras F4(0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5% $CaCl_2$) e F6(1% de NaCl, 1%KCl) apresentaram menores valores de TBARS ($p<0,05$) comparados com a amostra controle (F1).

Tabela 15. Avaliação da estabilidade à oxidação lipídica durante a estocagem n°TBARS (mg de malonaldeido/ kg de amostra) das mortadelas com teor reduzido de NaCl

	0 dia	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
F1	0,142(0,000)^{a}	0,219(0,001)^{a}	0,292(0,019)^{a}	0,253(0,001)^{ab}	0,21(0,025)^{a}
F2	0,159(0,000)^{a}	0,206(0,005)^{ab}	0,287(0,001)^{ab}	0,284(0,018)^{a}	0,232(0,007)^{a}
F3	0,133(0,000)^{a}	0,226(0,001)^{a}	0,292(0,017)^{a}	0,267(0,006)^{ab}	0,215(0,006)^{a}
F4	0,121(0,006)^{a}	0,185(0,013)^{bc}	0,227(0,001)^{bc}	0,224(0,031)^{ab}	0,180(0,006)^{a}
F5	0,121(0,018)^{a}	0,200(0,015)^{ab}	0,250(0,030)^{abc}	0,245(0,025)^{ab}	0,184(0,035)^{a}
F6	0,112(0,006)^{a}	0,157(0,003)^{c}	0,200(0,009)^{c}	0,201(0,013)^{b}	0,21(0,001)^{a}
F7	0,130(0,030)^{a}	0,221(0,008)^{a}	0,228(0,012)^{bc}	0,219(0,013)^{ab}	0,239(0,018)^{a}

^{a,b,c} médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a $p<0,05$ (Teste Tukey)

F1 – Formulação controle com 2% de NaCl
F2 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$
F3 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$
F4 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$
F5 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$
F6 – Formulação com 1% de NaCl, 1%KCl
F7 – Formulação com 1% de NaCl

Ao final da estocagem, aos 60 dias de estocagem, não houve diferença significativa ($p<0,05$) entre as amostras quanto ao número de TBARS.

Apesar das diferenças significativas ($p<0,05$) no número de TBARS para as amostras F4(0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$), F6(1% de NaCl, 1%KCl) em diferentes tempos de estocagem, os valores encontrados foram menores que a amostra controle, podendo-se considerar que todos os tratamentos apresentam estabilidade à oxidação lipídica e podem ser utilizados para substituir a amostra controle em embutido tipo mortadela. Flores et al. (2005) encontraram resultados diferentes que os apresentados neste trabalho, onde embutidos fermentados com 0,5% de $CaCl_2$ apresentaram maiores valores de TBA ($p<0,05$) que a amostra controle. Esta diferença pode ser explicada por se tratar de produtos cárneos com características físico-químicas diferentes (pH, aw, umidade) e na formulação de mortadela com redução de sódio há a adição de alguns ingredientes e aditivos com propriedades antioxidantes como polifosfato, nitrito e eritorbato. A propriedade antioxidante do fosfato pode ser exemplificada em trabalho proposto por Hsu e Sun (2006), onde os valores de TBA diminuíram com aumento da concentração dos fosfatos em produto cárneo emulsionado.

Para facilitar a discussão, os dados apresentados na Tabela 15 foram transformados em gráficos apresentados na Figura 2 apresentando o número de TBARS durante o tempo de estocagem para os 7 tratamentos.

Analisando-se o gráfico da Figura 2, pode-se observar que os valores aumentaram e depois diminuíram em função do tempo. Segundo Melton (1983), apesar do malonaldeído ser um produto secundário da oxidação de lipídios, não significa que o número de TBARS continue a aumentar de forma constante durante a estocagem dos produtos cárneos. A diminuição no número de TBARS é atribuída às reações do malonaldeído com proteínas durante o período de estocagem (MELTON, 1983). Todos os tratamentos tiveram um comportamento

semelhante quanto ao número de TBARS ao longo da estocagem segundo o gráfico (Figura 2).

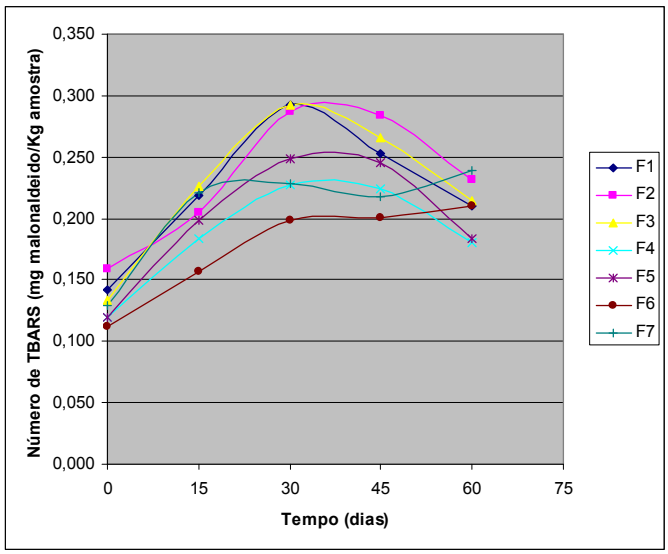

Figura 3 – Gráfico da oxidação lipídica durante a estocagem das mortadelas com teor reduzido de NaCl

F1 – Formulação controle com 2% de NaCl

F2 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$

F3 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$

F4 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$

F5 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$

F6 – Formulação com 1% de NaCl, 1%KCl

F7 – Formulação com 1% de NaCl

5.3.8 – Determinação da cor objetiva em mortadelas com redução de sal adicionada de diferentes níveis de sais substitutos

A Tabela 16 representa os valores de L* ao longo da vida útil para os diferentes tratamentos. Nenhum dos tratamentos diferiu significativamente ($p<0,05$) da amostra controle para os diferentes dias (0, 15, 30, 45 e 60 dias), representados por letras minúsculas dispostos por coluna. Para todos os tratamentos, os valores de L*, que mede a luminosidade, não foram afetados pela

redução de cloreto de sódio ao longo da vida útil. O resultado está em concordância com o trabalho apresentado por Crehan et al. (2000), onde reduzindo-se o teor de sal de 2,5% para 1,5% em salsichas cozidas os valores de L* das amostras com redução de sódio não diferiram significativamente da amostra controle. Entretanto, para produtos fermentados com teor reduzido de sódio (1%NaCl, 0,55%KCl e 0,74%$CaCl_2$) os valores de L* foram maiores que o controle (GIMENO et al.,1999). Esta diferença pode ser explicada por se tratar de produtos cárneos com características físico-químicas diferentes (pH, aw, umidade).

Tabela 16. Valores de L* (luminosidade) das mortadelas com redução de sódio

	L				
	0 dia	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
F1	58,71(1,54)^{Aab}	58,55(0,39)^{Aa}	56,52(0,46)^{Aa}	57,66(3,36)^{Aa}	57,45(2,47)^{Aa}
F2	60,82(1,05)^{Aa}	60,58(1,28)^{Aa}	59,05(0,45)^{Aa}	58,99(0,90)^{Aa}	59,60(1,40)^{Aa}
F3	57,92(0,29)^{Ab}	59,03(1,36)^{Aa}	57,23(1,96)^{Aa}	57,83(0,68)^{Aa}	58,42(2,76)^{Aa}
F4	60,17(0,66)^{Aab}	60,47(1,34)^{Aa}	58,94(0,59)^{Aa}	59,44(1,75)^{Aa}	60,00(1,03)^{Aa}
F5	58,99(0,88)^{Aab}	58,45(0,94)^{Aa}	57,97(1,45)^{Aa}	58,86(1,01)^{Aa}	58,86(2,87)^{Aa}
F6	59,51(1,43)^{Aab}	60,64(1,62)^{Aa}	59,59(1,65)^{Aa}	58,41(1,64)^{Aa}	59,91(2,12)^{Aa}
F7	60,01(0,83)^{Aab}	59,46(0,43)^{Aa}	57,74(1,86)^{Aa}	59,47(2,10)^{Aa}	59,39(2,15)^{Aa}

^{a,b} médias da mesma coluna com letras minúsculas iguais não diferem significativamente a p<0,05 (Teste Tukey)
^{AB} médias da mesma linha com letras maiúsculas iguais não diferem significativamente a p<0,05 pelo Teste de Tukey
F1 – Formulação controle com 2% de NaCl
F2 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$
F3 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$
F4 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$
F5 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$
F6 – Formulação com 1% de NaCl, 1%KCl
F7 – Formulação com 1% de NaCl

A Tabela 17 representa os valores de a* ao longo da vida útil para os diferentes tratamentos. Nenhum dos tratamentos diferiu significativamente (p<0,05) da amostra controle para os diferentes dias (0, 15, 30, 45 e 60 dias), representados por letras minúsculas dispostos por coluna. Em trabalho

apresentado por Sofos (1983), também não houve diferença significativa (p<0,05) no parâmetro a* (intensidade de vermelho) ao longo da estocagem de salsichas com 1,5% de cloreto de sódio por 38 dias. Após 60 dias de estocagem, a amostra F5 apresentou menor valor significativo (11,48) de a* (intensidade do vermelho). No trabalho apresentado por Nascimento et al. 2007, todas as amostras de salsichas com redução de sódio apresentaram redução significativa no valor de a*(intensidade do vermelho).

Tabela 17. Valores de a* (intensidade da cor vermelha) para mortadelas com redução de sódio

	a				
	0 dia	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
F1	12,70 (0,88)^{Aab}	13,69(0,32)^{Aa}	13,90(0,26)^{Aa}	13,58(0,42)^{Aab}	12,84(1,05)^{Aa}
F2	12,95 (0,46)^{Aab}	13,40(0,23)^{Aa}	13,34(0,53)^{Aa}	13,64(0,13)^{Aab}	12,73(0,77)^{Aa}
F3	13,86 (0,76)^{Aa}	13,27(0,47)^{Aa}	13,48(0,75)^{Aa}	14,20(0,40)^{Aa}	13,05(0,34)^{Aa}
F4	12,77 (0,13)^{Aab}	12,99(0,47)^{Aa}	13,51(0,38)^{Aa}	13,67(0,64)^{Aab}	12,88(0,47)^{Aa}
F5	13,29 (0,21)^{Aab}	13,36(0,41)^{Aa}	13,47(0,12)^{Aa}	13,67(0,08)^{Aab}	11,48(1,27)^{Ba}
F6	12,67 (0,78)^{Aab}	13,01(0,28)^{Aa}	13,01(0,55)^{Aa}	13,31(0,49)^{Aab}	12,07(0,83)^{Aa}
F7	12,30 (0,74)^{Ab}	13,03(0,23)^{Aa}	12,90(0,18)^{Aa}	13,03(0,32)^{Ab}	11,84(1,20)^{Aa}

^{a,b} médias da mesma coluna com letras minúsculas iguais não diferem significativamente a p<0,05 (Teste Tukey)

^{AB} médias da mesma linha com letras maiúsculas iguais não diferem significativamente a p<0,05 pelo Teste de Tukey

F1 – Formulação controle com 2% de NaCl

F2 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$

F3 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$

F4 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$

F5 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$

F6 – Formulação com 1% de NaCl, 1%KCl

F7 – Formulação com 1% de NaCl

A Tabela 18 representa os valores de b* ao longo da vida útil para os diferentes tratamentos. Nenhum dos tratamentos diferiu significativamente (p<0,05) da amostra controle para os diferentes dias (0, 15, 30, 45 e 60 dias), representados por letras minúsculas dispostos por coluna. Para todos os

tratamentos, os valores de b* que expressam a intensidade do amarelo, não foram afetados pela redução de cloreto de sódio na formulação ao longo da vida útil. Semelhante aos resultados verificados neste trabalho, Nascimento et al. (2007) e Sofos(1983) também não evidenciaram alterações nos valores de b*, intensidade do amarelo em salsichas com teor reduzido de sódio.

Tabela 18. Valores de b*(intensidade da cor amarela) para mortadelas com redução de sódio

	b				
	0 dia	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
F1	11,71(0,39)^{Aa}	11,18(0,47)^{Aa}	11,76(0,20)^{Aa}	11,36(0,51)^{Aa}	11,18(0,66)^{Aa}
F2	11,52(0,32)^{ABa}	11,02(0,11)^{Ba}	11,55(0,23)^{Aa}	11,33(0,09)^{ABa}	11,24(0,30)^{ABa}
F3	12,18(0,41)^{Aa}	11,47(0,45)^{Aa}	11,53(0,75)^{Aa}	11,75(0,22)^{Aa}	11,74(0,28)^{Aa}
F4	11,47(0,15)^{Aa}	11,49(0,16)^{Aa}	11,46(0,20)^{Aa}	11,24(0,35)^{Aa}	11,24(0,55)^{Aa}
F5	12,00(0,14)^{Aa}	11,75(0,14)^{Aa}	12,07(0,32)^{Aa}	12,00(0,34)^{Aa}	12,23(0,53)^{Aa}
F6	11,86(0,31)^{Aa}	11,65(0,38)^{Aa}	11,82(0,46)^{Aa}	11,98(0,55)^{Aa}	11,87(0,56)^{Aa}
F7	12,09(0,46)^{Aa}	11,78(0,29)^{Aa}	11,65(0,40)^{Aa}	11,57(0,41)^{Aa}	12,12(0,60)^{Aa}

^{a,b} médias da mesma coluna com letras minúsculas iguais não diferem significativamente a p<0,05 (Teste Tukey)
^{AB} médias da mesma linha com letras maiúsculas iguais não diferem significativamente a p<0,05 pelo Teste de Tukey

F1 – Formulação controle com 2% de NaCl
F2 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$
F3 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$
F4 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$
F5 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$
F6 – Formulação com 1% de NaCl, 1%KCl
F7 – Formulação com 1% de NaCl

5.3.9 – Avaliação sensorial das mortadelas com redução de sal adicionada de diferentes níveis de sais substitutos

Foi realizada análise sensorial das formulações das mortadelas com redução de sal conforme descrito em 4.4.14. Os resultados obtidos com a análise

sensorial (teste de consumidor) para os atributos aparência, aroma, sabor, textura com 112 consumidores são apresentados na Tabela 19.

Pela Tabela 19 não houve diferença significativa ($p<0,05$) entre os tratamentos e a amostra controle (F1) nos atributos aparência, aroma e textura. Os tratamentos F3(1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$), F4 (0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$), F5 (0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$) e F6 (1%

Tabela 19. Médias das notas obtidas na análise sensorial das mortadelas com redução de sódio

	Aparência	Aroma	Sabor	Textura
F1	6,839[a]	6,883[a]	6,696[a]	6,384[ab]
F2	6,509[a]	6,804[a]	6,312[ab]	6,554[a]
F3	6,839[a]	6,848[a]	5,482[c]	5,973[ab]
F4	6,660[a]	6,384[a]	5,509[c]	6,545[a]
F5	6,955[a]	6,812[a]	4,554[d]	5,804[b]
F6	6,696[a]	6,688[a]	5,875[bc]	6,268[ab]
F7	6,696[a]	6,696[a]	6,027[abc]	6,562[a]
DMS	0,603	0,588	0,709	0,701

DMS – Diferença Mínima Significativa

[a,b,c] médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a $p<0,05$ (Teste Tukey)

F1 – Formulação controle com 2% de NaCl

F2 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$

F3 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$

F4 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$

F5 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$

F6 – Formulação com 1% de NaCl, 1%KCl

F7 – Formulação com 1% de NaCl

Pela Tabela 19 não houve diferença significativa ($p<0,05$) entre os tratamentos e a amostra controle (F1) nos atributos aparência, aroma e textura. Os tratamentos F3(1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$), F4 (0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$), F5 (0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$) e F6 (1%

de NaCl, 1% KCl) apresentaram menores valores significativos do atributo sabor ($p<0,05$) em relação à amostra controle. Para esse atributo, o tratamento F5 (0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$) apresentou a menor valor significativo sendo o tratamento mais rejeitado e a amostra controle (F1) apresentou maior valor significativo sendo a mais aceita, conforme o esperado. Os tratamentos F2(1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$) e F7(1% de NaCl) não diferiram significativamente ($p<0,05$) da amostra controle quanto ao sabor, podendo ser prováveis substitutos do cloreto de sódio. Seperich et al. (1983), realizaram a substituição parcial do cloreto de sódio por $CaCl_2$ em produtos emulsionados e não foram encontrados diferenças sensoriais comparando-se com a amostra controle para até 25% de substituição, semelhante ao resultado encontrado para a amostra F2 (1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$) deste experimento.

Apesar da amostra F7 ter aceitabilidade sensorial semelhante à amostra controle vale salientar a sua limitação devido a menor estabilidade microbiológica por possuir o menor teor de sal de todas os tratamentos, apenas 1% de NaCl.

Em trabalho proposto por Gelabert et al (2003), o sabor amargo foi detectado em embutidos fermentados com substituições de cloreto de sódio por KCl e foram aceitos com até 40% de substituição. No estudo elaborado por Keeton (1984) observou-se aceitação dos presuntos crus com até 33,3% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio, porém foi detectado um ligeiro sabor amargo nessas amostras quando comparado com o controle (100% de cloreto de sódio). No presente estudo, os embutidos emulsionados tipo mortadela apresentaram resultados semelhantes, com maiores valores de rejeição no parâmetro sabor para as amostras F4 (0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5% $CaCl_2$), F5 (0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5% $MgCl_2$) e F6(1% de NaCl, 1% KCl) onde se propõem 50% de substituição para KCl.

Com a diminuição do teor de cloreto de sódio, ocorrem alterações no produto final que incluem diferenças sensoriais, principalmente no sabor. O fator sensorial limitante dos produtos com substituição parcial do cloreto de sódio refere-se principalmente ao sabor amargo (SEMAN et al. 1980; GELABERT et al. 2003; GUARDIA et al. 2008). As mudanças no sabor ocorrerão em produtos com menor teor de cloreto de sódio, mas, até certo ponto, não pode ser crítica, pois representa um sinal da preferência dos consumidores. Uma redução gradual no teor de sal pela população deve ser iniciada em produtos infantis, para que pessoas tenham preferência por produtos com menos sal (SEBRANEK et al., 1983). Em trabalho proposto por Hand et al. (1982) na substituição parcial do cloreto de sódio por cloreto de lítio, presuntos cozidos apresentaram menores valores na intensidade do sabor amargo quando comparado com o cloreto de potássio.

5.3.10. – Intenção de Compra

Conforme a fig. 4, a amostra F1 (controle) foi a mais aceita, tendo a maior porcentagem de intenção de compra, seguida da amostra F2 (1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$)e F7 (1% de NaCl). As demais amostras (F3, F4, F5, F6) apresentaram menor intenção de compra, sendo a F5 (0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$) a amostra com maior rejeição.

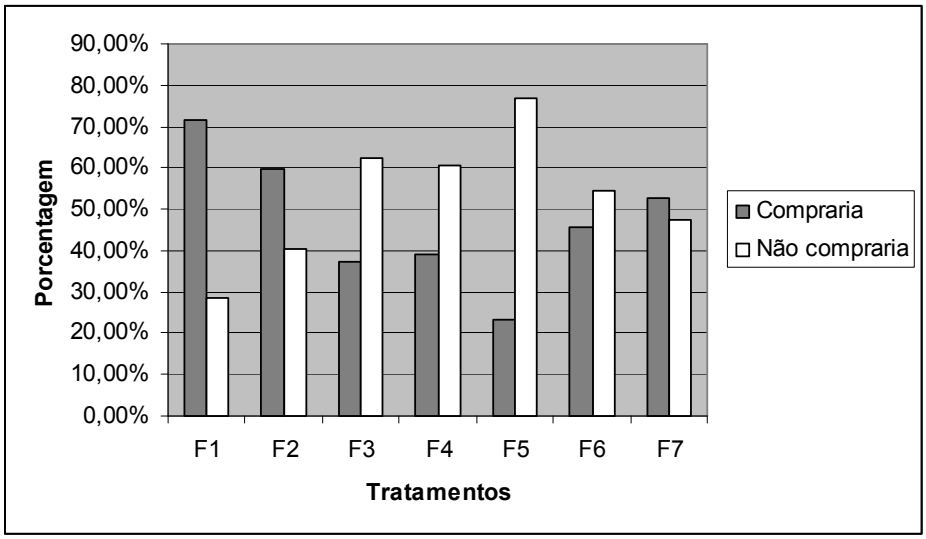

Figura 4. Gráfico Intenção de Compra das mortadelas com teor reduzido de NaCl

F1 – Formulação controle com 2% de NaCl

F2 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$

F3 – Formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$

F4 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$

F5 – Formulação com 0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$

F6 – Formulação com 1% de NaCl, 1%KCl

F7 – Formulação com 1% de NaCl

6. CONCLUSÕES

O produto mais aceito sensorialmente foi a formulação F2 que contém 1% de NaCl, 0,5% de KCl e 0,5% de $CaCl_2$. A substituição parcial do NaCl em embutidos cozidos tipo mortadela por outros sais, pode , portanto ser realizada com benefícios na elaboração de produtos mais saudáveis. O cloreto de cálcio, em particular, representa também uma fonte de cálcio na dieta. Porém a formulação F2 apresentou menor estabilidade de emulsão (maior fluido extraído) quando comparada com a amostra controle e para ser viável economicamente é necessária a otimização da formulação com a utilização conjunta com outros

ingredientes e aditivos extensores capazes de se ligar a água e gordura e diminuir a instabilidade da emulsão.

A formulação F7 (1% de NaCl) representa a estratégia direta de redução mais fácil, mas não pode ser utilizada pois resultou em menor estabilidade microbiológica com redução do prazo de validade quando comparada à formulação controle.

Os tratamentos F5 (0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5%$MgCl_2$) e F6 (1% de NaCl, 1%KCl) por não apresentarem diferenças quando à amostra controle nos parâmetros de textura como dureza, coesividade, elasticidade e mastigabilidade, mas com baixa aceitação sensorial, principalmente no parâmetro sabor poderão ser objetos de estudo futuro incluindo o uso de mascaradores do sabor amargo como, por exemplo, extrato de levedura ou um mix de ervas naturais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APPEL, L.J.; MOORE, T.J.; OBARZANEK, E.;VOLLMER, W.M.; SVETKEY, L.P.; SACKS, F.M. (1997). A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. DASH Collaborative Research Group 1997. New England **Journal of Medicine**, 336, p. 1117-1124.

ASARIA, P.; CHISHOLM, D.; MATHERS, C.; EZZATI, M.; BEAGLEHOLE, R. (2007) Chronic disease prevention: health effects and financial costs of strategies to reduced salt intake and control tobacco use. **Lancet,** v. 370, p. 2044-53.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis.** 14 ed. HORWITS, W. (Ed.). Washington, DC, 1141p. 1984.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis.** 12 ed. HORWITS, W. (Ed.). Washington, DC, 1975, p. 927-928.

BARBUT, S.; MAURER, A.J.; LINDSAY, R.C.(1988) Effects of reduced sodium chloride and added phosphates on physical and sensory properties of turkey frankfurters. **Journal of Food Science**, v. 53, n.1, p.62-66.

BERTINO, M.; BEAUCHAMP, G.K.;ENGELMAN, K. (1982) Long-term reduction in dietary sodium alters the taste of salt. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 36, p. 1134-1144.

BERTINO, M.; BEAUCHAMP, G.K.; ENGELMAN, K. (1986) Increasing dietary salt alterssalt taste preference. **Physiology and Behavior**, v. 38, p. 203-213.

BETTS, G.; EVERIS, L.; BETTS, R. (2007). Dietary salt, high blood pressure and other harmful effects on health. In: KILCAST, D.; ANGUS, F. Reducing salt in foods. CRC, Cambridge, England. Disponível em: http://www.foodnetbase.com Acesso em: 26/10/2009.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry *and* Physiology,** Ottawa, v. 37, p. 911-914, 1959.

BRASIL (2001). Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução n°40 de 21 de março de 2001**: regulamento técnico para rotulagem nutricional obrigatória para alimentos e bebidas embalados. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/40 01rdc.htm> Acesso em 02/11/2008

BRASIL. Resolução RDC/ANVISA n. 12 de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicas para alimentos. **Diário Oficial da União,** Brasília, DF, Seção 01, p. 54, jan. 2001.

BREIDENSTEIN, B.C. (1982). Understanding and calculating the sodium contento f your products. **Meat processing**, v. 21, n.5, p. 62.

BRESLIN, P.A.S.; BEAUCHAMP,G.K.(1995) Suppression of bitterness by sodium: variation among bitter taste stimuli. **Chemical Senses**, v. 20, n.6, p. 609-623.

CAMPBELL, J.F. (1979). Binding properties of meat blends, effects of salt type, blending time and post-blending storage. Ph.D. Thesis, Michigan State University.

CHEN, Z.; PENG, C.;JIAO, R; WONG, Y.M.; YANG, N.;HUANG,Y. (2009) Anti-hypertensive nutraceuticals and functional foods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.57, p.4485-4499.

CHEFTEL, J.C.; CULIOLI, J. (1997) Effects of high pressure on meat : a review. **Meat Science**, v.46, n.3, p.211-234.

CLAUS, J.R.; SORHEIM, O. (2006) Preserving pre-rigor meat functionality for beef patty production. **Meat Science**, v.73, p. 287-294.

COFRADES, S.; LÓPEZ-LÓPEZ,I; SOLAS, M.T.;BRAVO,L.;JIMÉNEZ-COLMENERO, F. (2008). Influence of different types and proportions of added edible seaweeds on characteristics of low-salt gel/emulsion meat systems. **Meat Science**, v.79, p. 767-776.

CREHAN, C.M. et al (2000). Effects of salt level and high hydrostatic pressure processing on frankfurters formulated with 1,5 and 2,5% salt. **Meat Science**, v. 55, n.1, p. 123-130.

DAHL, L. K. (1972). Salt and hypertension. **American Journal of Clinical Nutrition**, 25 (2), 231-244.

DEVLIEGHERE, F.; VERMEIREN, L.; BONTENBAL, E.; LAMERS, P.; DEBEVERE, J. (2009).Reducing salt intake from meat products by combined use of lactate and diacetate salts without affecting microbial stability. **International Journal of Food Science and Technology**, v.44, p. 337-341.

DE WARDENER, H.; MACGREGOR, G.A (2002). Harmful effects of dietary salt in addition to hypertension. **Journal of Human Hypertension**, v. 16, n.4, 213-223.

DESMOND, E. (2006). Reducing Salt: a challenge for the meat industry. **Meat Science**, vol. 74, p. 188-196.

DICKINSON, B.D.; HAVAS, S. (2007). Reducing the population burden of cardiovascular disease by reducing sodium intake. **Archives of Internal Medicine,** vol. 167, n.14, p. 1460-1468.

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

EATON, S.B.; KONNER, M. (1985). Palelithic nutrition. A consideration of its nature current implications. **New England Journal of Medicine**, v. 312, n.5, p. 283-289.

FERNÁNDS-GINÉS, J.M.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, E.; PÉREZ-ALVAREZ, J.A. (2005). Meat products as functional foods: a review. **Journal of Food Science**. vol.70, p. 37-43.

FLEURENCE, J. (1999). Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses. **Trends in Food Science and Technology**, v.10, n.1, p.25-28.

FLORES, M.; NIETO, P.; FERRER, J.M.; FLORES, J.(2005) Effect of calcium chloride on the volatile pattern and sensory acceptance of dry-fermented sausages. **European Food Research and Technology**, vol 221, p. 624-630.

FORMAN, D.; NEWELL, D.G.; FULLERTON, F.; YARNELL, J.W.; STACEY, A.R.; WALD, N.; SITAS, F. (1991). Association between infection with Helicobacter pylori and risk of gastric cancer: evidence from a prospective investigation. **British Medical Journal**, v. 302,n. 6788, p. 1302-1305.

FRANCO, B. D. G. de M. e LANDGRAF, M. (2002) **Microbiologia dos alimentos.** São Paulo: Editora Atheneu,.

FRYE, C.B.; HAND, L.W; CALKINS, C.R.; MANDIGO, R.W. (1986) Reduction or replacement of sodium chloride in a tumbled ham product. **Journal of Food Science**, v. 51, p. 836-837.

FSA (2002). Mc Cance & Widdowson's. The composition of Foods, Sixth Summary Edition. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.

FSA.(2006). Salt reduction targets. Available from <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/salttargetapril06.pdf> acesso 02/11/09

GALAZKA, V.B.; DICKINSON, E.; LEDWARD, D.A. (2000). Influence of high pressure processing on protein solutions and emulsions. Current Opinion in Colloid and Interface Science, v. 5, p. 182-187.

GELABERT,J.; GOU, P.; GUERRERO, L.; ARNAU, J. (2003) Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. **Meat Science**, v. 65, p. 833-839.

GIL, M.D.; BAÑON, S.J.; CAYUELA, J.M.;LAENCINA,J.;GARRIDO,M.D. (2001) Utilización de extractos de plantas como antioxidantes naturales en carne y productos cárnicos:revisión. **Eurocarne,** v. 101,p. 1-10.

GILL, C. O. (1996) Cold storage temperature fluctuations and predicting microbial growth. **Journal of Food Protection**, suppl, p. 43-47.

GIMENO, O.; ASTIASARÁN, I.; BELLO, J. (1999). Influence of partial replacement of NaCl with KCl and CaCl2 on texture and color of dry fermented sausages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.47, p. 873-877.

GUARDIA, M.D.; GUERRERO, L.; GELABERT, J. GOU, P.; ARNAU, J. (2008). Sensory characterisation and consumer acceptability of small calibre fermented sausages with 50% substituition of NaCl by mixtures of KCl and postassium lactate. **Meat Science**, v. 80, p. 1225-1230.

HAGA, F.;KOMINE,H., KONDO,E.;KUWANO,N.(1984). Study on effect of seasoning with potassium salts by sensory test. **Japanese Journal of Nutrition**, v.42, n.2, p.225-324.

HAMM, R. (1960) Biochemistry of meat hydration. **Advanced Food Research**, v. 10 p. 356.

HAM, R. (1972) Importance of meat water binding capacity for specific meat products. In Kolloidchemie des Fleiches, p. 215-222.

HAM, R. (1986). Functional properties of the myofibrillar system. In P. J. Bechtel, Muscle as Food. New York: Academic Press p. 135-200.

HAND, L.W.;TERRELL, R.N.;SMITH, G.C. (1982) Effects of complete or partial replacement of sodium chloride on processing and sensory properties of hams. **Journal of Food Science**, v.47,p.1776-1778.

HAPPKE, K.; ROSA, M.N.; KUBOTA, E.H.; TERRA, N.N. Controle da oxidação lipídica na mortadela. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n.206, p. 67-72, 1994. 139

HAVAS, S.; DICKINSON, B.D.; WILSON, M. (2007). The urgent need to reduce sodium consumption. **Journal of American Medical Association**, v. 298, n.12, p.1439-1441.

HE, F.J.; MACGREGOR, G.A (2007). Dietary salt, high blood pressure and other harmful effects on health. In: KILCAST, D.; ANGUS, F. Reducing salt in foods. CRC, Cambridge, England. Disponível em: http://www.foodnetbase.com Acesso em: 26/10/2009.

HEDRICK, H.B.; ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; JUDGE, M.D.; MERKEL, R.A.**Principles of Meat Science**. 3rd ed. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing Co.,354p, 1994.

HILLEGE, H.L.; FIDLER, V.; DIERCKS,G.F.; VAN GILST, W.H.; DE ZEEUW, D.; VAN VELDHUISEN, D.J. GANS, R.O.; JANSSEN, W.M.; GROBBEE, D.E.; DE JONG, P.E. (2002). Urinary albumin excretion predicts cardiovascular and noncardiovascular mortality in general population. **Circulation**, v.106, n.14, 1777-1782.

HORWITZ. W. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 17thed. Gaithersburg, Maryland:v.2, p.7-10, 2000.

HORWITZ,W.;LATIMER JR.,G. (2005) Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, Cap. 50, methods 985.35 e 984.27, p.15-18.

HSU, S. Y.; SUN, L.Y. (2006).Effects of salt, phosphates, potassium sorbate and sodium erythorbate on qualities of emulsified meatball. **Journal of Food Engineering**, 73, 246-252.

HUIDOBRO, F.R.; MIGUEL, E.; BLÁZQUEZ, B.; ONEGA, E. A comparison between two methods (Warner-Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. **Meat Science**, Barking, v.69, p. 527-536, 2005.

HUTTON, T. (2002). Sodium. Technological functions of salt in the manufacturing of food and drink products. **British Food Journal**, v. 104, p. 126-152.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. (2005) Métodos físico-químicos para análise de alimentos, 512 p. ed.4, Brasília.

INTERSALT COOPERATIVE RESEARCH GROUP. (1988). Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. **British Medical Journal**, 297, 319–329.

IWASAKI, T.; NOSHIROYA, K.; SAITOH, N.; OKANO, K.; YAMAMOTO, K. (2006). Studies of the effect of hydrostatic pressure pretreatment o thermal gelation of chicken myofibrils and pork meat patty. **Food Chemistry**, v. 95, p. 474-483.

JAMES, W.P.; RALPH A.; SANCHES-CASTILLO, C.P. (1987). The dominance of salt in manufactured food in the sodium intake of affluent societies. **Lancet,** v.1, n. 8530, p.426-429.

JAY, J.M.(2005). Microbiologia de Alimentos. 6.ed.Artmed, 711p.

JEUN-HORGN, L.; YUAN-HUI, L.; CHUN-CHIN, K. 2002. Effect of dietary fish oil on fatty acid composition, lipid oxidation and sensory property of chicken frankfurters during storage. **Meat Science**, v. 60, p.161-167.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; FERNANDEZ, P.; CARBALLO, J.; FERNANDEZ-MARTIN, F. (1998). High pressure cooked low-fat pork and chicken batters as affect by salt levels and cooking temperature. **Journal of Food Science**, v.63, n.4, p.656-659.

JIMENEZ-COLMENERO, F. (1996) Technologies for developing low-fat meat products.Review. **Trends in Food Science & Technology***,* Cambridge, v.7, p. 41-48.

JIMENEZ-COLMENERO, F.; AYO, M.J.; CARBALLO, J. (2005) Physicochemical properties of low sodium frankfurter with added walnut: effect of transglutaminase combined with caseinate, KCl and dietary fibre as salt replacers. **Meat Science**, v.69, p. 781-788.

JIMENEZ-COLMENERO, F.; CARBALLO, J.; COFRADES, S. (2001) Healthier meat and meat products: their role as Functional foods. **Meat Science**, Barking, v.59, p. 5-13.

KANNEL, W.B.(1996) Blood pressure as a cardiovascular risk factor. **Journal of the American Medical Association.** v.275, p. 1571-1576.

KARPPANEN, H.; MERVAALA, E. (2006) Sodium intake and hypertension. **Progress in Cardiovascular Diseases,** v. 49, p. 59-75

KERSTING, M.; ALEXY, U.; Sichert-Hellert, W. (2001).Dietary intake and food sources of minerals in 1 to 18 year old German children and adolescents. **Nutrition Research**, 21, 607–616.

KILCAST, D.; DEN RIDDER, C. (2007) Sensory issues in reducing salt in food products. In:.. Reducing salt in foods. KILCAST, D.; ANGUS, F. ed., CRC, Cambridge, England. Disponível em: http://www.foodnetbase.com . Acesso em: 26/10/2009.

KURLANSKI, M. Salt. A Word History, London: Random House, 2002.

LAUFER, E.; JENNINGS, G.L.; KORNER, P.I.; DEWAR, E. (1989) Prevalence of cardiac structural and functional abnormalities in untreated primary hypertension. **Hypertension**, v.13, n.2, p. 151-162.

LAW,M.R,;FROST,C.D.;WALD,N.J.(1991) Analysis of observation data among populations. **British Medical Journal**, v. 302, p. 811-815.

LAWES, C.M.; MUSSINI, V.M. (2008) Pharmacological interventions for hypertensive emergencies:a Cochrane systematic review. **Journal of Human. Hypertension,** v.22, p. 596-607.

LAWLESS, H.T.; RAPACKI, F.;HORNE, J.;HAYES,A. (2003a) The taste of calcium and magnesium salts and anionic modifications. **Food Quality and Preference**, v. 14, p.319-325.

LAWLESS, H.T.; RAPACKI, F.;HORNE, J.;HAYES, A.; WANG, G. (2003b) The taste of calcium choride in mixtures with NaCl, sucrose and citric acid. **Food Quality and Preference**, v, 15, p. 83-89.

LIN, P.H.; GINTY, F.; APPEL,L.J.; AICKIN, M.; BOHANNON, A.; GARNERO, P. BARCLAY, D.; SVETKEY, L.P. (2003). The DASH diet and sodium reduction improve markers of bone turnover and calcium metabolism in adults. **Journal of Nutrition**, v.133, n.10, p. 3130-3136.

LÓPEZ-LÓPEZ, I.; COFRADES, S.;RUIZ-CAPILLAS, C.; JIMÉNEZ-COLMENERO (2009). Design and nutritional properties of potencial functional frankfurters based on lipid formulation, added seaweed and low salt content. **Meat Science**, v.83, p. 255-262.

LUECK, E. (1980) Antimicrobial Food Additives. Springer-Verlag, Berlin

MACGREGOR, G.A.; DE WARDENER, H.E. (1998) Salt, Diet and Health. Cambridge University Press.

MACKAY, J.; MENSAH, G.A. (2007). The Atlas of heart disease and stroke. Geneva Switzerland: World Health Organization.

MACFIE, H.J., BRATCHELL, N., GREENHOFF, K., VALLIS, L.V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, US, n.4, p.129-148, 1989.

MARQUEZ, E.J.;AHMED, E.M; WEST, R.L.; JOHNSON, D.D. (1989). Emulsion stability and sensory quality of beef frankfurters produced at different fat and peanut oil levels. **Journal of Food Science**, v. 54, n.4, p. 867-873.

MATULIS, R.J.; McKEITH, F.K.; SUTHERLAND, J.W.; BREWER, M.S.(1995). Sensory characteristics of frankfurters as affect by fat, salt and pH. **Journal of Food Science**, v. 60, n.1, p.42-47.

MATTES, R.D. (1997). The taste for salt in humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 65, p. 692S-697S.

MATTES, R.D.; DONNELY D (1991). Relative contributions of dietary sodium sources. **Journal of the American College of Nutrition**, Aug, 10(4):383:93

MATTEWS, K.; STRONG, M. (2005) Salt – its role in meat products and the industry's action plan to reduce it. **Nutrition Bulletin**, v. 30, p. 55-61.

MAURER , A.J. (1983) Reduced sodium usage in poultry muscle foods. **Food Technology**, v.37, n.7, p. 60-65.

MEILGAARD, M., CIVILLE, G.V., CARR, B.T. **Sensory evolution techniques**. 3.ed. Boca Raton: CRC Press, Inc. 1999. 387p.

MELTON, S.L.(1983). Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. **Food Technology**, v. 37, n.7, p. 105-116.

MOLINA, M.C.B.; CUNHA, R.S.; HERKENHOFF, L.F.; MILL, J.G. (2003) Hipertensão arterial e consumo de sal em população urbana. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, 0.6, p.743-750

MONAHAN, F.J.; TROY, D.J.(1997) Overcoming sensory problems in low fat and low salt products. In: A.M.Pearson and T.R. Dutson (eds). Advances in Meat Research Volume 11: Production and Processing of Health Meat, Poultry and Fish products. London: Blackie Academic & Professional, p. 257-281.

MORRIS, R.C.;SEBASTIAN, A.;FORMAN,A.;TANAKA;M.; SCHMIDLIN, O. (1999).Normontensive salt sensitivity:effects of race and dietary potassium.**Hypertension**, v. 33, p.18-23.

MOZHAEV, V.V.; HEREMANS, K.; FRANK, J. MASSON, P. BALNY, C. (1996). High pressure effects on protein structure and function. Proteins, v. 24, p.81-91.

MULLER, W.D.(1991). Cooked cured products: influence of manufacturing technology. **Fleischwirtschaft,** v.71, p. 544-550.

NAKASATO, M. (2004). Sal e hipertensão arterial. **Revista Brasileira de Hipertensão,** v.11, n.2, p. 95-97.

NASCIMENTO, R.; CAMPAGNOL, P.C.B.; MONTEIRO, E.S.; POLLONIO, M.A.R (2007). Substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio:influência sobre as características físico-químicas e sensoriais de salsichas. **Alim. Nutr**. v. 18, n.3, p. 297-302.

NAYAK, R.;KENNEY, P.B.;SLIDER,S.;HEAD, M.K.;KILLEFER, J. (1998). Cook yield, texture and gel ultrastructure of model beef batters as affected by low levels of calcium, magnesium and zinc chloride. **Journal of Food Science**, v. 63, n.6, p.54.

NYCHAS, G.J.E. (1995) Natural antimicrobials from plants. In New Methods of Food Preservation, G.W. Gould (ed.) p.58-89. Blackie Academic & Professional, Glasgow

OFFER, G., & KNIGHT, P. (1988). The structural basis of water-holding in meat. In R. A. Lawrie (Ed.). Developments in meat science. London: Elsevier Applied Science. 173–243.

PEREZ, M.I.; MUSINI, V.M. (2008) Pharmacological interventions for hypertensive emergencies:a Cochrane systematic review. **Journal of Human Hypertension**, v. 22, p. 596-607.

PHILIPS, F. (2003) Don't pass the salt. **Nutrition bulletin**, v. 28, p. 339-340.

POLLONIO, M.A.R.(1994) Estudo das propriedades funcionais das proteínas miofibrilares e oxidação lipídica de carne de frango mecanicamente desossada. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp, Campinas.

POLLONIO, M.A.R. (2007). Novos produtos cárneos:estratégia e desafios. **Revista Higiene Alimentar**, 21, 3-4 .

PSZCZOLA, D.E. (1999). Ingredients that get to meat to matter. **Food Technology**, v.53, n.4, p.62-74.

PUOLANNE, E.J.;TERRELL, R.N. (1983). Effects of rigor state, levels of salt and sodium tripolyphosphate on physical, chemical and sensory properties of frankfurter-type sausages. **Journal of Food Science**. vol. 48, n.4, p. 1036-1038, 1047.

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

RAVISHANKAR, S.;JUNEJA, V.K. (2000). Sodium chloride. In Natural Food Antimicrobial System. **CRC Press**.

RUUSUNEN, M. (1985). Possibilities to reduce the salt content in meat products. Master's thesis, University of Helsinki, Departament of Nutrition.

RUUSUNEN,M.; SIMOLIN,M.; PUOLLANE, E. (2001a). The effect of fat content and flavour enhancers on the perceived saltiness of cooked bologna type sausages. **Journal of Muscle Foods**, v. 12, p.107-120.

RUUSUNEM, M.; TIRKKONEN, M.S.; PUOLLANE, E.(2001b). Saltiness of coarsely ground cooked ham with reduced salt content. **Agricultural and Food Science in Finland**, v.10, p.27-32.

RUUSUNEM, M.; NIEMISTO,M.; PUOLLANNE, E. (2002). Sodium reduction in cooked meat products by using phosphate mixtures. **Agricultural and Food Science in Finland,** v.11, p.199-207.

RUUSUNEN,et al. (2003). Effect of sodium citrate, carboxymethyl cellulose and carrageenan levels on quality characteristics of low salt and low fat bologna type sausages. **Meat Science**, 64, 371-381.

RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E.(2005). Reducing sodium intake from meat products. **Meat Science**, Barking , v.70, n.3, p. 531-541, 2005.

SABRY, M.O.D.S.; SAMPAIO, H.A.C.;SILVA, M.G.C. (2007).Consumo Alimentar de indivíduos hipertensos:uma comparação com o Plano DASH. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**; v. 22, n.2, p.121-126

SAS. User's guide. V.9.1. Statistical analysis systems Institute. Inc., Cary, NC. USA. 2002.

SCHELL, P.G.; VADEHRA, D.V. ; BAKER, R.C. (1970). Mechanism of binding chunks of meat. Effect of physical and chemical treatments. **Journal of Canadian Institute of Food Technology**, v.3, n.2, p. 44-48.

SEMAN, D. L.; OLSON, D.G.; MANDIGO, R.W.(1980). Effect of reduction and partial replacement of sodium on bologna characteristics and acceptability. **Journal of Food Science**, 45, 1116-1121.

SEUSS, I. (1990). The nutritional value of meat and meat products. A critical look at their constituents as compared with others foods, **Fleischwirtschaft**, v.70, n.12, p.1444 -1447.

SEBRANEK, J.G.; OLSON,D.G.; WHITING, R.C.; BENEDICT, R.C.; RUST, R.E.; KRAFT, A.A; WOYCHIK, J.H. (1983).Physiological role of dietary sodium in human health and implications of sodium reduction in muscle foods. **Food Technology**, p. 51-59.

SEPERICH, G.J.;ASHOOR,S.H.(1983) The effect of partial and total replacement of sodium chloride with calcium chloride in a bologna product. **Progress report to the American Meat Inst.** From Arizona State University.

SHELEF, L.A.;SEITER, J.A. (1993). Indirect antimicrobial. In Antimicrobial in foods. New York, p. 539-569.

SIKES, A.L.; TOBIN, A.B.;TUME, R.K. (2009). Use of high pressure to reduce cook loss and improve texture of low-salt beef sausage batters. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.10, p. 405-412.

SINGHAL, R.S.; KULKARNI, P.R. (2000). Nitrite and Nitrate. In: Encylopedia of Food Microbiology. (Ed. Robinson, R.K,; Batt, C.A.; Patel, P.D.) Academic Press , London, UK , v. 3, p. 1762-1769.

SMITH, D.V.; MARGOLSKEE, R.F. (2001) Making sense of taste. **Scientific American**, v.284, n. 3, p.32-39.

SOFOS, J.N. (1983). Effects of reduced salt level on sensory and instrumental evaluation of frankfurters. **Journal of Food Science**, v.48, p.1683-1691.

SOFOS, J.N.(1984). Antimicrobial effects of sodium and others ions in foods: a review, **Journal of Food Safety**, v. 6, p. 45-78, 1984

SOFOS, J.N.; BUSTA, F.F (1983). Sorbates. In: Antimicrobials in Foods (ed. Branen, A.L. and Davidson, P.M.) Marcel Dekker, Chapter 6, p. 141-175

SOLHEIM, R (1992) Consumers liking for sausages affect by sensory quality and information on fat content. **Appetite**, v. 19, p. 285- 292.

STAESSEN, J.A.; WANG, JG; THUS, L. (2001). Cardiovascular protection and blood pressure reduction: a meta-analysis. **Lancet,** v.358, n.9290, 1305-1315.

TARLADGIS, B.G.; WATTS, B.M.; YOUNATHAN, M.T.(1960) A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **Journal of the American Oil Chemistry Society**, v.37, p.44-48.

TERRELL, R.N.; MING,C.G.; JACOBS, J.A; SMITH, G.C.; CARPENTER, Z.L.(1981). Effect of chloride salts, acid phosphates and electrical stimulation on pH and moisture loss from beef clod muscles. **Journal of Animal Science**, v.53, p. 658-662.

TERRELL, R.N. (1983). Reducing the sodium content of processed meats. **Food Technology**, jul., p.66-71.

TOBIAN, L.(1991) Salt and hypertension: lessons from animal models that relate to human hypertension. **Hypertension**, v. 17, p. 52-58.

TOBIAN, L.; HANLON, S.(1990). High sodium chloride diets injure arteries and raise mortality without changing blood pressure. **Hypertension**, v.15, p.900-903.

TORRES, E.; PEARSON, A.M.; GRAY, J.I.; KU, P.K.; SHIMOKOMAKI, M. Lipid oxidation in charqui. **Food Chemistry,** Barking, v.32, p. 257-268, 1989.

TOTOSAUS, A.; ALFARO-RODRIGUES, R.H.; PÉREZ-CHABELA, M.L.(2004) Fat and sodium chloride in sausages using k-carrageenan and other salts. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 55, n.5, p. 371-380.

TSUGANE, S.; SASAZUKI, S.;KOBAYASHI, M.; SASAKI, S. (2004). Salt and salted food intake and subsequent risk of gastric cancer among middle-aged Japanese men and women. **British Journal of Cancer**, v.90, n.1, p. 128-134.

USDA(2005). Food Nutrient Database Ver. Sr.18. Avaiable from <http://www.nal.usda.gov/fnic/food comp/data/SR18/sr18.html>

VADEHRA, D.V.; NEWBOLD, MW.; SCHNELL, P.G.; BAKER, R.C. (1973). Effects of salts on the water holding capacity of poultry meat. **Poultry Science**, v.52, n.6, p. 2359-2361.

VANDENDRIESSCHE, F.(2008). Meat products in the past, today and in the future. **Meat Science**, v. 78, p. 104-113.

WHITING, R.C.; RICHARDS, J.F.(1978). Influence of divalents cations on poultry meat emulsions and sausages. **Journal Food Science**, v. 43, p. 312-314.

WHITING, R.C.(1984). Stability and gel strength of frankfurter batters made with reduced NaCl**. Journal of Food Science**, v. 49, p. 1350-1354.

WHITING, R.C.; BENEDICT, R.C.; KUNSCH, C.A.;WOYCHIK, J.H. (1984). Effect of sodium chloride levels in frankfurters on the growth of Clostridium sporogenes and Staphylococcus aureus. **Journal of Food Science**, v.49, n.2, p. 351-355.

WHITING, R.C.(1987). Influence of various salts and water soluble compounds on the water and fat exudation and gel strength of meat batters. Journal of Food Science, v.52, n.5, p. 1130-1132.

WHO. (1990). Technical report series 916, Geneva

WHO.(2006) Reducing salt in populations. Report of a Who Forum and Technical Meeting 5-7 October, Paris, France. Disponível em: http://www.who.int/dietphysicalactivity/reducingsalt/en/. Acesso em 03/11/2009

WONG, B.C.; LAM, S.K.; WONG W.M.; CHEN, J.S.; ZHENG, T.T.; FENG, R.E.; LAI, K.C.; HU, W.H.; YUEN, S.T.; LEUNG, S.Y.;FONG, D.Y.; HO,J.; CHING, C.K. (2004). Helicobacter pylori eradication to prevent gastric cancer in a high risk region of China: a randomized controlled trial. **JAMA**, v. 291, n.6, p. 187-194.

XIE, J.X.; SASAKI, S.; JOOSSENS, J.V. ; KESTELOOT (1992). The relationship between urinary cations obtained from the Intersalt study and cerebrovascular mortality**. J. Hum. Hypertens**, v.6, n.1, p.17-21.

YILMAZ, I.(2004).Effects of rye bran addition on fatty acid composition and quality characteristics of low-fat meatballs. **Meat Science**, v.67, p. 245-249.

ZHANG,G.; HOLLEY,R.A. (1999). Development and PFGE monitoring of dominance among spoilage lactic acid bacteria from cured meats. **Food Microbiology**, 16:633-644.

ZIPSER, M.W.; WATTS, B.M. A modified 2-thiobarbituric acid (TBA) method for the determination of malonaldehyde in cured meats. **Food Technology**, Chicago, v.16, n.7, p.102-104, 1962.

Anexo I

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa: REDUÇÃO DE SÓDIO EM PRODUTO EMULSIONADO TIPO MORTADELA: IMPACTOS SOBRE A QUALIDADE GLOBAL, referente à tese de mestrado de Claudia Nakamura Horita.

O motivo que resultou na realização deste trabalho é a importância da realização de uma dieta com baixo teor de sódio.

O objetivo desse projeto é avaliar sais substitutos do cloreto de sódio por outros sais.

É muito improvável qualquer desconforto ou risco para você que participar da pesquisa, sendo que os sais utilizados são de grau alimentício e ou não possuem qualquer substância que impossibilitem a sua ingestão.

Você será esclarecido (a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar.

Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar nenhuma penalidade.

A sua identidade não será revelada, os dados gerados pela pesquisa serão tratados por análise estatística. A participação no estudo não acarretará custos para você e não será disponível nenhuma compensação financeira adicional.

Eu, _____, declaro que li as informações contidas neste documento, e por livre e espontânea vontade, aceito participar como voluntário(a) na pesquisa descrita acima. Recebi uma cópia deste documento onde consta os dados dos responsáveis pela pesquisa e do Comitê de Ética em Pesquisa da FCM/UNICAMP, pelo qual aprovou-se a mesma, sob parecer nº370/2009 para esclarecimento de dúvidas sempre que julgar necessário: Pesquisadora responsável: Claudia Nakamura Horita (19) 93490851; email: chorita@fea.unicamp.br; Orientadora Dra. Marise Aparecida Rodrigues Pollonio (11)7386 1695; email: marise@fea.unicamp.br e Comitê de Ética (19) 3521-8936; email:cep@fcm.unicamp.br ou pelo endereço R. Tessália Vieira de Camargo, 126, Campinas-SP, CEP 13083-887.

Campinas, _____, de _____ de 2009

_____

Voluntário(a) Ciente e de Acordo