



UNICAMP

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

BIBIANA ALVES DOS SANTOS

**REFORMULAÇÃO DE PRODUTO CÁRNEO FERMENTADO
COZIDO: REDUÇÃO DE GORDURA E SÓDIO**

Campinas, 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP

Santos, Bibiana Alves dos
Sa59r Reformulação de produto cárneo fermentado cozido:
redução de gordura e sódio / Bibiana Alves dos Santos. --
Campinas, SP: [s.n], 2011.

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

1. Produtos cárneos. 2. Reduzido teor de gordura. 3.
Redução do sal. 4. Frutooligossacarídeo. 5. Realçadores
de sabor. I. Pollonio, Marise Aparecida Rodrigues . II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia de Alimentos. III. Título.

cars/bibfea

Título em inglês: Reformulation of cooked meat products fermented: reduction
of fat and sodium

Palavras-chave em inglês (Keywords): Meat products, Reduced fat, Salt
reduction,

Fructooligosaccharides, Flavor enhancers

Titulação: Mestre em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora: Marise Aparecida Rodrigues Pollonio

Caroline Joy Steel

Maria Teresa Bertoldo Pacheco

Data da defesa: 18/04/2011

Programa de Pós Graduação em

Tecnologia de Alimentos



BIBIANA ALVES DOS SANTOS

**REFORMULAÇÃO DE PRODUTO CÁRNEO FERMENTADO
COZIDO: REDUÇÃO DE GORDURA E SÓDIO**

Dissertação de mestrado apresentada a Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Dr^a Marise Aparecida Rodrigues Pollonio

Campinas
2011

BANCA EXAMINADORA

Este exemplar corresponde à redação final da dissertação defendida por Bibiana
Alves dos Santos em 18/ 04 / 2011 aprovado pela Comissão
Julgadora em ____/____/____.

Prof^a Dr^a Marise Aparecida Rodrigues Pollonio
(orientadora)

Prof^a Dr^a Caroline Joy Steel
(Membro Titular)

Dr^a Maria Teresa Bertoldo Pacheco
(Membro Titular)

Dr^a Neliane Ferraz de Arruda Silveira
(Membro Suplente)

Dr^a Renata Maria dos Santos Celeghini
(Membro Suplente)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Campinas e à Faculdade de Engenharia de Alimentos, pela oportunidade de realização deste trabalho, e ao CNPq, pelo apoio financeiro.

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Marise Pollonio, por compartilhar seus conhecimentos, por incentivar e acreditar no meu trabalho, pelo exemplo profissional e pessoal.

Ao meu noivo Paulo Cezar Campagnol, pelo companherismo, pela disposição em sempre ajudar e, acima de tudo, por toda compreensão e carinho em todos os momentos.

À minha família, por estar sempre presente, dando apoio, incentivo e carinho.

Aos colegas e amigos (as) do laboratório de carnes, Vanessa, Daniele, Joice, Vanessa Messias, Tacyane, Tatiane, Edsom, Ana Karoline, Daniela, Daiana, Cláudia e Carla pela amizade, estímulo e ajuda durante a realização de meu projeto.

Às minhas amigas Raquel, Mariana e Adrieli pela amizade, troca de experiências e ajuda em todos os momentos em que precisei.

Ao funcionário do Laboratório de Carnes, José Roberto, pela acolhida e apoio nos processamentos e troca de conhecimentos durante a realização do projeto.

À Renata do Laboratório de Instrumentação e a Diana do Laboratório de Microbiologia pela boa recepção e disposição em sempre ajudar e esclarecer as dúvidas durante o andamento do trabalho.

Aos professores e funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos que de alguma forma participaram da realização deste trabalho.

Muito obrigada a todos vocês!

ÍNDICE GERAL

RESUMO GERAL	1
ABSTRACT	3
INTRODUÇÃO GERAL	5
CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: REFORMULAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS - REDUÇÃO DE GORDURA E SÓDIO.....	11
1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
1.1 REDUÇÃO DE GORDURA EM PRODUTOS CÁRNEOS.....	12
1.1.1 Propriedades sensoriais, tecnológicas e segurança alimentar associadas à redução de gordura.....	14
1.1.2 Estratégias para redução de gordura em produtos cárneos	17
1.1.3 Aplicação de fibras alimentares em produtos cárneos.....	19
1.1.4 Frutooligossacarídeo (FOS)	23
1.1.4.1 Definição e obtenção.....	23
1.1.4.2 Recomendação da Ingestão diária de FOS	24
1.1.4.3 Efeitos benéficos do FOS na promoção de saúde	25
1.1.4.4 Propriedades físico-químicas e de estabilidade de FOS nos alimentos.....	28
1.1.4.5 Aplicação de FOS em alimentos	30
1.2 REDUÇÃO DE SÓDIO EM PRODUTOS CÁRNEOS	32
1.2.1 Importância da reformulação de produtos cárneos com alto teor de sódio	32
1.2.2 Propriedades tecnológicas, físico-químicas e estabilidade de cloreto de sódio	34
1.2.3 Principais substitutos de cloreto de sódio em produtos cárneos	36
1.2.3.1 Cloreto de potássio e outros sais.....	37
1.2.3.2 Realçadores e mascaradores de sabor	39
1.2.4 Estudos de reformulação de produtos cárneos com baixo teor de sódio	41
1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
CAPÍTULO 2 - QUALIDADE GLOBAL E AVALIAÇÃO DA VIDA ÚTIL DE PEPPERONI COM SUBSTITUIÇÃO DE GORDURA POR INGREDIENTE PREBIÓTICO - FRUTOOLIGOSSACARÍDEO.	60
RESUMO.....	61
1 INTRODUÇÃO	62
2 MATERIAL E MÉTODOS	64
2.1 FORMULAÇÃO.....	64
2.2 MATÉRIA- PRIMA E INGREDIENTES.....	64
2.3 PROCESSAMENTO	65

2.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	66
2.4.1 Determinação do pH.....	66
2.4.2 Determinação da atividade de água (Aw)	66
2.4.3 Perda de peso	67
2.4.4 Composição centesimal	67
2.4.5 Avaliação da oxidação lipídica	67
2.4.6 Quantificação enzimática de frutooligossacarídeo.....	68
2.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	68
2.6 AVALIAÇÃO DE COR.....	69
2.7 PERFIL DE TEXTURA.....	69
2.8 ANÁLISE SENSORIAL	69
2.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA	70
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
3.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	70
3.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	78
3.3 AVALIAÇÃO DE COR.....	81
3.4 PERFIL DE TEXTURA.....	83
3.5 ANÁLISE SENSORIAL	85
4 CONCLUSÃO	89
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE PRODUTO CÁRNEO FERMENTADO COZIDO COM REDUÇÃO DE NaCl ADICIONADO DE REALÇADORES DE SABOR E AMINOÁCIDOS.....	96
RESUMO	97
1 INTRODUÇÃO	98
2 MATERIAL E MÉTODOS	99
2.1 DESENHO EXPERIMENTAL	99
2.2 SELEÇÃO DE REALÇADORES DE SABOR E AMINOÁCIDOS.....	100
2.3 FORMULAÇÃO.....	100
2.4 PROCESSAMENTO	101
2.5 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	102
2.6 AVALIAÇÃO DE COR.....	103
2.7 PERFIL DE TEXTURA.....	103
2.8 TESTE DE ACEITAÇÃO	104
2.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA	105
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	105
3.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	105

3.2 AVALIAÇÃO DE COR.....	110
3.3 ANÁLISE PERFIL DE TEXTURA.....	112
3.4 TESTE DE ACEITAÇÃO	114
4 CONCLUSÃO	118
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
CONCLUSÃO GERAL.....	122

RESUMO GERAL

A busca por alimentos com melhores propriedades nutricionais tem levado o segmento de processamento de produtos cárneos a rever suas formulações em relação a alguns componentes que podem aumentar o risco de doenças crônicas, tais como teores de gordura, sal, aditivos, entre outros. No entanto, a reformulação destes produtos deve manter as características de segurança, estabilidade, sabor e demais atributos característicos do produto. As carnes constituem-se em importante fonte de nutrientes importantes, como ácidos graxos, minerais, proteínas e peptídeos bioativos na dieta. Porém, produtos cárneos apresentam grande percentual de gordura saturada e colesterol além do elevado teor de sódio. Neste contexto, o objetivo do estudo foi substituir em 50% o percentual de gordura em produto fermentado cozido (pepperoni) por diferentes níveis de fibra prebiótica (3, 6 e 9% de frutooligossacarídeo – FOS) e avaliar a qualidade global durante 60 dias de armazenamento refrigerado. E substituir em 50 e 75% o teor de NaCl por KCl em pepperoni ao utilizar realçadores de sabor (0,06% glutamato monossódico, 0,06% 5'ribonucleotídeos- inosinato dissódico e guanilato dissódico) e aminoácidos (1% lisina e 0,075% taurina) com avaliação físico-química, cor, perfil de textura e sensorial. Pepperonis com teor reduzido de gordura adicionado de diferentes níveis de FOS mantiveram as características físico-químicas, microbiológicas, cor, perfil de textura e sensoriais comparadas à formulação controle (sem redução de gordura). Além disso, o frutooligossacarídeo adicionado não foi degradado durante todo o período de vida útil dos produtos. Os pepperonis com redução de cloreto de sódio em 50% foram similares ao produto controle (sem redução de NaCl) em relação a todos os parâmetros avaliados e a redução de sódio foi de 42,80%. No entanto, a redução de 75% NaCl proporcionou alterações na cor e perfil de textura. A aceitação sensorial também foi prejudicada na maioria das formulações estudadas porém a combinação de glutamato monossódico com inosinato dissódico/guanilato dissódico, lisina e taurina resultou em formulações com notas semelhantes à formulação controle. Neste experimento, a redução de sódio foi de 68,10%. Deste modo, o estudo demonstra que a redução de gordura e cloreto e sódio

em produto cárneo fermentado cozido é possível e traz benefícios à qualidade nutricional destes produtos.

Palavras-chave: reformulação de produtos cárneos fermentados, redução de gordura, redução de cloreto de sódio.

ABSTRACT

The demand for food with improved nutritional properties has led the meat products industry to re-evaluate their formulations. However, the reformulation of these products must preserve the food safety, stability, taste and other functional properties. The meat will constitute an important source of nutrients such as fatty acids, minerals, proteins and bioactive peptides in the diet. On the other hand, meat products have a high content of saturated fat and cholesterol, besides the high sodium content and very low levels of fibers. In this context, the aim of this study was: replace 50% of the total fat in cooked fermented product (pepperoni) by different levels of prebiotic fibre (3, 6 and 9% of fructooligosaccharides - FOS) and to evaluate the overall quality during 60 days of in refrigerated storage. And to replace 50 and 75% of NaCl content by using KCl in the pepperoni using flavor enhancers (06% monosodium glutamate, 06% 5'ribonucleotides-inosinate disodium and guanylate disodium) and amino acids (1% lysine and 075% taurine) with physico-chemical evaluation, color, texture profile and sensory analysis compared to a control formulation (no fat reduction). Pepperoni with reduced fat supplemented with different levels of FOS maintain the physico-chemical and microbiological properties, color, texture profile and sensory characteristics when compared to the control formulation (no fat reduction). Moreover, the fructooligosaccharides were not degraded during the whole store period of the products. Pepperonis with 50% sodium chloride reduction were similar to the control (no reduction of NaCl) for all evaluated parameters, and the sodium reduction was 42.80%. However, the reduction of 75% NaCl resulted in changes in color and texture profile. The sensorial acceptance was also impaired in most of the formulations of this study, although the combination of monosodium glutamate with disodium inosinate / disodium guanylate, lysine and taurine resulted in formulations with a similar score when compare to the control formulation. In this experiment, sodium reduction was 68.10%. Thus, the study demonstrates that reducing fat and sodium chloride in fermented cooked meat products is possible and can bring benefits in the nutritional quality of these products.

Keywords: fermented meat products reformulation, fat-reduced meat product, sodium reduced meat product.

INTRODUÇÃO GERAL

A necessidade de reformulação dos produtos cárneos está relacionada com a mudança dos hábitos alimentares dos consumidores que procuram alimentos mais saudáveis. Muitos produtos cárneos apresentam elevado valor calórico, alta concentração de sódio, gorduras saturadas, entre outros (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2000; SARIÇOBAN *et al.*, 2008).

Para tornar os produtos cárneos mais atrativos ao consumidor, existem várias estratégias possíveis como a seleção de matérias-primas cárneas consideradas mais saudáveis, modificação do perfil dos ácidos graxos, redução do teor de gordura, colesterol, sódio, aditivos tais como nitratos e nitritos e a incorporação de diversos ingredientes funcionais (JIMÉNEZ-COLMENERO; CARBALLO, 2001). Dentre estes compostos funcionais com potencial de aplicação em produtos cárneos estão os prebióticos (WANG, 2009), probióticos (VUYST *et al.*, 2008), fibras alimentares solúveis, óleos essenciais (FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.*, 2008; SENDRA *et al.*, 2008), ácidos graxos ômega 3 (CLOUGH, 2008), etc.

Nesse cenário, um dos maiores desafios da indústria de produtos cárneos tem sido a reformulação destes produtos a fim de reduzir o teor de gordura e sódio, em geral bastante elevados. A gordura dentro de uma dieta saudável é um componente imprescindível para o bom funcionamento do organismo, porém seu consumo em excesso está relacionado com problemas de saúde como doenças cardíacas coronárias, obesidade e certos tipos de câncer (JIMÉNEZ-COLMENERO, 1996).

Em produtos cárneos, a gordura representa um dos principais componentes da formulação, com influência direta sobre a estabilidade e as características sensoriais (DE VRIES, 2007). A redução de gordura em embutidos fermentados modifica a textura e a coloração, aumenta a perda de peso durante a maturação, desenvolve uma superfície com aparência enrugada e os atributos sensoriais como aroma e sabor também podem ser prejudicados (MUGUERZA *et al.*, 2002; LIAROS *et al.*, 2009).

Diversos substitutos de gordura têm sido estudados, tais como as fibras solúveis derivadas de diferentes cereais e hidrocoloides, entre outros. A adição de fibra como um ingrediente alimentar possui duas importantes funções: tecnológica e fisiológica (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2007). As fibras alimentares geralmente proporcionam características tecnológicas importantes no processamento de produtos cárneos, uma vez que melhoram a viscosidade e a estrutura do alimento devido à capacidade de ligação de água (GIESE, 1996). A substituição de gordura por fibras alimentares foi estudada por diversos autores em diferentes produtos cárneos (FERNÁNDEZ-GINÉS *et al.*, 2004; CÁCERES *et al.*, 2004; GARCÍA *et al.*, 2006; NOWAK *et al.*, 2007; PIÑERO *et al.*, 2008; CIERACH *et al.*, 2009; SALAZAR *et al.*, 2009).

A redução de sódio nos produtos cárneos também está relacionada com a prevenção de problemas de saúde, tais como hipertensão e doenças cardiovasculares, causadas pela ingestão de sódio em excesso na dieta (HE; MACGREGOR 2003; DESMOND, 2006; ZHANG *et al.*, 2009). Por estas razões, nas últimas duas décadas, órgãos de saúde pública e autoridades regulatórias tem recomendado a redução da ingestão de cloreto de sódio na dieta (SAMAPUNDO *et al.*, 2009; ZANARDI *et al.*, 2010). Além disso, a indústria de alimentos tem sido alertada sobre a necessidade da redução de cloreto de sódio nos alimentos, afim de atender às novas recomendações e a um novo mercado consumidor (SAMAPUNDO *et al.*, 2009).

No entanto, a redução de cloreto de sódio (NaCl) em um produto cárneo pode resultar em problemas tecnológicos, sensoriais e de segurança microbiológica. O NaCl é um ingrediente essencial em produtos cárneos, pois contribui para a solubilização das proteínas miofibrilares, com o desenvolvimento de propriedades funcionais, tais como: a capacidade de retenção de água, prevenção de crescimento microbiano, diminuição da atividade de água, emulsificação, gelatinização e ligação de gordura, entre outras. É também responsável pela redução de crescimento microbiano através da diminuição da atividade de água, e melhora das propriedades sensoriais, particularmente sabor salgado e flavor (ANDRÉS *et al.*, 2004; GUÀRDIA *et al.*, 2006; TOLDRÁ, 2006). Além disso, em produtos fermentados tais como

salame e presunto cru, a redução de NaCl permite e influencia o desenvolvimento de alguns fenômenos químicos e bioquímicos, como a proteólise, lipólise e oxidação lipídica, que contribuem para o desenvolvimento de textura e sabor típico destes produtos (ANDRÉS *et al.*, 2004; GUÀRDIA *et al.*, 2006; TOLDRÀ, 2006).

Muitas pesquisas tem estudado substitutos de NaCl em produtos cárneos. O principal sal utilizado com esta finalidade é o cloreto de potássio (KCl) devido características tecnológicas similares ao NaCl (JIMÉNEZ-COLMENERO *et al.*, 2005; BIDLAS; LAMBERT, 2008; ALIÑO *et al.*, 2010). No entanto, seu uso é limitado pelo desenvolvimento de sabor amargo e metálico em níveis de substituição superior a 40% (GOU *et al.*, 1996; COMAPOSADA *et al.*, 2000; GELABERT *et al.*, 2003).

Para minimizar os efeitos negativos do uso de KCl como substituto de cloreto de sódio em produtos cárneos, alguns estudos abordam a necessidade da combinação de diferentes sais de cloreto (CaCl_2 e MgCl_2) (ALIÑO *et al.*, 2009; ZANARDI *et al.*, 2010) e, principalmente, a adição de realçadores e/ou mascaradores de sabor (lactato de potássio, 5'ribonucleotídeos, aminoácidos), com a finalidade de melhorar os atributos sensoriais (GUÀRDIA *et al.*, 2008; FULLADOSA *et al.*, 2009; CAMPAGNOL *et al.*, 2011).

Neste contexto, o objetivo do estudo foi reformular produtos cárneos fermentados cozidos com a finalidade de melhorar o perfil nutricional destes produtos, em geral com elevado teor de gordura e sódio. Sendo assim, foram aplicadas em embutido fermentado cozido (pepperoni) a substituição de gordura animal por fibra prebiótica (frutooligossacarídeo) e a redução de 50 e 75% de NaCl por KCl com uma combinação de realçadores de sabor (glutamato monossódico, 5'ribonucleotídeos) e aminoácidos (lisina e taurina).

Referências bibliográficas

ALIÑO, A. M.; GRAU, A. R.; TOLDRÁ, B. F.; BLESÁ, A. E.; PAGÁN, A. M. J.; BARAT, J. M. A Influence of sodium replacement on physicochemical properties of dry-cured loin. **Meat Science**, v.83, p.423–430, 2009.

ANDRÉS, A. I.; CAVA, R.; VENTANAS, J.; MURIEL, E.; RUIZ, J. Lipid oxidative changes throughout the ripening of dry-cured hams with different salt contents and processing conditions. **Food Chemistry**, v.84, p.375–381, 2004.

BIDLAS, E.; LAMBERT, R. J. W. Comparing the antimicrobial effectiveness of NaCl and KCl with a view to salt/sodium replacement. **International Journal of Food Microbiology**, v.124, p.98–102, 2008.

CÁCERES, E.; GARCÍA, M. L.; TORO, J.; SELGAS, M.B. The effect of fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. **Meat Science**, v.68, p.87–96, 2004.

CAMPAGNOL, P. C. B.; SANTOS, B. A.; MORGANO, M. A.; TERRA, N. N.; POLLONIO, M. A. R. Application of lysine, taurine, disodium inosinate and disodium guanylate in fermented cooked sausages with 50% replacement of NaCl by KCl. **Meat science**, v.87, n.3, p.239-243, 2011.

CIERACH, M.; MODZELEWSKA-KAPITUŁA, M.; SZACIŁO, K. The influence of carrageenan on the properties of low-fat frankfurters. **Meat Science**, v.82, p.295-299, 2009.

CLOUGH, P. Marketing omega-3 products as nutraceuticals. **Nutrition and Health**, v.19, n.3, p.233-234, 2008.

COMAPOSADA, J.; ARNAU, J.; GOU, P. Sorption isotherms of salted minced pork and of lean surface of dry-cured hams at the end of the resting period using KCl as substitute for NaCl. **Meat Science**, v.77, p.643–648, 2007.

DE VRIES, J. The obesity epidemic: Medical and ethical considerations. **Science and Engineering Ethics**, v.13, n.1, p.55-67, 2007.

DESMOND, E. Reducing salt: A challenge for the meat industry. **Meat Science**, v.74, n.1, p.188-196, 2006.

FERNÁNDEZ-GINÉS, J. M.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, E.; SENDRA, E.; PÉREZ ÁLVAREZ, J. A. Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages. **Meat Science**, v.67, p.7-13, 2004.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SENDRA, E.; SAYAS-BARBERÁ, E.; NAVARRO, C.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A. Physico-chemical and microbiological profiles of “salchichón” (Spanish dry-fermented sausage) enriched with orange fiber. **Meat Science**, v.80, p.410-417, 2008.

FULLADOSA, E.; SERRA, X.; GOU, P.; ARNAU, J. Effects of potassium lactate and high pressure on transglutaminase restructured dry-cured hams with reduced salt content. **Meat Science**, v.82, p.213–218, 2009.

GARCÍA, M. L.; CÁCERES, E.; SELGAS, M. D. Effect of inulin on the textural and sensory properties of mortadella, a Spanish cooked meat product. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 41, p.1207-1215, 2006.

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

GIESE, J. Fat, oils and fat replacers. *Food Technology*, Chicago, v.50, p. 78-84,

GOU, P.; GUERRERO, L.; GELABERT, J.; ARNAU, J. Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. **Meat Science**, v.42, p.37–48, 1996.

GUÀRDIA, M. D.; GUERRERO, L.; GELABERT, J.; GOU, P.; ARNAU, J. Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content. **Meat Science**, v.73, p.484–490, 2006.

HE, F. J.; MACGREGOR, G. A. How far should salt intake be reduced? **Hypertension**, v.42, p.1093–1099, 2003.

HUGHES, E.; COFRADES, S.; TROY, D. J. Effects of fat level, oat fiber and carrageenan on frankfurters formulated with 5%, 12% and 30% fat. **Meat Science**, v. 45(3), p. 273-281, 1997.

JIMÉNEZ COLMENERO, F.; AYO, M. J.; CARBALLO, J. 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, n.4, p.781–788, 2005.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Healthier lipid formulation approaches in meatbased functional foods. Technological options for replacement of meat fats by non-meat fats. **Trends in Food Science & Technology**, v.18, p. 567-578, 2007.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Relevant factors in strategies for fat reduction in meat Products. **Trends in Food Science & Technology**, v.11, p. 56-66, 2000.

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

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; CARBALLO, S. C. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. **Meat Science**, v. 59, p.5–13, 2001.

NOWAK, B.; VONMUEFFLING, T.; GROTHEER, J.; KLEIN, G.; WATKINSON, B. M. Energy content, sensory properties, and microbiological shelf life of German Bologna-Type Sausages produced with citrate or phosphate and with inulin as fat replacer. **Journal of Food Science**, v.72, n.9, p.629-638, 2007.

PEARSON, A. M.; GILLET, T. A. **Processed meats**. Chapman & Hall, New York, 3^o ed, 1996.

PIÑERO, M. P. A.; K. PARRA, N. A.; HUERTA-LEIDENZ, L. B.; ARENAS DE MORENO, M. B.; FERRER, S. A.; ARAUJO, A.; BARBOZA, Y. Effect of oat's soluble fibre (b-glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. **Meat Science**, v.80, p.675-680, 2008.

RUUSUNEN M.; PUOLANNE, E. Reducing sodium intake from meat products. **Meat Science**, v.70, p. 531–541, 2005.

SALAZAR, P.; GARCÍA, M. L.; SELGAS, M. D. A review Short-chain fructooligosaccharides as potential functional ingredient in dry fermented sausages with different fat levels. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, p.1100-1107, 2009.

SARIÇOBAN, C.; OZALP, B.; YILMAZ, T. M; OZEN, G.; KARAKAYA, M.; AKBULUT, M. Characteristics of meat emulsion systems as influenced by different levels of lemon albedo. **Meat Science**, v.80, p. 599–606, 2008.

SENDRA, E.; FAYOS, P.; LARIO, Y.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, E.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. Incorporation of citrus fibers in fermented milk containing probiotic bacteria. **Food Microbiology**, v.25, n.1, p.13-21, 2008.

TOLDRÁ, F. DRY-CURED HAM. **IN**: HUI, Y. H.; CASTELL-PEREZ, E.; CUNHA, L. M.; GUERRERO-LEGARRETA, I.; LIANG, H. H.; LO, Y. M.; MARSHALL, D. L.; NIP, W. K.; SHAHIDI, F.; SHERKAT, F. R.; WINGER, J.; YAM, K. L. (Eds.), **Handbook of food science, technology**, 2006.

VUYST, L. D.; FALONY, G.; LEROY, F. Probiotics in fermented sausages. **Meat Science**, v.80, n.1, p.75-78, 2008.

WANG, Y. Prebiotics: Present and future in food science and technology. **Food Research International**, v 42, p. 8–12, 2009.

ZANARDI E.; GHIDINI, S.; CONTER. M.; IANIERI, A. Mineral composition of Italian salami and effect of NaCl partial replacement on compositional, physico chemical and sensory parameters. **Meat Science**, v.86, p.742–747, 2010.

ZHANG, F.; KLEBANSKY, B.; FINE, R. M.; XU, H.; PRONIN, A.; LIU, H.; TACHDJIAN, C.; LI, X. Molecular mechanism for the umami taste synergism. **Proceedings of the National Academy of the United States of America**, v.105, n.52, p.20930–20934, 2009.

Capítulo 1

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

REFORMULAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS - REDUÇÃO DE GORDURA E SÓDIO

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Redução de gordura em produtos cárneos

A gordura é um componente fundamental em qualquer dieta balanceada (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2000), desde que em proporções adequadas. Os lipídeos desempenham diversas funções no organismo humano, tais como fonte de energia (9 kcal / g), absorção de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), fonte de ácidos graxos essenciais (linoléico e linolênico). Estes constituintes são necessários para a formação das paredes celulares das mitocôndrias e de outros sítios metabólicos; e participação em diferentes processos bioquímicos (PEARSON; GILLET, 1996; VARNAM; SUTHERLAND, 1995).

Apesar dos benefícios atribuídos à gordura, as carnes e os produtos cárneos são também associados com nutrientes e perfis nutricionais que são muitas vezes considerados negativos. Apresentam níveis elevados de ácidos graxos saturados, colesterol, sódio, teor de gordura acima do recomendável consequentemente elevado conteúdo calórico (WHITNEY; ROLFES, 2002). Sendo assim, inúmeros estudos associam a ingestão de gordura com o aumento da incidência de doenças como obesidade, certos tipos de câncer, hipercolesterolemia, doenças cardíacas e cerebrais, assim como coronárias, trombose, entre outros (JIMÉNEZ-COLMENERO, 1996; HOOPER *et al.*, 2001; SEVERINI *et al.*, 2003; ROTHSTEIN, 2006; ZHANG *et al.*, 2010).

Deste modo, a necessidade de reduzir o consumo de gordura e colesterol tornou-se uma tendência em inúmeros segmentos da indústria de alimentos. Diversas organizações de saúde, como a Organização Mundial da Saúde (OMS), tem feito recomendações, como: reduzir a quantidade de gordura consumida diariamente afim de que esta não exceda 30% do total de calorias consumidas; limitar a ingestão de ácidos graxos saturados, os quais não devem ultrapassar 10% do total de energia consumida; e consumir menos de 300mg de colesterol diariamente (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2000; WHO, 2004).

Em produtos cárneos, o teor lipídico depende da proporção de gordura presente na matéria prima e principalmente da adição de gordura ao produto durante o processamento. Tradicionalmente produtos cárneos apresentam entre 25-30% de gordura, porém em produtos cárneos fermentados como salame, estes níveis são entre 45-50% após o processo de desidratação destes produtos (PEARSON; GILLET, 1996; WIRTH citado por JIMÉNEZ-COLMENERO, 1996). Deste modo, apesar das dificuldades em reduzir a gordura em produtos cárneos, inúmeras abordagens vem sendo estudadas. O desenvolvimento e a utilização de ingredientes alternativos e métodos de processamento que produzam características organolépticas similares aos produtos tradicionais são algumas destas alternativas para a diminuição da ingestão de gorduras pelo consumo de produtos cárneos (GROSSKLAUS, 1996).

Nestes produtos, várias estratégias podem ser utilizadas a fim de melhorar o perfil lipídico. Algumas opções que contribuem para esse objetivo são: a seleção dos cortes de carne (magra), remoção do tecido adiposo, alteração da gordura na dieta dos animais (modificação da composição de ácidos graxos) e redução ou substituição da gordura animal por outros ingredientes de melhor perfil lipídico (DECKER; PARK, 2010).

Além disso, o perfil nutricional dos produtos cárneos pode ser melhorado com a adição de nutrientes potencialmente promotores da saúde. Estes nutrientes proporcionam benefícios à qualidade nutricional e funcional destes alimentos. Exemplos deste tipo de nutriente é a adição de níveis adequados de compostos bioativos, óleos ou gorduras poliinsaturados, fibras prebióticas entre outros (DECKER; PARK, 2010, WEISS *et al.*, 2010).

Entretanto, é necessário que esses compostos adicionados com objetivos de tornar produtos cárneos mais saudáveis auxiliem também em propriedades físico-químicas, tais como, capacidade de retenção de água, manutenção das características de textura, aumento no rendimento do processo e na agregação de valor através de redução dos custos da formulação (JIMÉNEZ-COLMENERO, 1996). A adaptação ou elaboração de novas tecnologias de processamento são uma alternativa para manter a

identidade do produto cárneo com teor reduzido de gordura (KEETON, 1994; JIMÉNEZ-COLMENERO, 1996; AKOH, 1998; MENDOZA *et al.*, 1998; GARCÍA *et al.*, 2002; WEISS 2010).

1.1.1 Propriedades sensoriais, tecnológicas e segurança alimentar associadas à redução de gordura

A redução de gordura representa um grande desafio na indústria de produtos cárneos, uma vez que a gordura desempenha função sensorial e tecnológica no processamento destes produtos (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2000). A gordura interfere diretamente nas propriedades sensoriais, pois estabelece a intensidade de sabor ao proporcionar palatabilidade, viscosidade, consistência, suculência, maciez e textura (PEARSON; GILLET, 1996).

Um dos atributos sensoriais mais afetados pela redução de gordura em produtos cárneos é a textura, na qual os parâmetros de homogeneidade, mastigabilidade, dureza e coesividade, entre outros (DREWNOWSKI, 1997). Diversos estudos observaram modificação do perfil de textura ao utilizarem diferentes tipos de substitutos de gordura em produtos cárneos emulsionados e fermentados (MENDOZA *et al.*, 2001; GARCÍA *et al.*, 2002; CÁCERES *et al.*, 2004; GARCÍA *et al.*, 2006; NOWAK *et al.*, 2007; FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.*, 2008; SALAZAR *et al.*, 2009).

Outra característica sensorial que pode ser alterada pela redução de gordura em produtos cárneos é o sabor. A gordura adicionada desenvolve um sabor característico em cada tipo de produto, na qual depende do tipo de matéria prima animal, métodos de processamento, condições de estocagem e embalagens selecionadas para sua fabricação (MOLONEY, 1999).

Além disso, muitos dos componentes responsáveis pelo sabor da carne e produtos cárneos estão presentes na gordura ou são liberados devido a mudanças químicas, em interações com proteínas (aminoácidos) ou outros componentes durante tratamento térmico (KERRY *et al.*, 2002, PEARSON; GILLET, 1996). Desse modo, estudos apontam que a alteração do sabor

depende do tipo e quantidade de gordura presente na formulação (JIMÉNEZ-COLMENERO, 1996) e sendo assim algumas pesquisas divergem em relação a este comportamento. Outros autores atribuem a produtos cárneos com teor reduzido de gordura um aumento da intensidade dos atributos de sabor, tais como salinidade, picante e defumado e associado a este comportamento uma redução da aceitabilidade quando comparados aos produtos tradicionais (HUGHES *et al.*, 1997; CHEVANCE; FARMER, 1998).

Além de alteração na textura e sabor, a reformulação dos produtos cárneos pode interferir no desenvolvimento do aroma. A maioria dos compostos aromáticos que conferem aroma aos alimentos são solúveis nas gorduras e deste modo a substituição ou redução deste ingrediente no processamento poderá trazer perdas destes compostos (CHEVANCE *et al.*, 2000).

O aroma também pode ser alterado em produtos cárneos com menor teor de gordura devido a modificação no processo de formação e tipos de interações que ocorrem entre os compostos aromáticos e alterar o comportamento de outros ingredientes presentes no produto (DE ROSS, 1997; PARK *et al.*, 1990). Este tipo de alteração é mais evidente em produtos cárneos que utilizam a substituição de gordura animal por outros óleos vegetais a fim de melhorar o perfil lipídico do produto (TAN *et al.*, 2006; PELSER *et al.*, 2007; VIUDA-MARTOS *et al.*, 2008).

A funcionalidade da gordura em um produto cárneo não é limitada a problemas sensoriais. A mesma desempenha funções tecnológicas importantes no processamento de diferentes produtos, como a capacidade de ligação com a água. Logo, à medida que ela é reduzida, os produtos cárneos tornam-se duros, secos, elásticos e tendem a apresentar coloração mais escura (PEARSON; GILLET, 1996; HUGHES *et al.*, 1997; CIERACH *et al.*, 2009).

Também é observada uma diminuição de rendimento no processamento e maiores perdas por exsudação (PEARSON; GILLET, 1996; KEETON, 1994). Este fato pode alterar de modo significativo a aparência, estabilidade

microbiológica e consequentemente redução da vida útil do produto (PEARSON; GILLET, 1996, KEETON, 1994).

No entanto, esses defeitos podem ser minimizados através de um processamento adequado e controle correto de umidade e temperatura da câmara de maturação (WIRTH, 1988 citado por JIMÉNEZ-COLMENRO, 1996). O uso de diferentes tipos de embalagens também foram estudados recentemente por LIAROS *et al.* (2009) a fim de melhorar a aparência externa de salames com teor reduzido de gordura. Os autores observaram que o uso de embalagem à vácuo proporciona melhoria nas características de dureza, aparência externa e redução da oxidação lipídica dos salames, um dos principais limitantes da vida útil destes produtos (LIAROS *et al.*, 2009). Resultados semelhantes foram encontrados por KOUTSOPOULOS *et al.* (2007) ao estudarem o uso de embalagem à vácuo em salames com redução de gordura adicionados de óleo de oliva e carragena como substituto de gordura.

A adequação do processamento para produtos cárneos emulsionados com teor reduzido de gordura também é necessária, pois a quantidade de gordura parcialmente substituída por água em produtos cárneos emulsionados indica que será necessário maior tempo de cocção para estes produtos alcançarem à mesma temperatura interna que produtos convencionais (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2000). Entretanto, o aumento no tempo ou na temperatura de cocção necessário para garantir segurança microbiológica, possivelmente afetará a palatabilidade do produto (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2000). Consequentemente, a substituição de gordura por maiores quantidades de água pode influenciar significativamente a aceitabilidade de um produto cárneo (GIESE, 1996).

A gordura em produtos cárneos cozidos desempenha função tecnológica no processo de formação de emulsão, melhora o rendimento do processo, auxilia na capacidade de retenção de água e interfere diretamente na textura, coloração e aceitação sensorial dos produtos (KEETON, 1994, JIMÉNEZ-COLMENERO, 2000). No entanto, a substituição de gordura em embutido cárneo fermentado representa um desafio maior quando comparado a outros

produtos cárneos, tais como, emulsionados e reestruturados (WIRTH, 1988 citado por JIMÉNEZ-COLMENERO, 1996). A gordura presente em produtos fermentados, além de contribuir para o desenvolvimento de atributos sensoriais, desempenha uma função tecnológica no processamento de salames. Durante os processos de fermentação e maturação auxilia na liberação gradual de umidade responsável pelo desenvolvimento de características sensoriais típicas de produto cárneo fermentado (WIRTH citado por JIMÉNEZ-COLMENERO, 1996; KEETON, 1994).

Apesar de todos os desafios que a redução de gordura representa em produtos cárneos, várias pesquisas têm sido desenvolvidas com a finalidade de melhorar os atributos sensoriais e problemas tecnológicos (JIMÉNEZ-COLMENERO, 1996; KEETON, 1994, MENDOZA *et al.*, 1998; CIERACH *et al.*, 2009). Neste contexto, o uso de ingredientes funcionais com potencial de aplicação como substitutos de gordura em produtos cárneos vem sendo estudados, tais como, proteínas não cárneas, gomas, hidrocoloides, fibras solúveis e insolúveis, entre outros (COFRADES *et al.*, 2000; MENDONZA, 2001; FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.*, 2004; FERNÁNDEZ-GINÉS *et al.*, 2005; CHOI *et al.*, 2009; CHOI *et al.*, 2010).

1.1.2 Estratégias para redução de gordura em produtos cárneos

Para que um ingrediente seja considerado um substituto de gordura, ele deve contribuir com um mínimo de calorias possível, não alterar drasticamente as características sensoriais e funcionais do produto, apresentar estrutura homogênea, deve estar em concordância com a legislação vigente e apresentar baixo custo (HACHMEISTER; HERALD, 1998; FIGUEIREDO *et al.*, 2002).

A redução de gordura em produtos cárneos pode ser realizada através de uma seleção de cortes magros de carne, adição de maiores percentuais de água e ingredientes não cárneos, tais como, proteínas não cárneas (soja, leite, albumina, etc), carboidratos (gomas, hidrocoloides, féculas entre outros) e

outros ingredientes. Estes contribuírem com as propriedades tecnológicas e agregam propriedades funcionais aos produtos cárneos (JIMÉNEZ-COLMENERO, 1996). Dentre estes ingredientes estão os prebióticos (WANG, 2009), probióticos (VUYST *et al.*, 2008), fibras alimentares, óleos essenciais (FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.*, 2008; SENDRA *et al.*, 2008), ácidos graxos ômega 3 (CLOUGH, 2008), entre outros.

A adição de fibra em produtos cárneos é uma das estratégias para desenvolver produtos com apelo mais saudável. As fibras como ingrediente alimentar possui propriedades fisiológicas e características tecnológicas que auxiliam na reformulação de produtos cárneos com baixo teor de gordura (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2007). Diversos substitutos de gordura a base de fibras tem sido estudados, tais como as fibras solúveis derivadas de diferentes cereais, hidrocoloides e alguns polissacarídeos, entre outros (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2007).

A fibra alimentar é definida como o restante da parte comestível de vegetais e carboidratos análogos que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado de humanos (PROSKY, 1999). A fração fibra alimentar é dividida quanto a seu comportamento físico-químico como fibras solúveis e insolúveis. Dentre os efeitos fisiológicos das fibras solúveis pode-se citar a diminuição dos níveis sanguíneos de colesterol, controle da pressão arterial e regulação da glicose sanguínea. Um aumento do consumo de fibras insolúveis foi relatado como eficaz na redução do risco de doença cardiovascular, gastrointestinal, câncer, resposta glicêmica e também obesidade (SGARBIERI; PACHECO, 1999; RODRÍGUEZ *et al.*, 2006).

As fibras alimentares são úteis não somente pelas suas propriedades nutricionais, mas também pelas suas propriedades tecnológicas (BORDERÍAS *et al.*, 2005). Neste aspecto, a utilização de fibras em produtos cárneos auxilia na capacidade de retenção de água, capacidade de ligação com gordura, viscosidade, geleificação, podem atuar como quelante, capacidade fermentativa, textura e outras propriedades tais como estabilização de produtos congelados, e prevenção de possíveis deformações e encolhimento de produtos reestruturados durante o cozimento (BORDERÍAS *et al.*, 2005).

Neste contexto, a utilização de fibras em produtos cárneos torna-se uma alternativa para reduzir o percentual de gordura ao auxiliar nas características tecnológicas de processamento, e desenvolver propriedades funcionais benéficas a saúde dos consumidores, além de reduzir significativamente o percentual de calorias dos produtos cárneos (CYRINO; BARRETTO, 2006).

1.1.3 Aplicação de fibras alimentares em produtos cárneos

Alguns estudos descrevem a utilização de ingredientes funcionais em produtos cárneos. Dentre estes, as fibras alimentares tem sido utilizadas com a finalidade de reduzir o teor de gordura e valor calórico, melhorar a estrutura física, como textura e fatiabilidade do produto (FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.*, 2004).

A substituição de gordura por fibra alimentar foi estudada pelos pesquisadores FERNÁNDEZ-GINÉS *et al.* (2004), que utilizaram albedo de limão cru e cozido em salsichas. Neste estudo, a incorporação de fibras manteve a estabilidade da emulsão do “*batter*” estável e as características sensoriais das salsichas não apresentaram diferença do controle nas concentrações de 2,5 e 5% para o albedo cru e 2,5, 5 e 7,5% para o cozido.

Em outro trabalho com redução de gordura, CIERACH *et al.* (2009) relataram que a adição de K-carragena em salsichas, melhorou as características sensoriais e de textura. Proporcionou adicionalmente uma redução na perda de peso após o cozimento e durante o armazenamento do produto.

SEABRA *et al.* (2002) utilizaram fécula de mandioca e farinha de aveia na concentração de 2% em formulações de hambúrgueres de carne ovina como substituto de gordura. Os resultados mostraram uma melhora das propriedades tecnológicas de rendimento, percentagem de encolhimento e capacidade de retenção de água. A aceitação sensorial dos hambúrgueres não foi prejudicada pela adição de fibras.

Semelhantemente, PIÑERO *et al.* (2008) ao avaliarem a adição de fibra de aveia como substituto de gordura em hambúrgueres, encontraram resultados satisfatórios quanto as características de rendimento e umidade. Em relação às características sensoriais dos hambúrgueres (13,65% de fibra de aveia e 5,77% de gordura) os atributos de aparência, cor e textura não foram alteradas, porém o sabor foi prejudicado pela adição das fibras nas condições do estudo.

A adição de inulina como substituto de gordura em mortadela foi estudada por NOWAK *et al.* (2007), que obtiveram resultados aceitáveis quanto a diminuição do valor calórico de até 47,5% com adição de 12% de inulina. No entanto, as propriedades sensoriais de textura e cor foram modificadas por esta substituição, resultando em textura firme e cor escura.

De modo similar, GARCÍA *et al.* (2006) relataram que a adição de inulina em salsichas alterou as características do perfil de textura. No entanto, observaram que a forma de adição da inulina e a quantidade de gordura do produto determinaram o nível de modificação deste parâmetro (GARCÍA *et al.*, 2006). A inulina em pó na concentração de 2,5% apresentou um aumento da dureza, enquanto que a inulina adicionada na forma de gel, em níveis de até 7,5% foram aceitáveis. Os resultados da análise sensorial demonstraram que níveis de adição de até 7,5% de inulina na forma de gel obteve uma boa aceitação pelos provadores (GARCÍA *et al.*, 2006).

Com relação à reformulação de produtos cárneos fermentados, uma das estratégias para a redução do teor de gordura é a diminuição do percentual deste ingrediente na formulação e/ou adição de substitutos de gordura tais como as fibras (MUGUERZA *et al.*, 2004). Alguns estudos realizados com inulina, fibras de cereais e frutas, e polissacarídeos demonstraram o elevado potencial de aplicação destes ingredientes como substitutos de gordura em embutidos fermentados (MENDOZA *et al.*, 2001; GARCÍA *et al.*, 2002; SALAZAR *et al.*, 2009).

OLIVARES *et al.* (2010), estudaram a redução de gordura em salames em níveis de 10, 20 e 30% sem adicionar nenhum tipo de substituto. Os

resultados demonstraram que as características físico-químicas mantiveram-se estáveis, porém a coloração e textura dos salames com menor percentual de gordura foi alterada. Os resultados apontaram valores de luminosidade (L), intensidade de coloração vermelha mais escura (a*) e aumento da dureza e mastigabilidade (OLIVARES *et al.*, 2010). A avaliação sensorial (cor, aroma, sabor e textura) demonstrou que os salames com redução de gordura em até 50% obtiveram uma boa aceitação dos provadores quando comparados ao produto convencional (OLIVARES *et al.*, 2010).

Outros autores reformularam produtos cárneos fermentados ao adicionar fibras sem, no entanto reduzir o percentual de gordura. HUBER *et al.* (2003), adicionaram 1, 2 e 3% de fibra de cenoura em salame e observaram que valores de pH e os atributos sensoriais de sabor e coloração não apresentaram diferença significativa em relação ao salame tradicional.

De modo semelhante, EIM *et al.* (2008) também verificaram que a adição de 3 e 6% de fibra de cenoura não afetou negativamente as propriedades sensoriais de salames (sobrassada). Os autotores observaram um processo de fermentação, estabilidade lipídica e perfil de textura similares ao produto convencional. Entretanto, a adição de elevados percentuais de fibra de cenoura (9 e 12%) causaram prejuízo na aceitação sensorial dos salames (sobrassada) (EIM *et al.*, 2008).

O enriquecimento de produto fermentado com fibras alimentares também foi relatado por FERNÁNDEZ- LÓPEZ *et al.* (2008) ao utilizarem 1 e 2% de fibra de laranja em salame tipo espanhol. A avaliação dos parâmetros físico-químicos de pH e atividade de água durante o processo de fermentação e maturação dos salames não foi afetada (FERNÁNDEZ- LÓPEZ *et al.*, 2008). Foi constatado uma redução do percentual de nitrito residual nos salames com adição de fibras na qual é importante, pois favorece o crescimento do gênero de microrganismos *Micrococcus* que possuem efeito protetor sobre o desenvolvimento de oxidação lipídica e estabilidade da cor (FERNÁNDEZ- LÓPEZ *et al.*, 2008).

Entretanto, a correlação entre o aumento de riscos para saúde devido o consumo de produtos com elevado teor de gordura e a necessidade de torná-los mais saudáveis, tem evidenciado a necessidade em associar a redução parcial de gordura com adição de ingredientes funcionais, tais como, as fibras em produtos cárneos fermentados (MENDOZA *et al.*, 2001; GARCÍA *et al.*, 2002; FERNÁNDEZ- LÓPEZ *et al.*, 2008).

Deste modo, MENDOZA *et al.* (2001) suplementaram salames com 7,5 e 12,5% de inulina e reduziram em 25 e 50% o percentual de gordura nas formulações. O percentual de calorias do salame foi reduzida em 30%, os parâmetros físico-químicos (pH e Aw) e o perfil de textura não foram modificados. Porém, a coloração dos salames foi alterada a medida que a concentração de inulina foi aumentada nas formulações com redução de gordura e deste modo diferiu significativamente quando comparadas ao produto tradicional (MENDOZA *et al.*, 2001).

Em outro estudo, KOUTSOPOULOS *et al.* (2007) verificaram em salames com 8% de gordura animal, 2% de óleo de oliva e 1, 2 e 3% de carragena um efeito positivo nas características físico-químicas e microbiológicas com níveis de até 2% de carragena. O aumento do percentual de carragena acima de 2% afetou negativamente alguns parâmetros de textura dos salames em comparação com salame com alto teor de gordura (30%) (KOUTSOPOULOS *et al.*, 2007).

A substituição de gordura por fibras alimentares em embutidos fermentados também foi estudada por GARCÍA *et al.* (2002). Estes pesquisadores adicionaram níveis de 1,5 e 3% de fibras de cereais (trigo e aveia) e frutas (maça, pêssego e laranja) em salames com adição de 6 e 10% de gordura. A análise sensorial evidenciou uma maior aceitação dos salames com adição de 10% de gordura e 1,5% de fibra de frutas, e com maior similaridade ao produto tradicional (25%) a formulação com fibra de laranja (GARCÍA *et al.*, 2002). No entanto, os salames com adição de 3% de fibras apresentaram uma depreciação das características sensoriais e de textura (dureza e coesividade) quando comparados ao produto convencional (GARCÍA *et al.*, 2002).

A utilização de frutooligossacarídeo como ingrediente prebiótico em produtos cárneos com teor reduzido de gordura começa a ser estudada e tem demonstrado grande potencial de aplicação nestes produtos (CÁCERES *et al.*, 2004; SALAZAR *et al.*, 2009).

1.1.4 Frutooligossacarídeo (FOS)

1.1.4.1 Definição e obtenção

Os oligossacarídeos são encontrados naturalmente em muitas frutas e vegetais tais como banana, alho, cebola, leite, mel, alcachofra, etc. (GARCÍA, 2000). Estes compostos são classificados como carboidratos não digeríveis (NDOs) constituídos por cadeias curtas de polissacarídeos formados por 3 e 10 açúcares simples ligados entre si (SWENNEN, 2006).

Os frutooligossacarídeos (FOS) são oligossacarídeos chamados de açúcares não convencionais, componentes de origem vegetal e sua biossíntese ocorre amplamente na natureza. Os FOS estão presentes como compostos de reserva energética em inúmeras espécies vegetais, muitos dos quais utilizados na alimentação humana como os aspargos, beterraba, alho, chicória, cebola, trigo, cevada, e centeio (SPIEGEL *et al.*, 1994, GRAJEK *et al.* citado em WANG, 2009).

Essa categoria de ingredientes funcionais pode ser dividida em dois grupos quanto à sua forma de obtenção: originados da quebra da inulina, pela enzima inulase, ou preparados por reação enzimática de transfrutossilação em resíduos de sacarose (ROBERFROID; HARTEMINK citado em PASSOS; PARK, 2003).

A obtenção de FOS através da inulina ocorre por hidrólise enzimática e consiste de unidades lineares de frutossil, com ou sem, uma unidade final de glicose (PASSOS; PARK, 2003). O grau de polimerização desses FOS varia entre 1 e 7 unidades de frutossil. Este processo ocorre amplamente na natureza.

O segundo grupo é obtido através de reação química, a partir da transferência de uma unidade de frutose entre duas moléculas de sacarose, portanto, alguns FOS apresentam uma molécula de glicose na extremidade da cadeia (GIBSON; ROBERFROID, 1995). Eles são formados por oligômeros de frutose que são compostos de 1-kestose, nistose e frutofuranosil nistose em que as unidades de frutossil são ligadas na posição $\beta(2-1)$ da sacarose, diferenciando-se de outros polímeros (PASSOS; PARK, 2003). O grau de polimerização (GP), deste tipo e FOS variam de 1 a 5 unidades de frutossil (TUOHY *et al.*, 2005).

O grau de polimerização (GP) definido pelo número de unidades de monossacarídeos é usado para definir e classificar as moléculas de FOS e inulina, sendo que os FOS apresentam GP < 10 e a inulina GP de 2 a 60 (SPIEGEL *et al.*, 1994; YUN, 1996). O tamanho das cadeias destes dois compostos é responsável pelas diferentes propriedades existentes entre eles (GIBSON *et al.*, 2007). A inulina, de cadeia longa, forma micro cristais quando misturada com água ou leite. Já, os FOS, apresentam cadeias curtas, são higroscópicos, solúveis e apresentam uma boa capacidade de retenção de água (MULTON, 2007). Os FOS considerados prebióticos são os que possuem grau de polimerização entre 2 e 3 formados por unidades de frutose ligadas a uma sacarose por ligação $\beta(2,1)$ (HIDAKA *et al.*, 1986).

1.1.4.2 Recomendação da Ingestão diária de FOS

Pela legislação, os FOS são considerados ingredientes e não aditivos alimentares, na maioria dos países. São fibras dietéticas, confirmado pelas autoridades legais em vários países, e nos Estados Unidos possuem o status GRAS (Generally recognized as safe) (ANÔNIMO C, 2001).

A ingestão média diária per capita de FOS é de 2 a 4g para o americano (GIBSON *et al.*, 2007). No entanto, no Brasil ainda não existem dados relevantes em relação à quantidade diária ingerida.

Estudos mostram que, para um indivíduo saudável, a quantidade diária de FOS recomendada é de 10g/dia (SILVA, 2007). Porém, segundo alguns estudos a ingestão de 5g/dia é suficiente para desenvolver a atividade prebiótica desejável deste tipo de fibra alimentar (SHIN *et al.*, 2000; RAO, 2000; SANGEETHA *et al.*, 2005).

No entanto, o consumo de FOS acima dos valores recomendados (10g/dia) pode estar associado à flatulência, e isto se torna mais evidente em indivíduos que possuem intolerância à lactose. A gravidade desse tipo de sintoma está associada à dose de FOS consumida (HAULY, 2005).

1.1.4.3 Efeitos benéficos do FOS na promoção de saúde

O grande interesse em utilizar o frutooligossacarídeo no processamento de alimentos está relacionado, com suas boas características de estabilidade e reduzida caloria, na promoção de benefícios à saúde dos consumidores (SHIN *et al.*, 2000; RAO, 2000; SANGEETHA *et al.*, 2005). A atividade funcional dos prebióticos, como os frutooligossacarídeos tem sido descrita amplamente na literatura (GIBSON *et al.*, 1995; OLANO MARTIN *et al.*, 2002; SANZ *et al.*, 2005; HUEBNER *et al.*, 2007).

Os frutooligossacarídeos tem destaque por variadas ações promotoras da saúde gastrointestinal: inibição do desenvolvimento de lesões pré-cancerígenas intestinais, promoção e crescimento de bifidobactérias (BURIGO *et al.*, 2007), diminuição do pH do intestino grosso, destruindo bactérias putrefativas (GIBSON; ROBERFROID, 1995; BOSSCHER *et al.*, 2006), efeito benéfico nos casos de inflamação intestinal, aumenta a absorção de alguns minerais, como o cálcio. E proporcionam benefícios para a função imunológica (HOSONO *et al.*, 2003; SUZUKI; HARA, 2004; NAKAMURA *et al.*, 2005).

O efeito prebiótico da inulina e dos frutooligossacarídeos foi largamente estudado, tendo a confirmação de que o tamanho da cadeia é um fator muito importante na promoção da microbiota intestinal benéfica à saúde (VAN DER MEULEN *et al.*, 2006). As estruturas do FOS também provaram ser um fator

importante em determinar o efeito prebiótico. O FOS ramificado é considerado mais bifidogênico do que FOS com menor ramificação, exercendo o efeito prebiótico superior (VAN DER MEULEN *et al.*, 2006).

Os frutooligossacarídeos possuem ação prebiótica, desde que promovem o crescimento de probióticos, como *Acidophilus*, *Bifidus* e *Faecium*, com resultados positivos sobre a estabilização e aumento dessas bactérias benéficas no trato gastrointestinal do hospedeiro (YAMASHITA *et al.*, 1984; WANG; GIBSON 1993; SPIEGEL *et al.*, 1994; GIBSON *et al.*, 1995). *In vitro* um estudo com Raftilose P95 (FOS, n = 2-9) mostrou um aumento da contagem de *Bifidobacterium* quando compararam com as contagens iniciais (RYCROFT *et al.*, 2001).

Em humanos, SANDRA *et al.* (2006), constataram que a suplementação de 20 g/dia de FOS, demonstraram efetiva ação prebiótica através do aumento significativo da população de bactérias lácticas e bifidobactérias. Além de estimular o crescimento do gênero *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* e alguns *Streptococcus*, os frutooligossacarídeos (FOS) contribuem também para inibição de bactérias indesejáveis como *Clostridium*, *Salmonella*, *Shigella*, *Listeria*, *Campilobacter*, *Escherichia Coli*, *Staphylococcus mutans* (GIBSON; ROBERFROID, 1995; BOSSCHER *et al.*, 2006).

Este mecanismo acontece devido à ação destes oligossacarídeos sobre a produção de ácidos graxos de cadeia curta. Ocorre um aumento destes ácidos que além do seu papel como fornecedor de energia, possui diferentes funções (BORNET *et al.*, 2002; BOSSCHER *et al.*, 2006). Os ácidos graxos de cadeia curta como os butiratos têm efeito importante na proliferação e diferenciação das células da mucosa intestinal. Por sua vez, os ácidos acético e láctico são responsáveis pela inibição do crescimento de bactérias indesejáveis (HIDAKA *et al.*, 1986; HIDAKA *et al.*, 1988). Outros ácidos graxos estimulam o peristaltismo intestinal e aumentam a umidade do bolo fecal (FERNÁNDEZ-BAÑARES, 2006).

BUDDINGTON *et al.* (2002), observaram em ratos alimentados com dieta rica em inulina e frutooligossacarídeo, a redução de infecções recentes

causadas por *Candida*. No mesmo estudo, ratos contaminados de forma sistêmica por *Listeria monocytogenes* e cepas de *Salmonella typhimurium* foram submetidos a uma dieta com inulina e frutooligossacarídeo (em 100 g/kg). Os resultados mostraram uma menor mortalidade dos ratos alimentados com esta dieta em relação aos ratos tratados com celulose como fonte de fibra.

Os oligossacarídeos podem também influenciar na biodisponibilidade de alguns minerais, principalmente na absorção dos íons ferro, cálcio e magnésio (BHATTARAI *et al.*, 2007; SOMSOOK *et al.*, 2005). Este processo de absorção ocorre devido a fermentação dos frutooligossacarídeos pela microflora na qual reduz o pH intestinal como resultado de estimulação da produção de ácido láctico e ácidos graxos de cadeia curta. No lúmen intestinal, um pH mais baixo aumenta a solubilidade dos minerais e assim são absorvidos mais prontamente pelas células da mucosa intestinal (BORNET *et al.*, 2002; BOSSCHER *et al.*, 2006).

Além de estudos demonstrarem o efeito benéfico do FOS sobre o aumento da absorção de alguns minerais, sua ingestão também é associada a uma melhoria na síntese de algumas vitaminas. O aumento da síntese de vitaminas pelo consumo de FOS é percebido devido à ação das bifidobactérias que sintetizam vitaminas, principalmente as do grupo B (B1, B2, B6, B12, ácido nicotínico e ácido fólico) e enzimas proteolíticas que agem, entre outros, sobre a caseína e lisozima (OUWEHAND *et al.*, 2005).

As características prebióticas destes compostos influenciam os mecanismos de regulação de insulina e o perfil lipídico do organismo. O mecanismo pelos quais os frutooligossacarídeos podem afetar o metabolismo da insulina está relacionado à sua capacidade de aumentar a produção de peptídeo -1 semelhante ao glucagon (GLP-1), um hormônio que aumenta à medida que a glicose é absorvida e diminui a produção de glucagon (BORNET *et al.*, 2002).

Alguns estudos comprovam a alteração do metabolismo lipídico pela inclusão de frutooligossacarídeo na dieta. Segundo DELZENNE *et al.* (1993) ocorre um decréscimo dos triacilgliceróis no sangue de ratos alimentados com

dietas contendo 20% de FOS e 10% de inulina. Tal resultado concorda com FIORDALISO *et al.* (1995) que observaram redução de 15% nas taxas do colesterol total e decréscimo de 15% nos fosfolípidios e 25% nos triacilgliceróis em ratos após a ingestão de 10% de FOS. YAMAMOTO *et al.* (1999) detectaram uma queda de 83% e 59% de colesterol sérico em ratos alimentados com 1 e 5% de FOS, respectivamente.

Os frutooligossacarídeos segundo alguns estudos, apresentam também propriedades anticancerígenas. Modelos *in vivo* envolvendo ratos têm demonstrado uma significativa influência favorável dos FOS na inibição da carcinogênese do cólon. REDDY *et al.* (1997), induziram lesões pré-cancerosas em ratos usando azozimetano e, em seguida, alimentaram os ratos com dietas contendo 10% de FOS. Como resultado, houve uma redução significativa das lesões.

1.1.4.4 Propriedades físico-químicas e de estabilidade de FOS nos alimentos

Os frutooligossacarídeos, como fibras alimentares solúveis, podem ser adicionados a qualquer tipo de alimento sem acrescentar sabores ou alterar a viscosidade do produto final. Estas propriedades permitem a utilização de alto teor de fibras em formulações de diferentes alimentos, uma vez que mantêm as características de aparência e gosto das formulações tradicionais (PROSKY; HOEBREGS, 1999; SCHNEEMAN, 1999).

A solubilidade e viscosidade do ingrediente FOS são maiores que a da sacarose, eles não cristalizam, não precipitam, não deixam sabor residual na boca, não são cariogênicos e podem ser considerados isentos de calorias (1-1,5 Kcal por grama) (BORNET, 2007).

Estes oligossacarídeos apresentam baixa doçura, entre 30-50% da doçura da sacarose e possuem qualidades funcionais similares aos xaropes de sacarose ou glicose. No caso de muitos doces e bebidas, podem ser usados junto com adoçantes artificiais como aspartame ou sucralose, por exemplo,

com a vantagem de mascarar os sabores residuais produzidos por alguns destes adoçantes. Os FOS também aumentam a viscosidade e melhoram a textura dos alimentos (ROBERFROID *et al.*, 2000; NAKAMURA, 2005).

Os FOS apresentam características importantes quando submetidos ao tratamento térmico, possibilitando sua aplicação em diferentes classes de alimentos. Não são degradados durante a maioria dos processos de aquecimento como a pasteurização, mas podem ser hidrolisados em frutose em condições muito ácidas (pH abaixo de 3,0) e em condições de exposição prolongada de determinados binômios tempo / temperatura (BORNET, 1994; YUN, 1996). Segundo L'HOMME *et al.* (2003) os frutooligossacarídeos em soluções tamponadas podem ser degradados com aumento da temperatura e diminuição do pH.

No entanto, estudos recentes demonstram que uma avaliação do frutooligossacarídeo como ingrediente prebiótico em alimentos requer uma análise das condições de processamento do ponto de vista químico e estabilidade funcional (HUEBNER *et al.*, 2008). Este procedimento é importante uma vez que, alguns ingredientes prebióticos apesar de degradados quimicamente durante um processamento, mantém sua atividade funcional igual ou melhorada (BOHM *et al.*, 2006).

Outra propriedade importante do FOS se refere à elevada higroscopicidade e capacidade de retenção de água na qual é superior à da sacarose e similar a do sorbitol. Além disso, o FOS apresenta baixa atividade de água (DREVON; BORNET, 1992; MUSSATTO *et al.*, 2007); e não participam das reações de Maillard pois são carboidratos não redutores (DREVON; BORNET, 1992). Porém, quando degradados as moléculas de sacarose, glicose e frutose ficam expostas e deste modo irão participar da reação de Maillard devido à presença dos açúcares redutores (glicose e frutose) (HUENNER *et al.*, 2008).

A literatura aborda estas características físico-químicas de estabilidade do FOS no processamento de alimentos de maneira bastante sucinta. Segundo LIM *et al.* (2007), FOS apresenta características de viscosidade de 100 mPa

quando utilizado na concentração de 60%, sendo considerada uma viscosidade compatível com a aplicação deste ingrediente na indústria de alimentos. Neste mesmo estudo, foi verificada a estabilidade térmica e pH do FOS. Este carboidrato de cadeia curta permaneceu estável a 80°C durante um período de 48h, teve um aumento de sua estabilidade em pH entre 6,0 e 7,0 e reduziu a atividade de água quando colocado em maiores concentrações numa solução.

De modo semelhante, COURTIN *et al.* (2009) ao estudarem diferentes oligossacarídeos verificaram que o FOS é hidrolisado, com quebra de suas ligações em pH entre 2,0 e 3,0 mostrando-se um ingrediente sensível em condições de pH muito ácidas. Também foi verificado que em pH próximo a 7,0 a taxa de decomposição de FOS é praticamente nula ao longo do tempo.

HUEBNER *et al.* (2008) avaliaram a estabilidade prebiótica do FOS em diferentes condições de pH e temperatura e ocorrência de reação de Maillard. Os resultados mostraram uma diminuição da atividade prebiótica quando o FOS foi exposto a elevadas temperaturas (85°C/30minutos) e pH ácido (HUEBNER *et al.*, 2008). Quanto à reação de Maillard foi observada uma leve coloração marrom nas amostras estudadas. Este tipo de reação forma subprodutos que podem reduzir a atividade prebiótica do FOS. Isto ocorre pela reação dos açúcares redutores com aminoácidos para produzir compostos de maior peso molecular, que além de reduzir a atividade funcional pode influenciar nas características sensoriais de sabor, aroma e cor dos alimentos (HUEBNER *et al.*, 2008).

1.1.4.5 Aplicação de FOS em alimentos

Os FOS são ingredientes alimentares importantes para a indústria de alimentos, uma vez que possuem características que permitem seu uso em um variado número de produtos. Os principais estudos relacionados com a aplicação de FOS em alimentos incluem: utilização de FOS como adoçante em produtos *light*, redução do valor calórico de até 35% se comparado com o padrão da sacarina, os quais apresentam características sensoriais similares

ao produto tradicional nos atributos de poder adoçante e textura (MURPHY, 2001). Em produtos como sorvetes, a utilização de FOS busca substituir todo o açúcar e reduzir a gordura, com a manutenção das características sensoriais do produto (MURPHY, 2001). O FOS também proporciona uma redução do ponto de congelamento se comparado com o uso de açúcar convencional. Em produtos infantis, como balas, gomas e “marshmallows” o uso de FOS tem a função de reduzir o valor calórico (MURPHY, 2001).

Recentemente, um estudo com suco de frutas fortificado com frutooligossacarídeos comprovou que as características físico-químicas e sensoriais do produto não foram afetadas pela adição de FOS durante um período de armazenamento de quatro e seis meses a temperatura ambiente e de refrigeração, respectivamente (RENUKA *et al.*, 2009). A suplementação de iogurtes de soja com frutooligossacarídeo e inulina teve uma boa aceitação sensorial e, além disso, melhoraram as características de viscosidade, coesividade, adesividade e dureza quando comparado com o iogurte não suplementado (HAULY, 2005).

O FOS, por não alterar as características do produto, pode ser adicionado ao sorvete convencional sem perdas na qualidade do mesmo e com ganho por contribuir ao equilíbrio da microbiota intestinal (SGARBIERI; PACHECO, 1999; URGELL *et al.*, 2005). De acordo com estudo realizado por SALES *et al.* (2008) a incorporação de 5% de FOS em sorvetes manteve as características sensoriais do produto não diferindo significativamente do controle quanto à aceitação global.

A aplicação de FOS em produtos cárneos mostrou-se muito promissora em um estudo realizado com produto embutido emulsionado (CÁCERES *et al.*, 2004). No estudo, a gordura foi substituída por frutooligossacarídeo e a adição de até 12% de FOS obteve resultados satisfatórios. O tratamento contendo FOS não alterou o comportamento do pH e da atividade de água e reduziu a perda de peso das amostras quando comparado ao controle (sem adição de FOS). Além disso, reduziu em aproximadamente 40% a quantidade de gordura, 35% o valor calórico do produto e resultou uma boa aceitação sensorial em níveis de substituição de até 12% de FOS (CÁCERES *et al.*, 2004).

SALAZAR *et al.* (2009) aplicaram níveis de 2, 4 e 6% de FOS em salames com redução de 50 e 80% de gordura e observaram que as características sensoriais e físico-químicas dos produtos não foram prejudicadas por esta substituição. Em relação à textura e coloração dos salames poucas alterações foram verificadas, com diminuição da dureza e valores de luminosidade mais elevados nos tratamentos com adição de FOS (SALAZAR *et al.*, 2009).

ERGÖNÜL *et al.* (2009) estudaram a aplicação de FOS em níveis de 2,5 e 5% em almôndegas e observaram que as características físico-químicas e os atributos de textura das almôndegas não foram prejudicados. Na avaliação sensorial o painel de provadores atribuiu maiores notas para a amostra contendo 2,5% de FOS comparada ao controle sem adição de FOS.

De uma forma geral, a adição de FOS em produtos cárneos é bastante promissora e precisa ser estudada em todos os aspectos tecnológicos, sensoriais e de estabilidade com objetivo de agregar características funcionais a estes produtos, em geral com elevado percentual de gordura.

1.2 Redução de sódio em produtos cárneos

1.2.1 Importância da reformulação de produtos cárneos com alto teor de sódio

A principal fonte de sódio na dieta é proveniente do sal (cloreto de sódio) presente na maioria dos alimentos industrializados (HE; MACGREGOR, 2010). O cloreto de sódio é composto por aproximadamente 40% de sódio e 60% de cloreto (HE; MACGREGOR, 2010). O sódio quando ingerido em quantidades recomendadas é um nutriente essencial para o organismo e a insuficiência deste mineral pode levar a problemas no sistema nervoso e muscular. Porém, o consumo em excesso pode causar sérios problemas de saúde (HE; MACGREGOR, 2010).

Durante as últimas décadas, diversos estudos tem relacionado altos níveis da ingestão de cloreto de sódio (NaCl) com problemas de hipertensão e, consequentemente aumento do risco de doenças cardiovasculares (DESMOND, 2006). Outros estudos relatam que indiretamente a alta ingestão de sódio na dieta, pode estar relacionada com doenças como obesidade (HE; MACGREGOR, 2010), cálculos renais e osteoporose (CAPPUCCIO *et al.*, 2000).

Este fato tem desencadeado uma nova tendência para a redução do consumo de sódio em uma dieta saudável. Um grande desafio para um país é oferecer à sua população alimentos industrializados com menores teores de sódio sem comprometimento da qualidade e segurança. Essa meta tem sido proposta por órgãos de saúde pública em nível mundial através de programas de redução de sódio bem estabelecidos, com parceiros que incluem a indústria de alimentos, governo, mídia entre outros (DESMOND, 2006; ALIÑO *et al.*, 2010a; FSA, 2006; WHO, 2004).

Consumidores ultrapassam os níveis de ingestão de sódio em aproximadamente três vezes o valor diário recomendado pelas autoridades de saúde pública e órgãos regulatórios (DESMOND, 2006; ALIÑO *et al.*, 2010a). Em 2008, a Organização Mundial da Saúde (OMS) reduziu o limite de ingestão de sal para 5g/dia/pessoa (2g/dia/pessoa de sódio) (WHO, 2004), anteriormente de 6g/dia/pessoa (FSA, 2006). Esta iniciativa levou em consideração quatro elementos: dados nacionais disponíveis sobre o consumo e níveis de NaCl encontrados nos alimentos, desenvolvimento de ações para sensibilizar os consumidores à respeito dos malefícios do excesso de sódio na dieta, reformulação dos alimentos industrializados e monitoramento e avaliação destas medidas (ZANARDI *et al.*, 2010).

Os produtos cárneos são alguns destes alimentos que apresentam elevado percentual de sódio e representam cerca de 20-30% do sal ingerido na dieta (WIRTH, 1991). Em geral, embutidos emulsionados, fermentados e reestruturados apresentam 1,4%; 2,5% e 1% de sal respectivamente (FSA, 2006). Sendo assim, a Food Safety Authority propôs uma redução média de

40% dos níveis de cloreto de sódio nestes produtos em resposta a procura por alimentos mais saudáveis (FSA, 2006).

Neste contexto, a redução de cloreto de sódio em produtos cárneos representa um desafio para a indústria de carnes, uma vez que o cloreto de sódio além de proporcionar o sabor salgado característico, desempenha importantes funções tecnológicas e de estabilidade (WIRTH citado em DESMOND, 2006; RUUSUNEN; PUOLANNE, 2005). No entanto, este tipo de reformulação torna-se necessário para que os produtos cárneos façam parte de uma dieta saudável (DESMOND, 2006)

1.2.2 Propriedades tecnológicas, físico-químicas e estabilidade de cloreto de sódio

O cloreto de sódio (NaCl) é um dos principais ingredientes utilizados no processamento de produtos cárneos (DESMOND, 2006). Este ingrediente contribui com a capacidade de retenção de água, auxilia na desidratação de produtos cárneos fermentados, redução da atividade de água, estabilidade microbiológica, aumento da vida útil e desenvolvimento de características sensoriais, tais como, cor e sabor (WIRTH citado em DESMOND, 2006; GOU *et al.*, 1996).

Uma das principais funções do cloreto de sódio em produtos cárneos é a solubilização das proteínas miofibrilares da carne. Esta função tem implicações na qualidade final do produto ao auxiliar no aumento da capacidade de ligação com a água, gordura e entre as proteínas e consequentemente o desenvolvimento de uma textura desejável (CARBALLO, 1995). Além disso, o aumento da capacidade de retenção de água irá reduzir as perdas durante o cozimento dos produtos cárneos emulsionados na qual terão melhor rendimento, maciez e suculência (DESMOND, 2006).

A funcionalidade do cloreto de sódio em produtos cárneos fermentados também está associada à solubilização das proteínas na qual melhora o processo de gelatinização e emulsificação, que terão papel fundamental no

processo de acidificação e posterior secagem (RUIZ, 2007). Nestes produtos, a redução de cloreto de sódio requer uma adaptação do processo de cura como adequação dos parâmetros de umidade relativa e temperatura da câmara de maturação (BALDINI *et al.*, WIRTH citado em DESMOND, 2006).

Outra propriedade importante do cloreto de sódio é o desenvolvimento de sabor salgado que é percebido principalmente devido a interação entre os íons cloreto e sódio (RUUSUNEN; PUOLANNE, 2005, MILLER; BARTHOSHUK, 1991). Alguns estudos comprovam que o percentual de gordura do produto cárneo altera a percepção de salinidade proporcionada pelo cloreto de sódio (MATULIS *et al.*, 1995; RUUSUNEN *et al.*, 2001; RUUSUNEN *et al.*, 2005) e quanto maior o teor de gordura, mais evidente se torna o sabor salgado.

A textura dos produtos cárneos é diretamente afetada pela redução de NaCl nestes produtos. A adição de cloreto de sódio induz a solubilização e difusão das proteínas miofibrilares do músculo, as quais formam um gel entre as partículas de carne e gordura, contribuindo para uma melhor fatiabilidade, suculência e textura do produto (LÜCKE, 1998). Diversos estudos ao substituir diferentes percentuais de NaCl obtiveram uma alteração no perfil de textura dos produtos cárneos emulsionados (RUUSUNEN *et al.*, 1999; SIKES *et al.*, 2009; STEKELENBURG, 2003), fermentados (TERRELL; OLSON, 1981; GELABERT *et al.*, 2003; GOU *et al.*, 1996; RUUSUNEN; PUOLANNE, 2005; GUÀRDIA *et al.*, 2008; ALIÑO *et al.*, 2010a; ALIÑO *et al.*, 2010b) e reestruturados (RUUSUNEN *et al.*, 2001; COFRADES *et al.*, 2011).

De modo semelhante, alguns estudos observaram a alteração da cor dos produtos cárneos com redução de NaCl (GIMENO *et al.*, 1999; GOU *et al.*, 1996; ZANARDI *et al.*, 2010). Estes problemas de coloração podem ocorrer devido a diferenças de pH provenientes da substituição de cloreto de sódio por outros sais (HAMM citado por GOU *et al.*, 1996). No entanto, WIRTH (1999) constatou que uma redução de até 50% de NaCl não interfere significativamente na coloração embutidos fermentados.

Os defeitos na qualidade sensorial de embutidos fermentados com teor reduzido de NaCl pode ser explicado por um aumento no tempo de maturação. Neste período ocorre intensa atividade de reações químicas e bioquímicas, nas quais enzimas lipolíticas e proteolíticas alteram a textura, maciez e desenvolvimento de compostos voláteis (peptídeos e aminoácidos livres). Estes compostos podem conferir sabor e aroma desagradáveis, ao reforçar o gosto metálico e amargo de alguns sais de cloreto (MARTÍN *et al.*; 1998; TOLDRÁ, 1998; TOLDRÁ *et al.*, 2000).

A adição de cloreto de sódio também confere estabilidade microbiológica aos produtos cárneos. O principal mecanismo pelo qual o cloreto de sódio atua como conservante está relacionada à sua capacidade de reduzir a atividade de água (BEUCHAT citado em SAMAPUNDO *et al.*, 2010). Deste modo, favorece as condições de crescimento de microrganismos gram-positivos e inibe gram-negativas (*Salmonella spp.* e *Escherichia coli*) e pode ser tóxico para algumas bactérias por criar um desequilíbrio eletrolítico dentro da célula bacteriana (LÜCKE, 1998).

Portanto, a redução parcial dos níveis de NaCl em substituição por outros sais pode afetar a atividade de água de um produto cárneo e conseqüentemente a redução da estabilidade e segurança microbiológica (SAMAPUNDO *et al.*, 2010). Além disso, poucos estudos relatam a influência dos substitutos de cloreto de sódio sobre o crescimento de microrganismos (STRINGER; PINO, 2005).

Deste modo, a redução ou substituição de cloreto de sódio em produtos cárneos requer muitos estudos a fim de garantir uma qualidade tecnológica, sensorial e microbiológica dos produtos reformulados (GOU *et al.*, 1996; RUUSUNEN *et al.*, 2005; DESMOND, 2006).

1.2.3 Principais substitutos de cloreto de sódio em produtos cárneos

A necessidade em reduzir o teor de sódio em produtos cárneos, devido à correlação positiva entre a ingestão de sódio e o aumento da pressão arterial

tem levado a indústria de produtos cárneos a desenvolver novas tecnologias e ingredientes, a fim de compensar todas as funções que o cloreto de sódio possui em uma formulação cárnea. Neste contexto, inúmeras estratégias vem sendo estudadas por diversos pesquisadores (GOU *et al.*, 1996; GIMENO *et al.*, 2001; COMAPOSADA *et al.*, 2007; ALIÑO *et al.*, 2010a).

Entretanto, este tipo de reformulação pode levar a uma depreciação do sabor salgado, desenvolvimento de residual metálico, amargo e gosto adstringente, cores e texturas modificadas, alteração da atividade enzimática em produtos fermentados, mudanças na estabilidade microbiológica e vida útil dos produtos cárneos (TOLDRÁ, 2006; ALIÑO *et al.*, 2010b).

Deste modo, a literatura aborda algumas estratégias possíveis para a redução de cloreto de sódio nos produtos cárneos. Entre estas pode-se citar: a redução dos níveis de NaCl adicionados; o uso de substitutos de NaCl, tais como outros sais de cloreto (KCl, CaCl_2 e MgCl_2), realçadores e/ou mascaradores de sabor; outros ingredientes como fosfatos; otimização da forma física do NaCl; novas técnicas de processamento ou modificações dos processos já utilizados e possíveis combinações entre as abordagens citadas acima (RUUSUNEN, 2005; DESMOND, 2006).

1.2.3.1 Cloreto de potássio e outros sais

O potássio e o sódio possuem efeitos contrários sobre a saúde, na qual a ingestão de potássio não está correlacionada com o aumento de pressão arterial e doença cardiovascular, porém ambos são importantes para a manutenção do equilíbrio do organismo (GOU *et al.*, 1996; GELEIJNSE *et al.*, 2007). Vários estudos tem indicado que um maior consumo de potássio através da dieta pode exercer um efeito protetor em indivíduos que apresentam pressão arterial elevada (LINAS citado em ALIÑO *et al.*, 2009), redução da excreção urinária de cálcio e proteção a estrutura óssea (LEMANN *et al.*, 1993).

Cloreto de potássio (KCl) é frequentemente utilizado como substituto de NaCl (DESMOND, 2006) e segundo pesquisas é a melhor alternativa para reduzir o percentual de sódio em produtos cárneos (GOU *et al.*, 1996; JIMÉNEZ-COLMENERO *et al.*, 2005; ALIÑO *et al.*, 2010a). KCl é considerado um ingrediente seguro (GRAS) e apresenta eficiência antimicrobiana equivalente à de NaCl (BIDLAS; LAMBERT, 2008).

No entanto, sua aplicação é limitada principalmente por seu sabor amargo (ASKAR *et al.*, 1994; GUÀRDIA *et al.*, 2008). Segundo TERRELL (1983) e PASIN *et al.* (1989), misturas de 50:50 cloreto de sódio e cloreto de potássio em solução causaram o aumento do sabor metálico, perda do sabor salgado e gosto adstringente, o que exige maiores estudos para sua aplicação em produtos cárneos. Além de alterar de modo significativo a qualidade sensorial dos produtos cárneos, COMAPOSADA *et al.* (2007) relatam que a substituição de NaCl por KCl pode influenciar no processo de secagem de embutidos fermentados, ao interferir na redução de atividade de água destes produtos.

Uma alternativa para melhorar as propriedades negativas do uso de cloreto de potássio tem sido a utilização de misturas de sais de cloreto, tais como CaCl_2 e MgCl_2 (ALIÑO *et al.*, 2010a; ZANARDI *et al.*, 2010). O acréscimo destes minerais na dieta traria benefícios a saúde dos consumidores, uma vez a ingestão de cálcio tem efeito negativo sobre a pressão arterial (GELEIJNSE *et al.*, 1994) e o magnésio não é associado a este tipo de problema (MIZUSHIMA *et al.*, 1998; JEE *et al.*, 2002).

Outros ingredientes tais como fosfatos também podem ser utilizados como substitutos de NaCl em produtos cárneos emulsionados e reestruturados. RUUSUNEN *et al.* (2002) e RUUSUNEN *et al.* (2005), investigaram a utilização de fosfatos de potássio como substitutos de cloreto de sódio em produtos cárneos cozidos (presunto e mortadela). Os fosfatos desempenham importantes funções quando adicionados nos embutidos cárneos, como por exemplo, aumento da capacidade de retenção de água, maior rendimento do processo e melhor ligação entre as proteínas miofibrilares da carne ao atuar em sinergismo com cloreto de sódio (DESMOND, 2006). Além de fosfato,

outros ingredientes, tais como fibras, gomas, hidrocoloides e amidos que apresentam características tecnológicas similares aos fosfatos vem sendo abordados em associação com outros substitutos de sal em produtos cárneos com teor reduzido de sódio (COLLINS, 1997; JIMÉNEZ-COLMENERO; CARBALLO, 2005; GARCÍA-GARCÍA; TOTOSAUS, 2008).

1.2.3.2 Realçadores e mascaradores de sabor

Estudos de ingredientes que tem a capacidade de reduzir ou minimizar os defeitos sensoriais causados pelo uso de substitutos de cloreto de sódio em produtos cárneos é uma alternativa importante para a redução de sódio em produtos cárneos, sem depreciar a sua qualidade (CAMPAGNOL *et al.*, 2011 a).

Em produtos cárneos, inúmeros estudos associaram o lactato de potássio a redução de sódio, pois este tem a capacidade de realçar o sabor salgado e aumentar a vida útil dos produtos reformulados. No entanto, seu uso é limitado devido seu sabor (BREWER, 1991; GOU *et al.*, 1996; GUÀRDIA *et al.*, 2006; GUÀRDIA *et al.*, 2008; FULLADOSA *et al.*, 2009). A aplicação de glicina como mascarador de sabor em produtos cárneos foi estudada por alguns autores (GOU *et al.*, 1996; GELABERT *et al.*, 2003), porém apesar de manter a estabilidade microbiológica, possui limitações em relação ao seu sabor.

Alguns ingredientes, tais como glutamato monossódico e os 5' ribonucleotídeos, inosinato dissódico (IMP) e guanilato dissódico (GMP), são utilizados como realçadores de sabor na indústria de alimentos e tem demonstrado potencial de aplicação em produtos cárneos com teor reduzido de sódio (IKEDA, 1990; BELLISLE, 1999; CAMPAGNOL *et al.*, 2011 a). Estes ingredientes, desenvolvem o sabor umami na qual pela ação sinérgica entre o glutamato monossódico e 5' ribonucleotídeos melhoram a qualidade e intensidade de sabor nos alimentos (ZHANG *et al.*, 2008).

Segundo alguns pesquisadores, alimentos adicionados de realçadores de sabor que desenvolvem o sabor umami, liberam compostos de sabor durante processo de maturação, desidratação, cura e fermentação (YAMAGUCHI; KOMATA, 1987; MARCUS, 2005; PERALTA *et al.*, 2005), comportamento importante no desenvolvimento de muitos produtos cárneos.

De acordo com SEARBY (2006), extratos de levedura podem ser utilizados com mascaradores de sabor em produtos cárneos com baixo teor de sal, porém níveis elevados podem conferir sabor indesejável em alguns produtos. Estudo recente, aplicou extrato de levedura em salames com substituição parcial de NaCl por KCl e obtiveram boa aceitação sensorial (CAMPAGNOL *et al.*, 2011 b).

Recentemente, aminoácidos tem demonstrado bom potencial de aplicação como mascarador de sabor em produtos cárneos (CAMPAGNOL *et al.*, 2011 a). Em embutidos fermentados os aminoácidos livres participam diretamente na formação de compostos de sabor e contribuem indiretamente no desenvolvimento de aroma, uma vez que são precursores de muitos compostos voláteis (HERRANZ *et al.*, 2005).

Além disso, segundo TURK (1993) o aminoácido lisina tem sido utilizado como substituto de sal, e este confere sabor salgado, tem propriedades antimicrobianas e antioxidantes. Sendo que utilizado na substituição de até 75% de NaCl pode ser realizada sem causar danos na qualidade sensorial do produto (TURK, 1993). O uso deste aminoácido também aumenta a salinidade dos substitutos de cloreto de sódio e mascara o sabor de outros sais como potássio e magnésio, enquanto auxilia no aumento da excreção de sódio do organismo (TURK, 1993).

HERRANZ *et al.* (2006) estudaram a aplicação de aminoácidos com o objetivo de melhorar o sabor e aroma de salames, porém sem a redução de sódio do produto. Os tratamentos consistiram em uma mistura dos aminoácidos valina, isoleucina e leucina e um “pool” de 15 aminoácidos distintos. Os resultados verificaram que a adição dos aminoácidos na formulação de salames não modificou suas características físico-químicas (pH e Aw) e

aumentou o número de compostos voláteis nos tratamentos com adição dos aminoácidos (HERRANZ *et al.*, 2006). A avaliação sensorial demonstrou que o tratamento com adição de valina, isoleucina e leucina obteve as melhores notas em relação ao sabor e aroma quando comparados ao salame convencional (HERRANZ *et al.*, 2006). Deste modo, a interpretação dos resultados permite estudar os aminoácidos como uma alternativa para o processamento de produtos cárneos com teor reduzido de sódio.

1.2.4 Estudos de reformulação de produtos cárneos com baixo teor de sódio

Inúmeros estudos abordam a preocupação com a redução de sódio em produtos cárneos. Este tipo de reformulação busca reduzir o percentual de sódio e ao mesmo tempo minimizar os efeitos negativos na qualidade e segurança dos produtos cárneos. De um modo geral, pesquisas indicam que a substituição entre 25-40% de cloreto de sódio em produtos cárneos é aceitável em relação à percepção do sabor (PRICE, 1997; DESMOND, 2006).

Em embutidos emulsionados estudos apontam modificações na qualidade final dos produtos com teor reduzido de sódio. Diversos pesquisadores utilizaram fosfato como ingrediente da formulação com a finalidade de melhorar a estabilidade da emulsão e rendimento destes produtos (WHITING citado em RUUSUNEN, 2005; PUOLANNE *et al.*, 2001).

A redução e/ou substituição de NaCl em embutidos emulsionados pode modificar algumas propriedades de emulsificação, como a solubilização das proteínas miofibrilares (XIONG, 2000). Recentemente, estudos em produtos emulsionados tem adicionado outros ingredientes que auxiliam na qualidade do processo de fabricação destes produtos. A adição de cloreto de potássio associada com alguns tipos de hidrocoloides, fibras, entre outros pode auxiliar no processo de formação de emulsão, altamente dependente do tipo de íons presentes na massa cárnea (THERKLESEN, 1993).

Segundo JIMÉNEZ-COLMENERO e CARBALLO (2005) a combinação de caseinato, fibra de trigo, transglutaminase e cloreto de potássio demonstrou ter grande potencial de aplicação em produtos cárneos emulsionados com teor reduzido de NaCl. O estudo verificou que em salsichas tipo Frankfurt a combinação destes ingredientes melhoraram as propriedades de emulsificação e diminuíram a perda de peso, porém os parâmetros de mastigabilidade e elasticidade foram inferiores as salsichas sem redução de NaCl (JIMÉNEZ-COLMENERO; CARBALLO, 2005).

De modo semelhante, GARCÍA-GARCÍA e TOTOSAUS (2008) estudaram em salsichas a interação entre goma locuste, amido de batata, K-carragena e a substituição de NaCl por KCl e CaCl_2 . Os resultados demonstraram que o tratamento com adição de amido de batata e redução de sódio afetou negativamente o processo de gelatinização do amido e deste modo interferiu diretamente na capacidade de retenção de água e textura das salsichas. Porém, a utilização de goma locuste e K-carragena apresentaram uma boa interação com os outros sais de cloreto (KCl e CaCl_2) mas proporcionaram pequenas alterações na cor das salsichas (GARCÍA-GARCÍA; TOTOSAUS, 2008).

Em produtos cárneos fermentados, ARMENTEROS *et al.* (2009) utilizaram 50% KCl como sal substituto de NaCl em lombos suínos curados e concluíram que este tipo de redução mantém as características sensoriais do produto. ALIÑO *et al.* (2009) substituíram em 35, 50 e 70% NaCl por KCl em lombo suíno curado e apenas na formulação com 70% de KCl foi observado mudanças nas propriedades físico-químicas e textura dos produtos. De acordo estão os resultados encontrados por COMAPOSADA *et al.* (2007) em estudo realizado com presunto cru.

A mistura de sais de cloreto na substituição parcial de NaCl em presuntos crus demonstrou ter efeito negativo nas características físico-químicas, ao aumentar o tempo de secagem devido a menor diminuição da atividade de água quando comparados ao produto tradicional (ALIÑO *et al.*, 2010a; GLESA *et al.*, 2008). Este comportamento foi observado somente quando foram utilizados íons divalentes (Ca^{2+} e Mg^{2+}).

ALIÑO *et al.* (2010a) utilizaram 50% NaCl e 50% KCl e a mistura de 55% NaCl, 25% KCl, 15% CaCl₂ e 5% MgCl₂ e verificaram que os tratamentos com adição dos íons divalentes afetou o processo de desidratação e a taxa de penetração de sal nas peças de presunto cru. Similarmente, ALIÑO *et al.* (2010b) observaram o mesmo comportamento no processamento de lombos suínos com adição de sais divalentes. Segundo os autores (ALIÑO *et al.*, 2010a; ALIÑO *et al.*, 2010b) o maior tempo de secagem dos produtos é possivelmente atribuído a maior interação dos íons divalentes com as proteínas miofibrilares o que diminui a taxa de penetração de sal e consequentemente a secagem do produto.

Entretanto, em salames a combinação dos sais KCl, CaCl₂ e MgCl₂ não afetou as propriedades físico-químicas de pH, atividade de água e tempo de secagem (ZANARDI *et al.*, 2010). Porém um decréscimo na qualidade sensorial foi verificado com alterações na intensidade da cor, salinidade e aceitação global dos salames (ZANARDI *et al.*, 2010).

Além dos desafios de processamento e qualidade sensorial, a redução de sódio em produtos cárneos fermentados pode alterar a segurança microbiológica. Em geral, as consequências microbiológicas da substituição de NaCl em grande parte dependem do nível inicial de NaCl, da porcentagem de substituição e natureza dos substitutos utilizados (SAMAPUNDO *et al.*, 2009).

Sendo assim, GIMENO *et al.* (2001) avaliaram a estabilidade microbiológica de salames produzidos com uma mistura de sais (1% NaCl, 0,55% KCl e 0,74% CaCl₂). Em comparação com o controle (2,6%NaCl) não foi observado nenhuma diferença na contagem de bactérias lácticas e micrococcos, o que demonstra que esta mistura de sais manteve a segurança e qualidade microbiológica dos embutidos fermentados. BLESÁ *et al.* (2008) obtiveram resultados similares ao avaliarem em presunto cru a mistura de 50% NaCl e 50% KCl e 55% NaCl, 25% KCl, 15% CaCl₂ e 5% MgCl₂.

Outros pesquisadores adicionaram alguns realçadores de sabor com a finalidade de melhorar os atributos sensoriais dos produtos reduzidos de sódio. GOU *et al.* (1996) estudaram em embutidos fermentados (lombo de porco

curado e salame) os efeitos da substituição molar de até 60% de NaCl por KCl, lactato de potássio e glicina (0-100%). A adição KCl não afetou o pH, textura e avaliação sensorial dos salames em níveis de substituição de até 40%. O uso de lactato de potássio afetou negativamente o perfil de textura quando a concentração foi superior a 10%, o sabor com 30% e a uniformidade da cor em níveis acima de 60%. A concentração de glicina superior a 10% afetou a textura e diminuiu o sabor ácido e salgado dos salames, porém a cor não foi afetada (GOU *et al.*, 1996).

Estes resultados concordam com GUÀRDIA *et al.* (2008) na qual em salames com redução de até 50% NaCl por KCl e lactato de potássio observaram alterações na textura e diminuição da qualidade do sabor salgado e ácido. Porém, salames com adição de lactato de potássio obtiveram pH superior, quando comparados aos demais tratamentos.

De modo semelhante, GELABERT *et al.* (2003) estudaram a substituição de NaCl por KCl e o efeito da mistura de KCl/glicina, e lactato de potássio/glicina em níveis entre 40-70% em salames. O estudo com adição de KCl concordou com os resultados de GOU *et al.* (1996). A interação entre KCl/glicina e K-lactato/glicina não foi eficiente para mascarar o sabor amargo e causou defeitos na textura do salame (GELABERT *et al.*, 2003). GUÀRDIA *et al.* (2006) realizaram um estudo de aceitação sensorial de salames com até 50% de substituição de NaCl por uma mistura de KCl e lactato de potássio. Esta combinação foi bem aceita pelo painel de provadores.

Pesquisas recentes utilizaram 5' ribonucleotídeos, aminoácidos e extrato de leveduras como realçadores e/ou mascaradores de sabor em produto cárneo fermentado com teor reduzido de sódio. CAMPAGNOL *et al.* (2011 a) estudaram em salame cozido a redução de 50% de NaCl por KCl em combinação com diferentes misturas de glutamato monossódico, inosinato dissódico, guanilato dissódico e os aminoácidos lisina e taurina. Os resultados físico-químicos não foram influenciados pela substituição de NaCl e os tratamentos que associaram os realçadores de sabor e o aminoácido lisina reduziram os efeitos sensoriais negativos provocados pelo KCl, com qualidade sensorial similar ao produto convencional (CAMPAGNOL *et al.*, 2011 a).

De modo similar, CAMPAGNOL *et al.* (2011 *b*) utilizaram mascarador de sabor na produção de salame com substituição de 25 e 50% de NaCl por KCl. O uso de extrato de levedura nas concentrações de 1 e 2% não influenciaram a estabilidade físico-química e microbiológica dos salames. No entanto, o sabor do salame com substituição de 50% de NaCl foi prejudicado em comparação com o produto tradicional. Porém, os tratamentos com extrato de levedura aumentaram o número de compostos voláteis e deste modo mascarou o sabor amargo e metálico proveniente do uso de KCl (CAMPAGNOL *et al.*, 2011 *b*).

1.3 Referências bibliográficas

AKOH, C. C. Fat replacers. **Food Technology**, v.3, n.52, p.47–53, 1998.

ALIÑO, A. M.; GRAU, A. R.; TOLDRÁ, B. F.; BLESÁ, A. E.; PAGÁN, A. M. J.; BARAT, J. M. A Influence of sodium replacement on physicochemical properties of dry-cured loin. **Meat Science**, v.83, p.423–430, 2009.

ALIÑO, A. M.; GRAU, A. R.; TOLDRÁ, B. F.; BARAT, J. M. Physicochemical changes in dry-cured hams salted with potassium, calcium and magnesium chloride as a partial replacement for sodium chloride. **Meat Science**, v.86, p.331–336, 2010a.

ALIÑO, M.; GRAU, R.; FUENTES, A.; BARAT, J. M. Characterisation of pile salting with sodium replaced mixtures of salts in dry-cured loin manufacture **Journal of Food Engineering**, v.97, p.434–439, 2010b.

ANÔNIMO A. **Info1 c: Fructooligosaccharides**. In: PASSOS, L. M. L.; PARK, Y. K. Fructooligosaccharides: implications in human health being and use in foods. Fructooligosaccharides: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. *Ciência Rural*. v.33, n.2, p. 385-390, 2003.

ARMENTEROS, M.; ARISTOY, M. C.; BARAT, J. M.; TOLDRÁ, F. Biochemical changes in dry-cured loins salted with partial replacements of NaCl by KCl. **Food Chemistry**, v.117, p. 627–633, 2009.

ASKAR, A.; EL-SAMAHY, S. K.; TAWFIK, M. Pasterma and beef bouillon. The effect of substituting KCl and K-lactate for sodium chloride. **Fleischwirtschaft**, v.73, n.3, p.289–292, 1994.

BELLISLE, F. Glutamate and the umami taste. Sensory, metabolic, nutritional and behavioural considerations. A review of the literature published in the last 10 years. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v.23, p.423–438, 1999.

BHATTARAI, S. R.; REMANT, B. K. C.; ARYAL, S.; KHIL, M. S.; KIM, H. Y. N-Acylated chitosan stabilized iron oxide nanoparticles as a novel nano-matrix and ceramic modification. **Carbohydrate Polymers**, v.69, p. 467–477, 2007.

BIDLAS, E.; LAMBERT, R. J. W. Comparing the antimicrobial effectiveness of NaCl and KCl with a view to salt/sodium replacement. **International Journal of Food Microbiology**, v.124, p.98–102, 2008.

BLESA, E.; ALIÑO, M.; BARAT, J. M.; GRAU, R.; TOLDRÁ, F.; PAGÁN, M. J. Microbiology and physico-chemical changes of dry-cured ham during the post-salting stage as affected by partial replacement of NaCl by other salts. **Meat Science**, v.78, p.135–142, 2008.

BORNET, F.R.J. Non digestible sugars in food products. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 59, p.7635–7695, 1994.

BORNET, F.R.; BROUNSL, J. F.; TASHIRO, Y.; DUVILLIER, V. Nutritional aspects of short-chain fructooligosaccharides: natural occurrence, chemistry, physiology and health implications. **Digestive and Liver Disease**, v.21, p.111–120, 2002.

BORNET, F.R.J. Non digestible sugars in food products. In: SILVA, A.S.S.; HAAS, P.; SARTORI, N.T.; ANTON, A.A.; FRANCISCO, A., Frutooligossacarídeos: Fibras Alimentares Ativas. **B.CEPPA**, Curitiba, v.25, n.2, p. 295-304, 2007.

BOSSCHER, J.; VAN LOO.; FRANCK, A. Inulin and oligofructose as prebiotics in the prevention of intestinal infections and diseases. **Nutrition Research Reviews**, v.19, p.216-226, 2006.

BREWER, M. S.; MCKEITH, F.; MARTIN, S. E.; DALLMIER, A. W.; MEYER, J. Sodium lactate effects on shelf-life, sensory and physical characteristics of fresh pork sausages. **Journal of Food Science**, v.56, n.5, p.1176–1178, 1991.

BUDDINGTON, K. K.; DONAHOO, J. B.; BUDDINGTON, R. K. Dietary oligofructose and inulin protect mice from enteric and systemic pathogens and tumor inducers. **The Journal of Nutrition**, v. 132, n. 3, p. 472-477, 2002.

BURIGO, T.; FAGUNDES, R. L. M.; TRINDADE, E. B.; SANTOS et al., Efeito bifidogênico do frutooligossacarídeo na microbiota intestinal de pacientes com neoplasia hematológica. **Revista de Nutrição**, v.20, n.5, p. 491-497, 2007.

CÁCERES, E.; GARCÍA, M. L.; TORO, J.; SELGAS, M.B. The effect of fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. **Meat Science**, v.68, p.87–96, 2004.

CAMPAGNOL, P. C. B.; SANTOS, B. A.; MORGANO, M. A.; TERRA, N. N.; POLLONIO, M. A. R. Application of lysine, taurine, disodium inosinate and disodium guanylate in fermented cooked sausages with 50% replacement of NaCl by KCl. **Meat science**, v.87, n.3, p.239-243, 2011a.

CAMPAGNOL, P. C. B.; SANTOS, B. A.; WAGNER, R.; TERRA, N. N.; POLLONIO, M. A. R. The effect of yeast extract addition on quality of fermented sausages at low NaCl content. **Meat Science**, v.87, n.3, p. 290-298, 2011b.

CAPPUCCIO, F.P.; KALAITZIDIS, R.; DUNECLIFT, S.; et al. Unravelling the links between calcium excretion, salt intake, hypertension, kidney stones and bone metabolism. **Journal Nephrol**, v.13, p.169-177, 2000.

CARBALLO, J.; MOTA, N.; BARRETO, G.; JIMÉNEZ COLMENERO, F. Binding properties and colour of bologna sausage made with varying fat levels, protein levels and cooking temperatures. **Meat Science**, v.41, n.3, p.301–313, 1995.

CARBALLO, J.; FERNANDEZ, P.; BARRETO, G.; SOLAS, M. T.; JIMENEZ-COLMENERO, F. Morphology and texture of Bologna sausage as related to content of fat, starch and egg white. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, n.3, p. 652-655, 1996.

CHEVANCE, F. F. V.; FARMER, L. J. **Influence of fat on the flavour of an emulsified meat product.** In Food Flavors: Formation, analysis and packaging influences; Contis, E., Ho, C. T., Mussinan, C., Parliment, T., Shahidi, F., Spanier, A., Eds.; Elsevier Science: Amsterdam, pp 255-270, 1998.

CHEVANCE, F. F. V.; FARMER, L. J.; DESMOND, E. M.; NOVELLI, E.; TROY, D. J.; CHIZZOLINI, R. Effect of Some Fat replacers on the release of volatile aroma compounds from low-fat meat products. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.48, p. 3476-3484, 2000.

CHOI, Y. et al. Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. **Meat Science**, v.82, p. 266-271, 2009.

CHOI, Y et al. Optimization of replacing pork back fat with grape seed oil and rice bran fiber for reduced-fat meat emulsion systems. **Meat Science**, v.84, p.212-218, 2010.

CLOUGH, P. Marketing omega-3 products as nutraceuticals. **Nutrition and Health**, v.19, n.3, p.233-234, 2008.

COFRADES, S.; LÓPEZ-LÓPEZ, I.; RUIZ-CAPILLAS, C.; TRIKI, M.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F., Quality characteristics of low-salt restructured poultry with microbial transglutaminase and seaweed. **Meat Science**, v.87, n.4, p. 373-380, 2011.

COFRADES, S., GUERRA, M. A., CARBALLO, J., FERNANDEZ-MARTIN, F., & JIMENEZ-COLMENERO, F. Plasma protein and soy fiber content effect on bologna sausage properties as influenced by fat level. **Journal of Food Science**, v.65, n.2, p.281-287, 2000.

COLLINS, J. E. **Reducing salt (sodium) levels in process meat poultry and fish products.** In A. M. Pearson & T. R. Dutson (Eds.), *Advances in meat*

research. Production and processing of healthy meat,poultry and fish products). London: Blackie Academic & Professional, v.11, pp. 283–297, 1997.

COMAPOSADA, J.; ARNAU, J.; GOU, P. Sorption isotherms of salted minced pork and of lean surface of dry-cured hams at the end of the resting period using KCl as substitute for NaCl. **Meat Science**, v.77, p.643–648, 2007.

COURTIN, C. M.; SWENNEN, K.; VERJANS, P.; DELCOUR, J. A. Heat and pH stability of prebiotic arabinoxylooligosaccharides, xylooligosaccharides and fructooligosaccharides. **Food Chemistry**, v.112, p.831-837,2009.

CYRINO, N. A.; BARRETTO, A. C. S. Oque a Vitacel pode fazer aos seus embutidos. **Revista nacional da carne**, São Paulo, n.352, p.110-111, 2006.

DE ROSS, K. B. How lipids influence food flavor. **Food Technology**, v.51, p. 60-62, 1997.

DECKER, E. A.; PARK, Y. Healthier meat products as functional foods. **Meat science**, v.85, p. 49-55, 2010.

DELZENNE, N.M.; KOK, N.; FIORDALISO, M. F.; DEBOYSER, D.M.; GOETHALS, F.M.; ROBERFROID, M.B. Dietary fructoligosaccharides modify lipid metabolism. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.57, n.5, p.820S, 1993.

DESMOND, E. Reducing salt: A challenge for the meat industry. **Meat Science**, v.74, n.1, p.188-196, 2006.

DREVON, T.; BORNET, F. Lês. FOS: ACTILIGHT. In: MULTON, **Le sucre, les sucres, les edulcorants et les glucides de charges dans les IAA**. Paris: Tec & DOC Lavoisier, p. 313-338,1992.

DREWNOWSKI, A. Why do we like fat? **Journal of the Amercian Dietetic Association**, p. S58-62,1997.

EIM, V. S. et al. Effects of addition of carrot dietary fibre on the ripening process of a dry fermented sausage (sobrassada). **Meat Science**, v.80. n.1. p.173-182. 2008.

ERGÖNÜL, B.; ERGÖNÜL, P. G.; OBUZ, E. Functional traits of prebiotic ingredients of meat products - Chemical, textural and sensory traits of meatballs containing inulin and oligofructose as prebiotic additives. **Fleischwirtschaft**, v.89, n.2, p.140-154, 2009.

FERNÁNDEZ-BAÑARES, F. Nutritional care of the patient with constipation. **Best Practice & Research Clinical Gastroenterology**, v.20, p.575–587, 2006.

FERNÁNDEZ-GINÉS, J. M.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, M. E.; SENDRA, E.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. Lemon albedo as a new source of

dietary fiber: Application to bologna sausage. **Meat Science**, v.67, p. 7–13, 2004.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SENDRA, E.; SAYAS-BARBERÁ, E.; NAVARRO, C.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. Physico-chemical and microbiological profiles of “salchichón” (Spanish dry-fermented sausage) enriched with orange fiber. **Meat Science**, v.80, p.410-417, 2008.

FIGUEIREDO, V. O.; GASPAR, A.; BORGES, S. V.; DELLA MODESTA, R. C. Influência dos substitutos de gordura animal sobre a qualidade da salsicha tipo viena. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.5, p.11-17, 2002.

FIORDALISO, M.; KOK, N.; DESAGER, J.P.; GOETHALS, F.; DEOYSER, D.; ROBERFROID, M.; DELZENNE, N. Dietary oligofructose lower triglycerides, phospholipids and cholesterol in serum and very low density lipoproteins of rats. **Lipids**, v.30, n.2, p.163-167, 1995.

FSA. (2006). Salt reduction targets. Available from <<http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/salttargetsapril06.pdf>>.

FULLADOSA, E.; SERRA, X.; GOU, P.; ARNAU, J. Effects of potassium lactate and high pressure on transglutaminase restructured dry-cured hams with reduced salt content. **Meat Science**, v.82, p.213–218, 2009.

GARCIA, R. T.; LEITE, R. M.; CERQUEIRA, P. O. M. M. Importância dos oligossacarídeos (prebióticos) como promotores de crescimento de bifidobactérias. **Higiene Alimentar**, v.14, p. 27-31, 2000.

GARCÍA, M.L.; DOMINGUEZ, R.; GALVEZ, M. D.; CASAS, C.; SELGAS, M.D. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. **Meat Science**, v. 60, p.227–236, 2002.

GARCÍA, M. L.; CÁCERES, E.; SELGAS, M. D. Effect of inulin on the textural and sensory properties of mortadella, a Spanish cooked meat product. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 41, p.1207-1215, 2006.

GARCÍA-GARCÍA, E.; TOTOSAUS, A. Low-fat sodium-reduced sausages: Effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and j-carrageenan by a mixture design approach. **Meat Science**, v.78, p.406–413, 2008.

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

GELEIJNSE, J. M.; WITTEMAN, J. C.; STIJNEN, T.; KLOOS, M. W.; HOFMAN, A.; GROBBEE, D. E. Sodium and potassium intake and risk of cardiovascular events and allcause mortality: the Rotterdam study. **European Journal of Epidemiology**, v.22, p.763–770, 2007.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, v.125, p.1401–1412, 1995.

GIBSON, G.R.; WILLIS, C.L.; VAN LOO J. Non-digestible oligosaccharides and bifidobacteria implications for health. In : SILVA, A.S.S.; HAAS, P.; SARTORI, N.T.; ANTON, A.A.; FRANCISCO, A.. Frutooligosacarídeos: Fibras Alimentares Ativas., **B.CEPPA**, Curitiba, v.25, n.2, p. 295-304, 2007.

GIESE, J. Fat, oils and fat replacers. **Food Technology**, Chicago, v.50, p. 78-84, 1996.

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

GIMENO, O.; ASTIASARÁN, I.; BELLO, J. Influence of partial replacement of NaCl with KCl and CaCl₂ on microbiological evolution of dry fermented sausages. **Food Microbiology**, v.18, p.329–334, 2001.

GOU, P.; GUERRERO, L.; GELABERT, J.; ARNAU, J. Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. **Meat Science**, v.42, p.37–48, 1996.

GROSSKLAUS, R. Fat Replacers - Requirements from a Nutritional Physiological Point of View. **Fett/Lipid**, v. 98, p. 136-141, 1996.

GUÀRDIA, M. D.; GUERRERO, L.; GELABERT, J.; GOU, P.; ARNAU, J. Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content. **Meat Science**, v.73, p.484–490, 2006.

GUÀRDIA, M. D.; GUERRERO, L.; GELABERT, J.; GOU, P.; ARNAU, J. Sensory characterisation and consumer acceptability of small calibre fermented sausages with 50% substitution of NaCl by mixtures of KCl and potassium lactate. **Meat Science**, v.80, p.1225–1230, 2008.

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

HAULY, M. C. O.; FUCHS, R. H. B.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H. Soymilk yogurt supplemented with fructooligosaccharides: probiotic properties and acceptance. **Revista de nutrição**, Campinas, v.18, n.5, p. 613-622, 2005.

HE, F. J.; MACGREGOR, G. A. Reducing Population Salt Intake Worldwide: From Evidence to Implementation. **Progress in Cardiovascular Diseases**, v.52, p.363–382, 2010.

HERRANZ, B.; FERNÁNDEZ, M.; HOZ L. DE LA.; ORDÓÑEZ, J. A. Use of bacterial extracts to enhance amino acid breakdown in dry fermented sausages. **Meat Science**, v.72, p.318–325, 2006.

HIDAKA, H.; EIDA, T.; TARIZAWA, T.; TOKUNAGA, T.; TASHIRO, Y. Effects of fructooligosaccharides on intestinal flora and human health. **Bifidobact Microflora**, v.5, n.1, p. 37-50, 1986.

HIDAKA, H.; HIRAYAMA, H.; SUMI, N. A fructooligosaccharide-producing enzyme from *Aspergillus niger* ATCC 20611. **Agricultural and Biological Chemistry**, v. 52, p.1181-1187, 1988.

HOOPER, L.; SUMMERBELL, C. D.; HIGGINS, J. P. T.; THOMPSON, R. L.; CAPPS, N. E.; SMITH, G. D.; et al. Dietary fat intake and prevention of cardiovascular disease: systematic review. **British Medical Journal**, v.322, p. 757–763, 2001.

HOSONO, A.; OZAWA, A.; KATO, R.; OHNISHI, Y.; NAKANISHI, Y.; KIMURA, T.; NAKAMURA, R. Dietary fructooligosaccharides induce immunoregulation of intestinal IgA secretion by Murine Peyer's Patch Cells. **Bioscience Biotechnology Biochemistry**, v.67, n.4, p. 758-764, 2003.

HUBER, W.; VOSGEN, W.; MINTIER, L. Y. Carrot fibre in raw sausages. **Fleischwirtschaft International**, v.4, 2003.

HUEBNER, J.; WEHLING, R. L.; HUTKINS, R. W. Functional activity of commercial prebiotics. **International Dairy Journal**, v.17, p.770–775, 2007.

HUENNER, J. A.; WEHLING, R. L.; PARKHURS, A. T.B.; HUTKINS, R. W. Effect of processing conditions on the prebiotic activity of commercial prebiotics. **International Dairy Journal**, v.18, p. 287–293, 2008.

HUGHES, E.; COFRADES, S.; TROY, D. J. Effects of fat level, oat fibre and carrageenan on Frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. **Meat science**, v.45, p. 273-281, 1997.

IKEDA, K. On a new seasoning. **Journal of Tokyo Chemistry**, v.30, p.820-826, 1990.

JEE, S. H.; MILLER, E. R. I.; GUALLAR, E.; SINGH, V. K.; APPEL, L. J.; KLAG, M. J. The effect of magnesium supplementation on blood pressure: A meta-analysis of randomized clinical trials. **American Journal of Hypertension**, v.15, p.691–696, 2002.

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

JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Relevant factors in strategies for fat reduction in meat Products. **Trends in Food Science & Technology**, v.11, p. 56-66, 2000.

JIMÉNEZ COLMENERO, F.; AYO, M. J.; CARBALLO, J. 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, n.4, p.781–788, 2005.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Healthier lipid formulation approaches in meatbased functional foods. Technological options for replacement of meat fats by non-meat fats. **Trends in Food Science & Technology**, v.18, p. 567-578, 2007.

KEETON, J. T. Low-fat meat products – Technological problems with processing. **Meat Science**, Oxford, p. 261-276, 1994.

KERRY, J.; KERRY, J.; LEDWARD, D. **Meat processing, improving quality**. CRC Press, New York Washington, DC, 2002.

KOUTSOPOULOS, D. A.; KOUTSIMANIS, G. E.; BLOUKAS, J. G. Effect of carrageenan level and packaging during ripening on processing and quality characteristics of low-fat fermented sausages produced with olive oil. **Meat Science**, v.79, p.188–197, 2008.

LAWRIE, A. R. **Ciência da Carne**. Artmed, Porto Alegre, RS, 6ª ed, 2005.

LEMANN, J. J. R.; PLEUSS, J. A.; GRAY, R. W.; HOLMANN, R. G. Potassium causes calcium retention in healthy adults. **Journal of Nutrition**, v.123, p.1623–1626, 1993.

LIAROS, N.G.; KATSANIDIS, E.; BLOUKAS, J.G. Effect of the ripening time under vacuum and packaging film permeability on processing and quality characteristics of low-fat fermented sausages. **Meat Science**, v.83, p.589–598, 2009.

LIM, J. S.; JONG, H. L.; SEONG, W. K.; SEUNG W. P.; SEUNG, W. K. Studies on production and physical properties of neo-FOS produced by co-immobilized *Penicillium citrinum* and neo-fructosyltransferase. **Europa Food Research Technology**, v. 225, p.457-462, 2007.

LUCKE, F. K. **Fermented sausages**. In B.J.B. Wood, Micro- biology of fermented foods, London: Blackie Academic and Professional, 2ª ed., pp. 441-483, 1998.

MARCUS, B. J. Culinary applications of umami. **Food Technology**, v.59, n.5, p.24–30, 2005.

MARTÍN, L.; CÓRDOBA, J. J.; ANTEQUERA, T.; TIMÓN, M. L.; VENTANAS, J. Effects of salt and temperature on proteolysis during ripening of Iberian ham. **Meat Science**, v.49, n.2, p.145–153, 1998.

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

MENDOZA, E.; GARCÍA, M. L.; CASAS, C.; FERNÁNDEZ, M. F.; SELGAS, M. D. Utilización de proteínas como sustitutos de grasa em productos cárnicos. Alimentación: **Equipos y Tecnología**, v.7, p.87–92, 1998.

MENDOZA, E.; GARCÍA, M. L.; CASAS, C.; SELGAS, M. D. Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. **Meat Science**, v.57, p.387–393, 2001.

MILLER, I. J.; BARTHOSHUK, L. M. **Taste perception, taste bud distribution and spatial relationship**. In T. V. Geychell, R. L. Doty, L. M. Barthoshuk, & J. B. Snow (Eds.), *Smell and taste in health disease* New York: Raven Press, pp. 205–233, 1991.

MIZUSHIMA, S.; CAPPUCCIO, F. P.; NICHOLS, R.; ELLIOTT, P. Dietary magnesium intake and blood pressure: A qualitative overview of the observational studies. **Journal of Human Hypertension**, v.12, p.447–453, 1998.

MOLONEY, A. The quality og meat from beef eattle: Is it influence by diet? **R&H Hall Technical Bulletin**, v.4, 1999.

MUGUERZA, E.; FISTA, G.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I.; BLOUKAS, J. G. Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. **Meat Science**, v.61, n.4, p.397–404, 2002.

MUGUERZA, E.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I. Functional dry fermented sausages manufactured with high levels of n-3 fatty acids: nutritional benefits and evaluation of oxidation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.84, n.9, p.1061–1068, 2004.

MULTON, J.L. Le sucre, les sucres, les edulcorants et les glucides de charges dans les IAA. In: SILVA, A.S.S.; HAAS, P.; SARTORI, N.T.; ANTON, A.A.; FRANCISCO, A.. *Frutooligossacarideos: Fibras Alimentares Ativas*. **B.CEPPA**, Curitiba, v.25, n.2, p. 295–304. 2007.

MURPHY, O. Non-polyol low digestible carbohydrates: food applications and functional benefits. **Journal of Nutrition**, v.85, p.S47–S53, 2001.

MUSSATTO, S. I.; MANCILHA, I. M. Non-digestible oligosaccharides: **Carbohydrate Polymers**, v.68, n. 3 , p. 587–597, 2007.

NAKAMURA, Y.; NOSAKA, S.; SUZUKI, M.; NAGAFUCHI, S.; TAKAHASHI, T.; OUWEHAND, A. C.; DERRIEN, M.; VOS, W.; TIIHONEN, K.; RAUTONEN, N. Prebiotics and other microbial substrates for gut functionality. **Current Opinion in Biotechnology**, v.16, p. 212–217, 2005.

NOWAK, B.; VONMUEFFLING, T.; GROTHEER, J.; KLEIN, G.; WATKINSON, B. M. Energy content, sensory properties, and microbiological shelf life of German Bologna-Type Sausages produced with citrate or phosphate and with inulin as fat replacer. **Journal of Food Science**, v.72, n.9, p.629-638, 2007.

OLANO-MARTIN, E.; GIBSON, G. R.; RASTALL, R. A. Comparison of the in vitro bifidogenic properties of pectins and pectic-oligosacchrides. **Journal of Applied Microbiology**, v.93, p.505–511, 2002.

OLIVARES, A.; NAVARRO, J. L.; SALVADOR, A.; FLORES, M. Sensory acceptability of slow fermented sausages based on fat content and ripening time. **Meat Science**, v.86, p. 251–257, 2010.

PARK, J.; RHEE, K. S.; ZIPPRIN, Y.A. Low-fat Frankfurters with elevated levels of water and oleic acid'in. **Food Science**, v.55, p.871-874, 1990.

PASIN, G.; O'MAHONY, G.; YORK, B.; WEITZEL, B.; GABRIEL, L.; ZEIDLER, G. Replacement of sodium chloride by modified potassium chloride (co-crystallised disodium-50-inosinate and disodium-50-guanylate with potassium chloride) in fresh pork sausages. **Journal of Food Science**, v.54, n.3, p.553–555, 1989.

PASSOS, L.M.L.; PARK, Y.K. Frutooligossacarídeos: Implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural**. v. 33, n. 2, p. 385-390, 2003.
PEARSON, A. M.; GILLET, T. A. **Processed meats**. Chapman & Hall, New York, 3^o ed, 1996.

PELSER, W. M.; LINSSEN, J. P. H.; LEGGER, A.; HOUBEN, J. H. Lipid oxidation in n-3 fatty acid enriched Dutch style fermented sausages. **Meat Science**, v.75, n.1, p.1-11, 2006.

PERALTA, E. M.; HATATE, H.; WATANABE, D.; KAWABE, D.; MURATA, H.; HAMA, Y.; et al. Antioxidative activity of Philippine salt-fermented shrimp and variation of its constituents during fermentation. **Journal of Oleo Science**, v.54, n.10, p.553– 558, 2005.

PIÑERO, M. P. A.; K. PARRA, N. A.; HUERTA-LEIDENZ, L. B.; ARENAS DE MORENO, M. B.; FERRER, S. A.; ARAUJO, A.; BARBOZA, Y. Effect of oat's soluble fibre (b-glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. **Meat Science**, v.80, p.675-680, 2008.

PRICE, J. F. **Low-fat/salt cured meat products**. In A. M. Pearson & T. R. Dutson (Eds.), *Advances in meat research. Production and processing of healthy meat, poultry and fish products* London: Blackie Academic & Professional, v.11, pp. 242–256, 1997.

PROSKY, L.; HOEBREGS, H. Methods to determine food inulin and oligofructose. **Journal of Nutrition**, v. 129, p.14185-14235, 1999.

PUOLANNE, E. J.; RUUSUNEN, M. H.; VAINIONPÄÄ, J. I. Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate. **Meat Science**, v. 58 , p1-7, 2001.

REDDY, B. S.; HAMID, R.; RAO, C. V. Effect of dietary oligofructose and inulin on colonic preneoplastic aberrant crypt foci inhibition. **Carcinogenesis**, v.18, n.7, p. 1371-1374, 1997.

RENUKA, B.; KULKARNI, S.G.; VIJAYANAND, P.; PRAPULLA, S.G. Fructooligosaccharide fortification of selected fruit juice beverages: Effect on the quality characteristics. **Food Science and Technology**, v.42, p.1031-1033, 2009.

ROBERFROID, M. B. Concepts and strategy of functional food science: the European perspective. **American Journal of Clinical Nutrition**, n.71, 2000.

RODRÍGUEZ, R.; JIMÉNEZ, A.; FERNÁNDEZ-BOLAÑOS, J.; GUILLÉN, R.; HEREDIA, A. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. **Trends in Food Science & Technology**, v.17, p. 3-15, 2006.

ROTHSTEIN, W. G. Dietary fat, coronary heart disease, and cancer: A historical review. **Preventive Medicine**, v.43, p.356–360, 2006.

RUIZ, J. **Ingredients**. In F. Toldrá (Ed.), Handbook of fermented meat and poultry (pp. 59–76). Iowa, USA: Blackwell Publishing, 2007.

RUUSUNEN, M.; SÄRKKÄ-TIRKKONEN, M.; PUOLANNE, E. The effect of salt reduction on taste pleasantness in cooked bologna type sausages. **Journal of Sensory Studies**, v.14, p.263–270, 1999.

RUUSUNEN, M.; TIRKKONEN, M. S.; PUOLANNE, E. Saltiness of coarsely ground cooked ham with reduced salt content. **Agricultural and Food Science in Finland**, v.10, p.27–32, 2001.

RUUSUNEN, M.; NIEMISTO, M.; PUOLANNE, E. Sodium reduction in cooked meat products by using commercial potassium phosphate mixtures. **Agricultural and Food Science in Finland**, v.11, p. 199–207, 2002.

RUUSUNEN M.; PUOLANNE, E. Reducing sodium intake from meat products. **Meat Science**, v.70, p. 531–541, 2005.

RYCROFT, C. E.; JONES, M. R.; GIBSON, G. R.; RASTALL, R.A. A comparative in vitro evaluation of the fermentation properties of prebiotic oligosaccharides. **Journal of Applied Microbiology**, v.91, p.878-87, 2001.

SALAZAR, P.; GARCÍA, M. L.; SELGAS, M. D. A review Short-chain fructooligosaccharides as potential functional ingredient in dry fermented sausages with different fat levels. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, p.1100-1107, 2009.

SALES, R. L.; VOLP, A. C. P.; BARBOSA, K. B. F.; DANTAS, M. I. S.; DUARTE, H. S.; MINIM, V. P. R. Mapa de preferência de sorvetes ricos em fibras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, p.27-31, 2008.

SAMAPUNDO, S.; AMPOFO-ASIAMA, J.; ANTHIERENS, T.; XHAFERI, R.; VAN BREE, I.; et al. Devlieghere Influence of NaCl reduction and replacement on the growth of *Lactobacillus sakei* in broth, cooked ham and white sauce **International Journal of Food Microbiology**, v.143, p.9–16, 2010.

SANDRA, J. M.; BRUGGENCATE, T.; OUDENHOVEN, I. M. J. B.; WISSINK, M. L. G. L.; KATAN, M. B. y.; MEER, R. Dietary Fructooligosaccharides Affect Intestinal Barrier Function in Healthy Men. **Journal of Nutrition**, v.136, p.70–74, 2006.

SANGEETHA, P. T.; RAMESH, M. N.; PRAPULLA, S. G. Recent trends in the microbial production, analysis and application of Fructooligosaccharides. **Trends in Food Science & Technology**, v.16, p. 442–457, 2005.

SANZ, M. L.; POLEMIS, N.; MORALES, V.; CORZO, N.; DRAKOULARAKOU, A.; GIBSON, G. R.; et al. In vitro investigation into the potential prebiotic activity of honey oligosacchrides. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.2914–2921, 2005.

SCHNEEMAN, B.O. Fiber, inulin and oligofructose: similarities and differences. **Journal of Nutrition**, v.129, p.1424S -1427S, 1999

SEABRA, L.; M. J.; ZAPATA, J. F. F.; NOGUEIRA, C. M.; DANTAS, M. A.; ALMEIDA, R. B. Cassava starch and oatmeal as fat replacers of lamb burgers. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.3, p. 244-248, 2002.

SEARBY, L. Pass the salt. **International Food Ingredients**, p.6–8, 2006.

SENDRA, E.; FAYOS, P.; LARIO, Y.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, E.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. Incorporation of citrus fibers in fermented milk containing probiotic bacteria. **Food Microbiology**, v.25, n.1, p.13-21, 2008.

SGARBIERI, V. C.; PACHECO, M. T. B. Revisão: Alimentos Funcionais Fisiológicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.2, n. 2, p. 7-19, 1999.
SHIN, H. S.; LEE, J. H.; PESTKA, J. J.; USTUNOL, Z. Growth and viability of commercial *Bifidobacterium* sp. in Skim Milk containing oligosaccharides and inulin. **Journal of Food Science**, v.65, p.884–887, 2000.

SIKES, A. L.; TOBIN, A. B.; TUME, R. K. Use of high pressure to reduce cook loss and improve texture of low-salt beef sausage batters. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.10, n.4, p.405-412, 2009.

SILVA, A.S.S.; HAAS, P.; SARTORI, N.T.; ANTON, A.A.; FRANCISCO, A. Frutooligosacarídeos: Fibras Alimentares Ativas. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.25, n.2, p. 295-304, 2007.

SOMSOOK, E.; HINSIN, D.; BUAKHRONG, P.; TEANCHAI, R.; MOPHAN, N.; POHMAKOTR, M.; et al. Interactions between iron(III) and sucrose, dextran, or starch in complexes. **Carbohydrate Polymers**, v.61, p. 281–287, 2005.

SPIEGEL, J.E.; ROSE, R.; KARABELL, P. Safety and benefits of fructooligosaccharides as food ingredients. **Food Technology**, v.48, p. 85-89, 1994.

STEKELENBURG, F.K. Enhanced inhibition of *Listeria monocytogenes* in Frankfurter sausage by the addition of potassium lactate and sodium diacetate mixtures. **Food Microbiology**, v.20, p.133–137, 2003.

STRINGER, S. C.; PIN, C. **Microbial risks associated with salt reduction in certain foods and alternative options for preservation**. Technical Report April Institute of Food Research, United Kingdom, 2005.

SUZUKI, T.; HARA, H. Various Nondigestible Saccharides Open a Paracellular Calcium Transport Pathway with the Induction of Intracellular Calcium Signaling in Human Intestinal Caco-2 Cells. **Journal of Nutrition**, v.134, p. 1935–1941, 2004.

SWENNEN, K.; COURTIN, C. M.; DELCOUR, J. A. Non-digestible Oligosaccharides with Prebiotic Properties. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.46, p.459–47, 2006.

TAN, S.S.; AMINAH A.; ZHANG, X. G.; ABDUL, S. B. Optimizing palm oil and palm stearin utilization for sensory and textural properties of chicken frankfurters. **Meat Science**, v.72, p.387–397, 2006.

TERRELL, R. N. Reducing the sodium content of processed meats. **Food Technology**, v.37, p.66–71, 1983.

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

THERKLENSSEN, G. H. **Carrageenan**. In WHISTLER, R. L.; BEMILLER, J. N. (Eds.), *Industrial gums: Polysaccharides and their derivatives* San Diego: Academic Press, 3^a Ed, pp. 145–180, 1993.

TOLDRÁ, F. Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products. **Meat Science**, v.49, n.1, p.S101–S110, 1998.

TOLDRÁ, F.; ARISTOY, M. C.; FLORES, M. Contribution of muscle aminopeptidases to flavour development in dry-cured ham. **Food Research International**, v.33, p.181–185, 2000.

TOLDRÁ, F. DRY-CURED HAM. **IN:** HUI, Y. H.; CASTELL-PEREZ, E.; CUNHA, L. M.; GUERRERO-LEGARRETA, I.; LIANG, H. H.; LO, Y. M.; MARSHALL, D. L.; NIP, W. K.; SHAHIDI, F.; SHERKAT, F. R.; WINGER, J.; YAM, K. L. (Eds.), **Handbook of food science, technology**, 2006.

TUOHY, K. M.; PROBERT, H. M.; SMEJKAL, C. W.; GIBSON, G. R. Using probiotics and prebiotics to improve gut health. **Drug discovery today**, v. 8, p.692–700, 2003.

TURK, R. (1993). Metal free and low metal salt substitutes containing lysine. US Patent 5229161.

URGELL, M. R.; ORLEÁNS, A. S.; SEUMA, M. R. P. La importancia de los ingredientes funcionales en las leches y cereales infantiles. **Nutricion Hospatalaria**, v. 20, n. 2, p. 135-146, 2005.

VAN DER MEULEN, R. ; MAKRAS, L. ; VERBRUGGHE, K. ; ADRIANY, T.; DE VUYST, L. In vitro kinetic analysis of oligofructose consumption by *Bacteroides* and *Bifidobacterium* spp. indicates different degradation mechanisms. **Applied and Environmental Microbiology**, v.72, p.1006 -1012, 2006.

VARNAM, H. A.; SUTHERLAND, P. J. **Meat and Meat products – technology, chemistry and microbiology**. Chapman & Hall, London, UK, 1^o ed, 1995.

VIUDA-MARTOS, M.; RUIZ-NAVAJAS, Y.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A. Effect of adding citrus waste water, thyme and oregano essential oil on the chemical, physical and sensory characteristics of a bologna sausage. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.10, p. 655–660, 2009.

VUYST, L. D.; FALONY, G.; LEROY, F. Probiotics in fermented sausages. **Meat Science**, v.80, n.1, p.75-78, 2008.

WANG, X.; GIBSON, G.R. Effects of the in vitro fermentation of oligofructose and inulin by bacteria growing in the human large intestine. **Journal of Applied Microbiology**, Cambridge, v.74, n.4, p.373. 380, 1993.

WANG, Y. Prebiotics: Present and future in food science and technology. **Food Research International**, v 42, p. 8–12, 2009.

WEISS, J.; GIBIS, M.; SCHUH, V.; SALMINEN, H. Advances in Ingredient and Processing Systems for Meat and Meat Products. **Meat Science**, v.86, p.196-213, 2010.

WHITNEY, E. N.; ROLFES, S. R. **Understanding nutrition**. Ninth edn. Belmont,CA: Wadsworth. 2002.

WHO Food and health in Europe—a new basis for action. **WHO Regional Publications European Series**, n.96, pp. 1–385, 2004.

WIRTH, F. Reducing the fat and sodium content of meat-products – what possibilities are there. **Fleischwirtschaft**, v.71, n.3, p.294-297, 1991.

XIONG, Y. L.; LOU, X.; HARMON, R. J.; WANG, C.; MOODY, W. G. Salt and pyrophosphate-induced structural changes in myofibrils from chicken red and white muscles. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.1176–1182, 2000.

YAMAGUCHI, S.; KOMATA, Y. Independence and primacy of umami as compared with the four basic tastes. **Annals of the New York Academy of Science**, v.510, p.725–726, 1987.

YAMAMOTO, Y. In vitro digestibility and fermentability of levan and its hypocholesterolemic effects in rats. **Journal Nutrition Biochemistry**, v.10, p.13-18, 1999.

YAMASHITA, K.; KAWAI, K.; ITAKAMURA, M. Effects of fructooligosaccharides on blood-glucose and serum lipids in diabetic subjects. **Nutrition Research**, v.4, p.961-966, 1984.

YUN, J.W. Fructooligosaccharides - Occurrence, preparation and applications. **Enzymes and Microbial Technology**, v.19, p.107-117, 1996.

ZANARDI E.; GHIDINI, S.; CONTER. M.; IANIERI, A. Mineral composition of Italian salami and effect of NaCl partial replacement on compositional, physico chemical and sensory parameters. **Meat Science**, v.86, p.742–747, 2010.

ZHANG, F.; KLEBANSKY, B.; FINE, R. M.; XU, H.; PRONIN, A.; LIU, H.; TACHDJIAN, C.; LI, X. Molecular mechanism for the umami taste synergism. **Proceedings of the National Academy of the United States of America**, v.105, n.52, p.20930–20934, 2008.

ZHANG, W.; et al. Improving functional value of meat products. **Meat Science**, v. 86, p. 15–31, 2010.

Capítulo 2

QUALIDADE GLOBAL E AVALIAÇÃO DA VIDA ÚTIL DE PEPPERONI COM SUBSTITUIÇÃO DE GORDURA POR INGREDIENTE PREBIÓTICO - FRUTOOLIGOSSACARÍDEO.

RESUMO

A redução de gordura em produtos cárneos fermentados vem atender o novo mercado consumidor, preocupado com os problemas de saúde correlacionados com o elevado teor de gordura destes produtos. O objetivo do estudo foi avaliar o comportamento e estabilidade do frutooligossacarídeo (FOS), como substituto de gordura e prebiótico, em produto cárneo fermentado cozido (pepperoni). As propriedades físico-químicas, microbiológicas e sensoriais foram avaliadas durante armazenamento de 60 dias, sob condições de refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$). Foram realizados cinco tratamentos de pepperoni divididos em: formulação FC (15% de gordura), F1 (7,5% de gordura), F3 (7,5% de gordura e 3% de FOS), F6 (7,5% de gordura e 6% de FOS) e F9 (7,5% de gordura e 9% de FOS). Os resultados da avaliação físico-química não foram alterados pela redução de gordura e adição de FOS nos pepperonis. A estabilidade lipídica foi maior nas formulações com redução de gordura e adição de FOS, quando comparadas com a formulação com maior teor de gordura (FC). O percentual de FOS nas formulações de pepperoni (F3, F6 e F9) manteve-se estável durante o processamento e armazenamento de 60 dias. O desenvolvimento microbiológico foi comparado ao produto tradicional durante o processo de fermentação, maturação e armazenamento dos pepperonis. A avaliação de cor demonstrou que os valores de L foram menores em F3, F6 e F9, porém os valores de a^* foram maiores nas formulações com adição de FOS. Os parâmetros de dureza e mastigabilidade também foram mais elevados quando comparados ao controle sem redução de gordura e FOS. Os resultados de aceitação sensorial demonstraram que as formulações com redução de gordura e adição de FOS não afetaram os atributos de cor, aroma, sabor e textura dos pepperonis.

Palavras-chave: frutooligossacarídeo (FOS), pepperoni, redução de gordura e prebiótico.

1 Introdução

O desenvolvimento de produtos cárneos com menor teor de gordura busca atender um novo mercado consumidor adepto a dietas saudáveis, com conteúdo calórico equilibrado e componentes que além de suprir as necessidades nutricionais tragam benefícios à saúde (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2000; SARIÇOBAN *et al.*, 2008; DAY *et al.*, 2009).

Nesse cenário, um dos maiores desafios da indústria de produtos cárneos é a reformulação destes produtos para reduzir o teor de gordura, em geral bastante elevado. Esse componente é imprescindível para o bom funcionamento do organismo, porém seu consumo em excesso está relacionado com problemas de saúde como doenças cardíacas coronárias, obesidade e certos tipos de câncer (JIMÉNEZ-COLMENERO, 1996).

Em produtos cárneos a gordura representa um dos principais componentes da formulação, com influência direta sobre a estabilidade e as características sensoriais (DE VRIES, 2007; DEL NOBILE *et al.*, 2009).

Nos produtos cárneos fermentados, que tradicionalmente apresentam um elevado teor de gordura, a redução deste componente na formulação representa um grande desafio, uma vez que a gordura além de influenciar nas características do processamento, tem papel fundamental no desenvolvimento de flavor característico destes produtos (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

Neste contexto, a substituição de gordura por fibras alimentares e uma estratégia para reduzir o teor calórico, manter a qualidade sensorial e melhorar as características funcionais destes produtos (GARCÍA *et al.*, 2002; MENDOZA *et al.*, 2001; FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.*, 2008; SALAZAR *et al.*, 2009).

As fibras alimentares são constituídas por ampla variedade de substâncias com diferentes propriedades físicas, químicas e fisiológicas e estas são classificadas quimicamente como fibras solúveis e insolúveis (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2007). Dentre os efeitos fisiológicos das fibras solúveis pode-se citar a diminuição dos níveis sangüíneos de colesterol, controle da pressão arterial e regulação da glicose sanguínea, dentre outros efeitos promotores de

saúde (SGARBIERI; PACHECO, 1999; CHAKRABORTY, *et al.*, 2006; DOU *et al.*; 2009).

Dentre estas fibras, os oligossacarídeos como inulina e frutooligossacarídeo (FOS) tem demonstrado grande potencial de aplicação como substituto de gordura em diferentes tipos de alimentos, por apresentar características físico-químicas que não interferem no processamento e qualidade sensorial destes produtos. Poucos estudos relatam a aplicação de frutooligossacarídeo em produtos cárneos (CÁCERES *et al.*, 2004; SALAZAR *et al.*, 2009, ERGÖNÜL *et al.*, 2009). A aplicação de FOS em produto cárneo fermentado foi relatada no estudo desenvolvido por SALAZAR *et al.* (2009). Estes autores utilizaram FOS como substituto de gordura em salames e observaram que os níveis de 2, 4 e 6% de FOS não interferiram de um modo geral, nas características físico-químicas e sensoriais destes produtos.

Outra vantagem da aplicação de frutooligossacarídeo está relacionada com sua ação como fibra alimentar e principalmente por sua atividade prebiótica, que traz benefícios para a saúde, através de uma ampla variedade de efeitos fisiológicos (QIANG *et al.*, 2009). A ação prebiótica deste tipo de fibra desempenha diversas ações de promoção de saúde gastrointestinal, como crescimento de bifidobactérias, inibição do desenvolvimento de lesões pré-cancerígenas intestinais, (MANNING; GIBSON, 2004; QIANG *et al.*, 2009), redução de bactérias putrefativas (ROLLO *et al.*, 2007; XUE, *et al.*, 2009) entre outros.

Desta forma, o objetivo do estudo foi avaliar o comportamento do frutooligossacarídeo como substituto de gordura em produto cárneo fermentado cozido (pepperoni). As propriedades físico-químicas, microbiológicas e sensoriais foram avaliadas para determinar o potencial de aplicação e a estabilidade do FOS, durante armazenamento de 60 dias sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$).

2 Material e métodos

2.1 Formulação

Foram elaborados cinco tratamentos de pepperoni a fim de estudar o comportamento e estabilidade do frutooligossacarídeo como substituto de gordura e prebiótico em pepperoni.

O tratamento controle foi elaborado segundo a formulação: carne suína (65%), carne bovina (20%), gordura suína (15%), glicose (1,0%), nitrito de sódio (0,015%), pimenta branca (0,2%), alho em pó (0,3%), noz moscada (0,02%), eritorbato de sódio (0,025%), cloreto de sódio (2%) e cultura *Starter* Bactoferm TPS-X composta por *Staphylococcus xylosus* e *Pediococcus pentosaceus* (0,25%). Nas formulações com redução de gordura (7,5%) a quantidade de carne foi proporcionalmente calculada para se ajustar a nova formulação.

Os tratamentos foram divididos em Formulação Controle (FC- com 15% de gordura), Formulação 1 (F1- com 7,5% de gordura), Formulação 3 (F3- com 7,5% de gordura e 3% de FOS), Formulação 6 (F6- com 7,5% de gordura e 6% de FOS) e Formulação 9 (com 7,5% de gordura e 9% de FOS).

2.2 Matéria- prima e ingredientes

O produto foi elaborado na planta do Laboratório de Carnes do Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA) da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

A matéria prima carne bovina (recorte de dianteiro) foi proveniente do Frigorífico JBS-Friboi e a carne (pernil) e gordura suína foram procedentes do Frigorífico sob inspeção federal da SADIA (São Paulo, Brasil).

A fibra solúvel utilizada neste estudo foi o frutooligossacarídeo (FOS de cadeia curta composto por 33,8% 1-kestose (GF2), 49,7% nistose (GF3) e 12,5% frutofuranosil nistose (GF4) em que as unidades de frutossil (F) são ligadas na posição beta 1,2 da sacarose), Nutraflora® fornecido pela empresa Corn Products Brasil (São Paulo, Brasil).

A cultura *Starter* utilizada foi Bactoferm TPS-X da Chr. Hansen e os demais ingredientes utilizados nas formulações foram fornecidos pela empresa New Max Industrial (Americana, São Paulo).

2.3 Processamento

Primeiramente, as carnes passaram por uma limpeza manual para a retirada do excesso de gordura. Em seguida, a carne suína foi moída em disco de 5 mm, a carne bovina e a gordura suína em disco de 3 mm. Após a correta pesagem dos ingredientes, as carnes foram misturadas com o sal para melhor extração das proteínas miofibrilares. Em seguida os demais ingredientes foram adicionados na seguinte ordem: glicose, nitrito de sódio, eritorbato de sódio, pimenta branca, alho em pó, noz moscada e Cultura *Starter* Bactoferm TPS-X (homogeneizada em aproximadamente 10mL de água destilada). Por último, foram adicionados o frutooligossacarídeo na forma de pó e a gordura suína.

Após o processo de mistura, a massa cárnea foi moída em disco de 3 mm a fim de homogeneizar os ingredientes e embutida em tripa fibrosa de 52 mm. As peças foram colocadas em câmara de maturação com temperatura de $28^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $90\% \pm 5\%$ e velocidade do ar $< 0,5\text{m/s}$. Estes parâmetros foram mantidos até que os pepperonis atingiram $\text{pH} < 5,0$. A seguir, as peças foram cozidas em estufa a 60°C durante uma hora. Após este período elevou - se a temperatura em 10°C a cada 30 minutos até atingir 80°C . O produto foi retirado da estufa quando atingiu a temperatura interna de 62°C e após ser resfriado foi novamente colocado na câmara de maturação a $15^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ de temperatura, $70\% \pm 5\%$ de umidade relativa e velocidade do ar $< 0,5\text{m/s}$ até que a atividade de água foi reduzida para valores menores que 0,92.

Os pepperonis prontos passaram pela retirada da tripa e foram embalados a vácuo e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$) durante um período de armazenamento de 60 dias. Os mesmos foram analisados nos tempos 0, 15, 30, 45 e 60 dias de armazenamento.

Durante o processamento foi monitorado o pH e atividade de água logo após a mistura e 24 horas de fabricação. A medição do pH e A_w continuaram sendo monitoradas até que o produto atingiu A_w menor que 0,92. As peças foram pesadas logo após o embutimento e após a finalização da fabricação para determinar a perda de peso.

2.4 Análises físico-químicas

Foram realizadas as análises físico-químicas de determinação de atividade de água, pH, perda de peso, composição centesimal (umidade, proteína, lipídeos e cinzas), oxidação lipídica e fibra solúvel.

2.4.1 Determinação do pH

A determinação do valor de pH foi realizada através do pHmetro MA 130 Metler, com sonda de penetração, em seis repetições, em três peças diferentes, de cada tratamentos. Os tempos de leitura foram de 0, 24, 36, 72 e 168 horas (produto pronto- dia zero).

2.4.2 Determinação da atividade de água (A_w)

A atividade de água foi mensurada através do medidor de A_w Aqualab - DECAGON do Laboratório de Carnes e Processos do DTA/Unicamp, em três repetições por tratamento e nos tempos 0, 24, 36, 72 e 168 horas (produto pronto- dia zero).

2.4.3 Perda de peso

A perda de peso foi calculada pela diferença de peso existente entre as peças cárneas no momento do embutimento e após o produto acabado (TERRA; BRUM, 1988).

2.4.4 Composição centesimal

A composição centesimal dos tratamentos de pepperoni foi realizada em triplicata, no tempo zero e no produto final utilizando matéria seca. A % de umidade seguiu metodologia descrita pela Norma 24.002 da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1984), que consiste em secagem a 105°C até peso constante.

O conteúdo de nitrogênio foi determinado pelo método de Kjeldahl e o teor de proteína estimado pela multiplicação do conteúdo de nitrogênio por 6,25 (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1984). A quantificação de lipídeos seguiu a metodologia de BLIGH e DYER (1959). As cinzas foram determinadas através da calcinação em mufla (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

2.4.5 Avaliação da oxidação lipídica

O grau de oxidação lipídica dos pepperonis foi avaliada através da medida das substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARs), segundo metodologia proposta por BRUNA *et al.* (2001), utilizando-se ácido tricloroacético como solvente na reação. Além disso, devido à presença de carboidrato (frutooligossacarídeo) nas amostras, a temperatura de incubação do método foi reduzida para 40°C por um tempo de 90 minutos conforme proposto por WANG *et al.* (2002). Os resultados foram expressos como µg de malonaldeído (MDA) /g amostra seca. A análise foi realizada em triplicata de

cada tratamento e determinada a cada 15 dias de armazenamento refrigerado durante o período de 60 dias.

2.4.6 Quantificação enzimática de frutooligossacarídeo

A determinação do percentual de FOS presente nos pepperonis foi realizada pelo método enzimático espectrofotométrico, segundo HORWITZ (2006), no tempo zero (168 h) e após 60 dias de armazenamento refrigerado a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

2.5 Análises microbiológicas

Foram realizadas a contagem padrão de bactérias aeróbias mesófilas, bactérias lácticas, coliformes totais e bactérias termotolerantes de origem fecal, segundo metodologia proposta por OWNES e ITO (2001).

Porções de 25 gramas de cada tratamento foram homogeneizados com 225 mL de água peptonada 0,1% (Oxoid Unipath Ltda., Basingtoke, Hampshire, UK) e diluições decimais foram utilizadas para as análises microbiológicas. Foram realizadas as determinações de contagem padrão de bactérias aeróbias mesófilas (contagem padrão em placas) em meio ágar padrão para contagem (Oxoid) com inoculação através da técnica “pour plate” ($35^{\circ}\text{C}/48$ horas).

A contagem de bactérias lácticas foi realizada em meio ágar De Man Rogosa Sharpe (Oxoid) ($37^{\circ}\text{C}/48$ horas), coliformes totais em ágar cristal violeta-vermelho neutro-bile (Oxoid) ($37^{\circ}\text{C}/24$ horas) e bactérias termotolerantes de origem fecal em caldo EC (Oxoid) ($45^{\circ}\text{C}/48$ horas). Todas as análises microbiológicas foram realizadas em duplicata de cada tratamento e nos tempos 0, 24 e 36 horas, e após o produto pronto (168 horas- dia zero), a cada 15 dias de armazenamento refrigerado durante 60 dias.

2.6 Avaliação de cor

Na determinação da cor foi utilizado um espectrofotômetro Colorquest II (Hunter-Lab) baseado no sistema de cor CIELAB, onde L^* representa a luminosidade, a^* o eixo vermelho-verde e b^* o eixo amarelo-azul. Os seguintes ângulos de operação foram observados: ângulo de visão 10° , iluminante D65 e modo de calibração RSEX (Refectância especular excluída). As amostras foram fatiadas com espessura de aproximadamente 1 mm para padronização e mantidas a temperatura ambiente até o momento da leitura. As leituras foram realizadas em 10 repetições por tratamento e determinadas a cada 15 dias de armazenamento refrigerado a $4^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ durante 60 dias, a partir do produto final (dia zero).

2.7 Perfil de textura

As mensurações do perfil de textura TPA (Texture Profile Analysis) foram realizadas no produto pronto e a cada 15 dias de armazenamento refrigerado a $4^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ durante 60 dias. Foi utilizado o aparelho Texturômetro TA-TX2 (Stable Micro Systems Ltda.) com célula de carga de 10 kg. Cada amostra foi cortada em cilindros de 3 cm e comprimida axialmente em dois ciclos consecutivos de 30% de compressão com um probe de 30 mm de diâmetro, movendo-se a uma velocidade constante de teste de 1 mm/s. A coleta dos dados e a construção das curvas de perfil de textura foram realizadas pelo programa Texture Expert, versão 1.11 (Stable Micro Systems Ltda.). Foram calculados os parâmetros de dureza, elasticidade, coesividade, adesividade e mastigabilidade. Foram realizadas no mínimo 10 leituras de cada tratamento.

2.8 Análise sensorial

O estudo foi protocolado e aprovado pelo Comitê de ética da Universidade Estadual de Campinas, SP, Brasil, sob o número 122/2010. Todos os

participantes assinaram um termo de consentimento da pesquisa para participarem como voluntários.

Foram realizados estudos de aceitação em relação aos atributos de cor, aroma, sabor, textura e impressão global dos diferentes tratamentos de pepperoni a cada 15 dias, durante 60 dias de armazenamento refrigerado.

Para a avaliação sensorial foram convidados cerca de 60 provadores não treinados, com idade entre 14-60 anos e consumidores de produtos cárneos como pepperoni. Para a avaliação foi utilizada uma escala hedônica não estruturada de nove centímetros, com extremos que variaram de desgostei muitíssimo a gostei muitíssimo.

Na mesma ficha de avaliação foi realizado um teste de intenção de compra dos produtos avaliados. Os termos utilizados continham as expressões: certamente compraria; provavelmente compraria; talvez compraria/talvez não compraria; provavelmente não compraria e certamente não compraria. Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.9 Análise estatística

Os resultados foram analisados pela análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$), utilizando o pacote estatístico SPSS (SPSS, Chicago, IL, USA).

3 Resultados e discussão

3.1 Análises físico-químicas

Os valores de pH determinados durante o processamento dos pepperonis estão apresentados na Figura 1. A redução de gordura e adição de frutooligossacarídeo nas formulações de pepperoni não influenciaram o

comportamento do pH durante o processamento do produto. O pH inicial de todos os tratamentos analisados ficaram com médias entre 6,00 – 6,20. Após o período de 24 horas em câmara de maturação, sob condições controladas de umidade relativa, temperatura e velocidade do ar, o valor de pH em todos os tratamentos caíram para valores médios de 4,77.

Este processo de acidificação ocorreu pelas condições adequadas de temperatura (28°C) e umidade relativa (90%), monitorados durante o processamento, que permitiram o crescimento de bactérias ácido lácticas presentes na carne e na cultura *Starter* adicionadas ao pepperoni. Este grupo de microrganismos fermenta carboidratos para produzir ácido lático e, desse modo reduzir o pH do meio (ALESÓN-CARBONELL *et al.*, 2005; MUGUERZA *et al.*, 2002). Esta diminuição do pH proporciona uma maior segurança microbiológica aos produtos cárneos fermentados, ao inibir o crescimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes (LEROY *et al.*, 2006).

Após a queda do pH a valores abaixo de 5,00 as peças de pepperoni foram cozidas em estufa, resfriadas e novamente colocadas na câmara de maturação. A leitura de pH com 36 e 168 horas (produto final) de secagem demonstrou que os valores de pH mantiveram-se estáveis neste período em todos os tratamentos, conforme esperado.

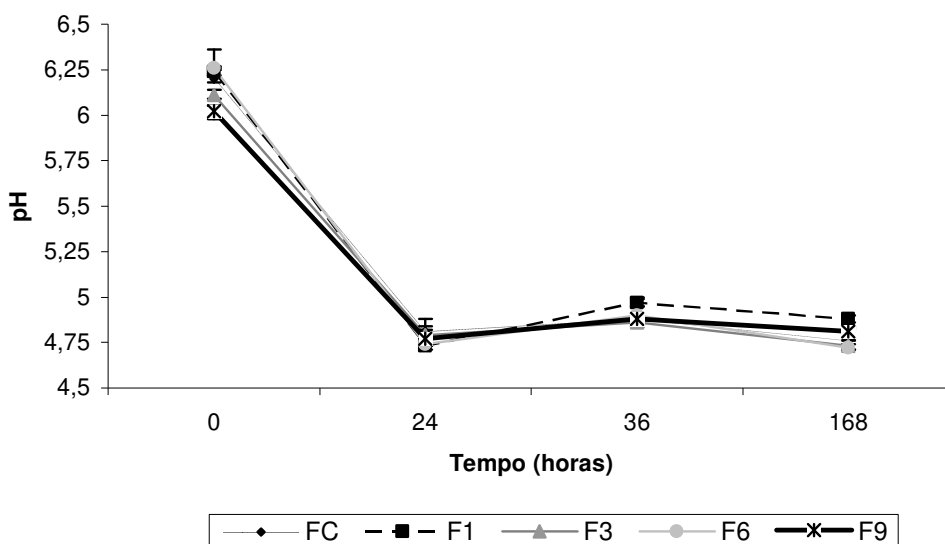


Figura 1- Valores de pH ao longo do processamento de pepperoni com redução de 50% de gordura adicionado de FOS.

FC (15% gordura); F1 (7,5% gordura); F3 (7,5% gordura + 3% de FOS); F6 (7,5% gordura + 6% de FOS); F9 (7,5% gordura + 9% de FOS).

Os resultados de atividade de água durante o processamento dos pepperonis e perda de peso estão apresentados na Tabela 1. Os valores de atividade de água (A_w) no dia zero (logo após o processamento) mostraram-se bastante elevados, o que era previsto para matérias primas cárneas. As formulações sem adição de FOS apresentaram maior atividade de água que os tratamentos com 3, 6 e 9% de FOS, com diferença estatística entre eles. A adição de FOS incorpora solutos ao sistema na qual são capazes de ligar água e com isso, explica-se a redução de atividade de água na presença desse componente.

Comportamento similar foi observado com 24 horas de maturação dos pepperonis. As formulações F6 (6% de FOS e 7,5% de gordura) e F9 (9% FOS e 7,5% de gordura) diferiram estatisticamente das demais. Após o cozimento dos pepperonis (36 horas), foi percebida de um modo geral, uma redução da atividade de água em todos os tratamentos. O acompanhamento dos valores de atividade de água foi realizado até que todos os tratamentos atingissem valores abaixo de 0,92. A redução da atividade de água está associada ao processo de cozimento e à acidificação do meio, no qual o pH torna-se próximo ao ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares da carne, que por sua vez

perdem a capacidade de retenção de água auxiliando o processo de desidratação dos salames (LUCKE, 2000).

Os valores de atividade de água dos pepperonis ao final do período de maturação foram superiores nas formulações controle (FC- 15% gordura), F1 (7,5% gordura) e F3 (7,5% gordura e 3% FOS), na qual diferiram significativamente das formulações F6 (7,5% gordura e 6%FOS) e F9 (7,5% gordura e 9% FOS).

A perda de peso de produtos cárneos fermentados depende da temperatura, umidade e velocidade relativa da câmara de maturação, além do tempo de maturação e grau de moagem da carne (DEL NOBILE *et al.*, 2009). Conforme PAPADIMA e BLOUKAS (1999) e MUGUERZA *et al.* (2002), embutidos fermentados com menor teor de gordura apresentam uma maior perda de peso em comparação com o produto tradicional.

No entanto, neste estudo a formulação F1 (50% de redução de gordura) não diferiu significativamente da FC (sem redução de gordura) apesar de valor mais elevado. Porém, as formulações de pepperoni adicionadas de FOS apresentam uma menor perda de peso (Tabela 1), em torno de 36% quando comparadas com os tratamentos sem adição de FOS (39%) . Sendo assim, a adição de FOS em pepperoni com redução de gordura resultou numa melhor interação entre os componentes do produto e deste modo reduziu a perda de peso.

OLIVARES *et al.* (2010) encontraram comportamento semelhante de perda de peso em salames com redução de gordura sob condições controladas de umidade e temperatura da câmara de maturação. No entanto, muitos dos estudos para reduzir o teor de gordura em produtos cárneos fermentados relataram maiores perdas de peso em salames com baixo teor de gordura (PAPADIMA; BLOUKAS, 1999; MUGUERZA *et al.*, 2002; LIAROS *et al.*, 2009).

Tabela 1- Valores de atividade de água (Aw) durante o processamento e o percentual de perda de peso de pepperoni com redução de 50% de gordura adicionado de FOS.

Tratamentos		FC	F1	F3	F6	F9
Atividade de água (Aw)	0 h	0,978±0,01 ^a	0,981±0,00 ^a	0,964±0,00 ^b	0,969±0,01 ^b	0,962±0,00 ^b
	24 h	0,978±0,01 ^a	0,972±0,01 ^a	0,965±0,00 ^{a,b}	0,960±0,00 ^b	0,960±0,01 ^b
	36 h	0,951±0,00 ^{a,b}	0,952±0,00 ^a	0,948±0,00 ^{a,b}	0,951±0,00 ^{a,b}	0,945±0,00 ^b
	72 h	0,9371±0,01 ^a	0,930±0,00 ^{a,b}	0,935±0,00 ^a	0,918±0,00 ^b	0,936±0,00 ^a
	168 h	0,903±0,00 ^a	0,902±0,00 ^a	0,902±0,00 ^a	0,897±0,00 ^b	0,898±0,00 ^b
		38,04±1,65 ^{a,b}	40,05 ±0,44 ^a	36,42±1,19 ^{b,c}	36,32±1,78 ^{b,c}	35,12±0,83 ^c

¹ Média ± Desvio Padrão

Médias na mesma linha acompanhadas de mesma letra em minúsculo não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05).

FC (15% gordura); F1 (7,5% gordura); F3 (7,5% gordura + 3% de FOS); F6 (7,5% gordura + 6% de FOS); F9 (7,5% gordura + 9% de FOS).

Os resultados da composição centesimal dos pepperonis no tempo zero e produto final são mostrados na Tabela 2. O maior percentual de umidade das formulações avaliadas foi encontrado na formulação F1 (7,5% gordura), com 64,38 e 42,91 no tempo zero e no produto final, respectivamente. Estes valores diferiram significativamente de todas as demais formulações de pepperoni.

A quantidade mínima de proteína cárnea estabelecida pela legislação corresponde a 20% para produto cárneo fermentado. Os valores encontrados no produto pronto foram na formulação FC (controle) de 32,54, F1 (7,5% gordura) 29,26, F3 (3% FOS e 7,5% gordura) 28,93, F6 (6% FOS e 7,5% gordura) 30,04 e na F9 (9% FOS e 7,5% gordura) 28,23%.

A redução de 50% da gordura nas formulações F1, F3, F6 e F9 foram demonstradas através do percentual de lipídeos no dia zero do processamento. Estes tratamentos obtiveram médias de 11,87, 13,23, 12,37 e 11,21%, respectivamente. A quantidade de gordura presente nestas formulações foi de 7,5%. A formulação FC, com 15% de gordura suína apresentou valor de 19,42 e deste modo diferiu significativamente em relação aos demais tratamentos com redução de gordura e adição de FOS. Estes valores mais elevados são provenientes da gordura presente nas carnes utilizadas no processamento.

No produto pronto, os resultados dos lipídeos aumentaram consideravelmente em todos os tratamentos. Isto ocorre devido à perda de água do produto durante o processo de maturação dos pepperonis mostrado

na Tabela 1. O percentual final de redução de gordura dos pepperonis ficou entre 40%.

O teor de cinzas manteve-se praticamente igual em todos os tratamentos de pepperoni, não diferindo entre si nos resultados correspondentes ao dia zero do processamento. Ao final do processamento o produto com adição de 6 e 9% de FOS apresentaram o menor percentual de cinzas que diferiu significativamente em relação aos tratamentos FC, F1 e F3.

Tabela 2- Resultados de composição centesimal, no tempo zero e produto pronto, de pepperoni com redução de 50% de gordura adicionado de FOS.

Tratamentos		FC	F1	F3	F6	F9
Umidade	Dia zero	62,05±0,10 ^b	64,38±0,22 ^a	61,49±0,99 ^b	60,44±0,12 ^c	59,03±0,18 ^d
	Produto final	41,06±0,12 ^b	42,91±0,22 ^a	40,59±0,11 ^c	40,64±0,69 ^{b,c}	40,11±0,14 ^c
Proteína	Dia zero	20,27±0,27 ^a	20,36±0,89 ^a	19,31±0,37 ^a	19,41±0,42 ^a	17,74±0,59 ^a
	Produto final	32,54±0,34 ^a	29,26±1,56 ^b	28,93±0,40 ^b	30,04±0,87 ^b	28,23±0,43 ^b
Lipídeos	Dia zero	19,42±0,29 ^a	11,87±0,15 ^{c,d}	13,23±0,35 ^b	12,37±0,22 ^c	11,21±0,30 ^d
	Produto final	27,54±1,00 ^a	17,63±0,29 ^b	17,55±0,24 ^b	17,91±0,20 ^b	16,59±0,42 ^b
Cinzas	Dia zero	3,12±0,25 ^a	3,22±0,05 ^a	3,21±0,04 ^a	2,97±0,03 ^a	2,95±0,05 ^a
	Produto final	5,24±0,05 ^b	5,64±0,16 ^a	5,16±0,07 ^b	4,91±0,0 ^c	4,74±0,05 ^c

¹ Média ± Desvio Padrão

Médias na mesma linha acompanhadas de mesma letra em minúsculo não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05).

FC (15% gordura); F1 (7,5% gordura); F3 (7,5% gordura + 3% de FOS); F6 (7,5% gordura + 6% de FOS); F9 (7,5% gordura + 9% de FOS).

A Figura 2 apresenta graficamente a evolução das reações de oxidação lipídica durante o período de 60 dias de armazenamento refrigerado dos pepperonis. As reações de oxidação lipídica são uma das principais causas da depreciação das características sensoriais e redução da vida útil de produtos cárneos fermentados (WICK *et al.*, 2001) e valores de TBARS acima de 1,00 µg de malonaldeído (MDA)/ g de amostra podem causar danos à saúde do consumidor (OCKERMAN, 1976; BAKA *et al.*, 2011).

A formulação controle (FC), sem redução de gordura apresentou valores de TBARS mais elevados em todos os dias de avaliação, sendo que ao final do período de armazenamento o valor ultrapassou 1,70 µg MDA/g amostra. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por ANSORENA e ASTIASARAN (2004) e SCANNELL *et al.* (2001) na qual encontraram valores de TBA

próximos a 2 μg MDA/g amostra em produtos cárneos fermentados sem redução de gordura.

Entretanto, as formulações com redução de gordura apresentaram comportamento semelhante entre si e a adição de FOS não demonstrou ter influência sobre as reações de oxidação lipídica. Porém, ao final do período de 60 dias de armazenamento refrigerado os valores de TBA foram superiores a 1 μg MDA/g amostra.

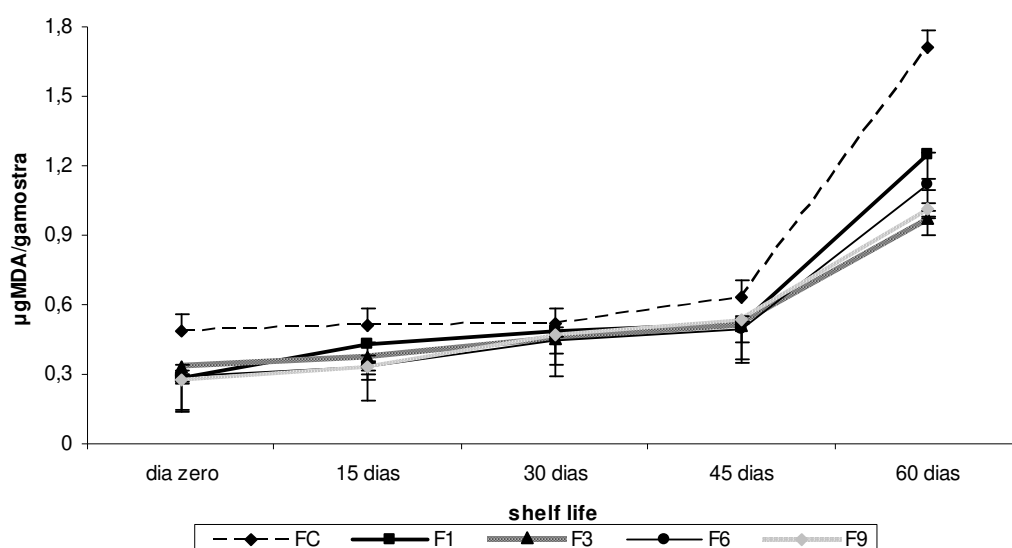


Figura 2- Comportamento dos valores de TBARS durante 60 dias de armazenamento refrigerado de salame cozido com redução de 50% de gordura adicionado de FOS. FC (15% gordura); F1 (7,5% gordura); F3 (7,5% gordura + 3% de FOS); F6 (7,5% gordura + 6% de FOS); F9 (7,5% gordura + 9% de FOS).

A quantificação do percentual de frutooligossacarídeo presente nos tratamentos foi determinada por método enzimático no tempo zero e após o período de armazenamento de 60 dias. Estas determinações foram realizadas a fim de prever a estabilidade do frutooligossacarídeo em decorrência do processamento, maturação, cozimento e perda de peso do produto.

Os resultados (Tabela 3) demonstraram que os percentuais de frutooligossacarídeo mantiveram-se estáveis ao longo do processamento e período de armazenamento. A hidrólise do frutooligossacarídeo provavelmente não ocorreu devido às condições de temperatura (62°C) e pH (>3,5)

desfavoráveis a quebra de suas ligações, conforme estudado por MATUSEK *et al.* (2009).

As formulações FC e F1 apresentaram valores inferiores a 0,10 g% uma vez que não foram adicionados de FOS. Nos tratamentos com adição de FOS os resultados no tempo zero foram de 3,15; 6,15 e 9,09 g% na F3, F6 e F9, respectivamente. Após 60 dias de armazenamento os valores encontrados foram semelhantes, 3,36 (F3); 6,29 (F6) e 9,50 g% (F9). Estes percentuais encontrados correspondem aos adicionados em cada uma das formulações (3, 6 e 9 %).

Estes resultados demonstram o potencial de aplicação de FOS em produto cárneo fermentado o qual associado a uma alimentação balanceada poderá trazer os benefícios prebióticos deste tipo de fibras. Segundo alguns estudos, a ingestão de apenas 5 g/dia de frutooligossacarídeo é suficiente para produzir os efeitos prebióticos e demais ações promotoras de saúde desejáveis deste tipo de fibras (SHIN *et al.*, 2000; RAO, 2000; SANGEETHA *et al.*, 2005). Porém, a ingestão de FOS não deve ser superior a 10 g/dia uma vez que poderá desenvolver problemas associados à flatulência (ROBERFROID; SLAVIN, 2000).

Tabela 3- Resultados da determinação enzimática de frutooligossacarídeos em pepperoni com redução de 50% de gordura adicionado de FOS.

Tratamentos FOS (g%)	FC	F1	F3	F6	F9
Tempo Zero (0 dia)	0,07±0,11	0,07± 0,03	3,15 ± 0,49	6,15 ±0,02	9,09 ± 0,87
Armazenamento (60 dias)	0,03±0,05	0,02± 0,02	3,36 ± 0,30	6,29 ±0,30	9,50 ± 0,16

¹ Média ± Desvio Padrão

FC (15% gordura); F1 (7,5% gordura); F3 (7,5% gordura + 3% de FOS); F6 (7,5% gordura + 6% de FOS); F9 (7,5% gordura + 9% de FOS).

3.2 Análises microbiológicas

A Tabela 4 apresenta os resultados das contagens microbiológicas realizadas durante o processamento e armazenamento dos pepperonis.

A contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos no tempo zero do processamento variou entre 7,02 log UFC g⁻¹ na formulação F6 até 6,70 log UFC g⁻¹ encontrado na formulação F1. Após o período de 24 horas de fermentação, com a redução do pH do pepperoni para valores abaixo de 5,00 as contagens aumentaram para valores de 8,98 (FC), 8,55 (F1), 8,55 (F3), 8,65 (F6) e 8,66 log UFCg⁻¹ (F9). No tempo de 36 horas, que corresponde às contagens realizadas após o tratamento térmico, em que os pepperonis atingiram temperatura interna de 62°C, ocorreu uma redução no número de microrganismos de modo significativo. A população microbiana ficou de um modo geral, com média ao redor de 5,50 log UFCg⁻¹.

A contagem de microrganismos aeróbios mesófilos no produto final (168 horas) manteve-se semelhante às contagens apresentadas no tempo de 36 horas. As maiores médias foram encontradas nas formulações F9 e F1 que diferiram estatisticamente dos tratamentos FC, F3 e F6. A menor contagem foi encontrada na F3 que diferiu ($P < 5\%$) em relação aos demais tratamentos.

No decorrer do período de 60 dias, as contagens em todas as formulações foram reduzidas conforme o tempo de armazenamento. Este comportamento de declínio das contagens de aeróbios mesófilos ao longo do período de armazenamento foi observado igualmente em todas as formulações apesar de haver diferença estatística entre elas. Ao final do período de 60 dias as formulações atingiram contagens de 2,80; 3,56; 2,82; 2,29 e 2,34 log UFCg⁻¹ nas formulações FC, F1, F3, F6 e F9, respectivamente. Este declínio de crescimento provavelmente ocorreu devido às condições não favoráveis ao desenvolvimento destes microrganismos, como por exemplo, a falta de nutrientes necessários ao seu desenvolvimento. Resultados similares foram encontrados por AHMAD e SRIVASTAVA (2007) ao avaliarem a vida útil de salame com diferentes níveis de gordura.

O resultado da contagem total de aeróbios mesófilos foi similar à contagem de bactérias lácticas, isso confirma a predominância desse grupo de microrganismos nesses produtos, conforme apresentado na Tabela 4. Esta semelhança pode ser observada desde o início do processamento até o final do tempo de 60 dias de armazenamento refrigerado. A predominância de bactérias ácido lácticas é favorecida pelas condições micro aeróbicas, somado à adição de sal de cura e açúcares, e pelo baixo pH inicial da mistura (<5,8) (SCHILLINGER; LUÈCKE citado em LUCKE, 2000). Todos estes fatores e as condições de fermentação do produto previnem o crescimento de diferentes patógenos.

A concentração de bactérias lácticas presentes no início da fermentação foi bastante similar em todas as formulações, apesar da diferença ($P < 5\%$) encontrada entre elas. As formulações F3 e F9 não diferiram entre si, assim como a F6 e F9, e as formulações FC e F1. Após fermentação de 24 horas, as contagens de bactérias lácticas atingiram valores superiores a $8,00 \log \text{UFCg}^{-1}$. A contagem destes microrganismos após o tratamento térmico (36 horas) diminuiu para valores ao redor de $6,00 \log \text{UFCg}^{-1}$ em todas as formulações. No decorrer do período de armazenamento do produto as contagens foram reduzidas até valores abaixo de $3,30 \log \text{UFCg}^{-1}$ o que evidencia as condições desfavoráveis para o crescimento a estes microrganismos.

Durante o período de fabricação e armazenamento não foi detectado em nenhuma formulação a presença de coliformes termotolerantes indicadores de contaminação fecal. No entanto, no dia zero foram encontrado bactérias termotolerantes com contagens semelhantes em todos os tratamentos com valores entre 4,50 e $4,95 \log \text{UFCg}^{-1}$. Estes valores indicam que a qualidade da matéria-prima e das condições higiênico- sanitárias durante o processamento foram adequadas, ao apresentar valor abaixo dos limites estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2001).

Após o tratamento térmico dos pepperonis, 30 horas de processamento, ao atingirem temperatura interna de 62°C o crescimento das bactérias termotolerantes foi praticamente inibido em todas as formulações, pelo uso da temperatura elevada bem como pela competição pela flora predominante de

bactérias lácticas. Este comportamento manteve-se até o final do armazenamento refrigerado de 60 dias.

Tabela 4- Média das contagens de microrganismos aeróbios mesófilos, bactérias lácticas e termotolerantes durante 60 dias de armazenamento refrigerado de pepperoni com redução de 50% de gordura adicionado de FOS.

Tratamentos		FC	F1	F3	F6	F9
Microrganismos (log UFCg ⁻¹)	0 h	6,76 ± 0,07 ^b	6,70 ± 0,09 ^b	6,78 ± 0,06 ^b	7,02 ^a ± 0,13 ^a	6,85 ± 0,10 ^a
	24 h	8,98 ± 0,06 ^a	8,55 ± 0,14 ^b	8,55 ± 0,06 ^b	8,65 ^b ± 0,07 ^b	8,66 ± 0,04 ^b
	36 h	6,09 ± 0,11 ^a	5,89 ± 0,14 ^{a,b}	5,30 ± 0,14 ^b	5,87 ^a ± 1,24 ^a	5,26 ± 0,93 ^b
	Aeróbios 168 h	5,76 ± 0,07 ^b	5,87 ± 0,13 ^a	5,60 ± 0,05 ^c	5,77 ^b ± 0,02 ^b	5,94 ± 0,04 ^a
	Mesófilos 15 dias	5,94 ± 0,02 ^a	5,48 ± 0,04 ^b	5,30 ± 0,03 ^d	5,35 ^{c,d} ± 0,04 ^{c,d}	5,41 ± 0,06 ^{b,c}
	30 dias	4,67 ± 0,01 ^b	5,00 ± 0,08 ^a	4,20 ± 0,15 ^c	4,00 ^d ± 0,00 ^d	5,17 ± 0,10 ^a
	45 dias	3,03 ± 0,21 ^c	5,00 ± 0,11 ^a	4,04 ± 0,16 ^b	2,68 ^d ± 0,20 ^d	3,00 ± 0,10 ^{c,d}
	60 dias	2,80 ± 0,36 ^b	3,56 ± 0,22 ^a	2,82 ± 0,07 ^b	2,29 ^c ± 0,14 ^c	2,34 ± 0,08 ^c
	0 h	6,65 ± 0,10 ^c	6,66 ± 0,06 ^c	7,04 ± 0,05 ^a	6,88 ± 0,08 ^b	6,94 ± 0,00 ^{a,b}
	24 h	8,88 ± 0,04 ^a	8,43 ± 0,13 ^d	8,54 ± 0,02 ^{c,d}	8,68 ± 0,08 ^{b,c}	8,70 ± 0,04 ^b
Bactérias (log UFCg ⁻¹)	36 h	6,04 ± 0,05 ^c	6,00 ± 0,03 ^d	5,16 ± 0,02 ^b	5,83 ± 0,02 ^a	6,08 ± 0,00 ^c
	Láticas 168 h	5,78 ± 0,07 ^c	5,79 ± 0,13 ^c	5,60 ± 0,05 ^b	5,77 ± 0,02 ^c	5,98 ± 0,04 ^a
	15 dias	5,62 ± 0,09 ^b	5,76 ± 0,03 ^a	5,50 ± 0,03 ^c	5,38 ± 0,04 ^d	5,27 ± 0,06 ^e
	30 dias	4,89 ± 0,09 ^d	4,75 ± 0,08 ^d	4,29 ± 0,16 ^b	4,08 ± 0,13 ^c	5,22 ± 0,02 ^a
	45 dias	3,19 ± 0,05 ^b	4,17 ± 0,03 ^a	3,17 ± 0,07 ^b	2,80 ± 0,04 ^b	2,95 ± 0,03 ^b
	60 dias	2,78 ± 0,17 ^b	3,30 ± 0,01 ^a	2,70 ± 0,01 ^b	2,08 ± 0,13 ^c	2,19 ± 0,20 ^c
	0 h	4,53 ± 0,23 ^a	4,75 ^a ± 0,04 ^a	4,72 ± 0,47 ^a	4,94 ± 0,46 ^a	4,89 ± 0,04 ^a
	24 h	3,86 ± 0,03 ^a	3,99 ± 0,12 ^a	3,37 ± 0,02 ^b	3,73 ± 0,09 ^a	3,87 ± 0,12 ^a
Termotolerantes (log UFCg ⁻¹)	36 h	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	168 h	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	15 dias	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	30 dias	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	45 dias	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	60 dias	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

¹ Média ± Desvio Padrão

Médias na mesma linha acompanhadas de mesma letra em minúsculo não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05).

FC (15% gordura); F1 (7,5% gordura); F3 (7,5% gordura + 3% de FOS); F6 (7,5% gordura + 6% de FOS); F9 (7,5% gordura + 9% de FOS).

3.3 Avaliação de cor

A Tabela 5 apresenta os valores da determinação da cor durante período de 60 dias de armazenamento refrigerado dos pepperonis. Os valores de L, que correspondem à luminosidade do produto, apresentaram-se superiores na maioria dos dias de análise na formulação controle (FC). A formulação com redução de 50% de gordura (F1) oscilou bastante seus valores durante os dias de análise.

A evolução do valor de L nas formulações com adição de frutooligossacarídeo (FOS) obteve médias, que oscilaram de 45,22 a 53,63. No tempo zero a formulação com 7,5% de gordura e 9% de FOS (F9) não diferiu da FC enquanto que os tratamentos F3 e F6 foram iguais entre si e diferentes das demais. Nos seguintes dias de análise nenhuma formulação com adição de FOS teve semelhança com o controle (FC), com valores inferiores de L.

Este comportamento de menor valor de L, nas formulações que contem FOS em relação aos demais tratamentos pode ser explicado pela capacidade que o frutooligossacarídeo possui de formar um gel que se une as proteínas miofibrilares da carne e aos demais componentes do produto (MATUSZEK citado em SALAZAR *et al.*, 2009). Como os produtos cárneos fermentados são desidratados ao longo do processamento, este gel sofre uma retração e consequentemente aumenta a turbidez e diminui a luminosidade do produto (MATUSZEK citado em SALAZAR *et al.*, 2009).

Os valores de a^* , que se referem à intensidade do vermelho dos pepperonis mantiveram-se estáveis ao longo do período de armazenamento em todas as formulações com redução de gordura. A formulação controle (FC) apresentou uma redução dos valores de a^* no decorrer do tempo de armazenamento. A intensidade do vermelho dos pepperonis com redução de gordura e adição de frutooligossacarídeo, de um modo geral, apresentou valores superiores quando comparados ao controle com alto teor de gordura. Semelhantemente, LIAROS *et al.* (2009) e SALAZAR *et al.* (2009) encontraram em salames com baixo teor de gordura uma coloração vermelha mais escura quando comparados com um controle sem redução de gordura. Este fato pode

estar relacionado com a menor quantidade de gordura (coloração branca) presente nestas formulações (LIAROS *et al.*, 2009).

O índice que avalia a intensidade do amarelo (b^*) nas formulações de pepperoni mostrou oscilações pequenas de suas médias em todas as formulações, evidenciando pouca influência da redução de gordura e da adição de FOS sobre este parâmetro.

Tabela 5- Médias da avaliação de cor (L, a^* e b^*) durante 60 dias de armazenamento refrigerado de salame cozido com redução de 50% de gordura adicionado de FOS.

Tratamentos	FC	F1	F3	F6	F9
L					
0	52,11 ± 0,69 ^{aA}	49,44 ± 0,46 ^{bA,B}	47,80 ± 0,55 ^{cC}	47,30 ± 0,18 ^{cB}	53,6 ± 0,29 ^{aA}
15	51,66 ± 0,27 ^{aA}	46,92 ± 0,16 ^{cC}	49,37 ± 0,46 ^{bB}	49,48 ± 0,47 ^{aA,B}	46,16 ± 0,21 ^{cC}
36	52,84 ± 0,29 ^{aA}	51,14 ± 0,28 ^{a,bA}	50,94 ± 0,38 ^{b,cA}	49,25 ± 0,55 ^{c,dA,B}	48,94 ± 0,48 ^{dB}
45	52,52 ± 0,21 ^{aA}	49,71 ± 0,31 ^{bB}	47,66 ± 0,42 ^{cC}	49,88 ± 0,38 ^{aA}	45,22 ± 0,18 ^{dC}
60	52,11 ± 0,50 ^{aA}	50,00 ± 0,39 ^{bA,B}	47,80 ± 0,19 ^{cC}	48,02 ± 0,24 ^{cB}	47,57 ± 0,21 ^{cB}
a*					
0	14,28 ± 0,24 ^{aA}	14,02 ± 0,18 ^{bA}	13,22 ± 0,24 ^{cB}	14,85 ± 0,07 ^{aA}	12,82 ± 0,11 ^{cB}
15	12,78 ± 0,10 ^{cA,B}	14,25 ± 0,15 ^{aA}	13,19 ± 0,30 ^{b,cB}	13,87 ± 0,23 ^{a,bB}	13,69 ± 0,15 ^{a,bA}
36	12,90 ± 0,25 ^{aA,B}	13,62 ± 0,18 ^{aA}	13,63 ± 0,22 ^{aB}	13,44 ± 0,26 ^{aB}	12,80 ± 0,17 ^{aB}
45	12,78 ± 0,23 ^{cA,B}	14,00 ± 0,09 ^{a,bA}	14,72 ± 0,13 ^{aA}	14,11 ± 0,18 ^{a,bA,B}	13,92 ± 0,11 ^{aA}
60	12,65 ± 0,75 ^{bB}	13,86 ± 0,25 ^{a,bA}	14,66 ± 0,17 ^{aA}	13,91 ± 0,17 ^{a,bB}	13,34 ± 0,20 ^{a,bA,B}
b*					
0	9,27 ± 0,16 ^{a,b A,B}	9,06 ± 0,09 ^{a,bA}	8,92 ± 0,16 ^{bA,B}	9,52 ± 0,14 ^{aA}	8,27 ± 0,10 ^{cA}
15	9,16 ± 0,20 ^{aA,B}	9,32 ± 0,21 ^{aA}	8,15 ± 0,34 ^{aB}	9,17 ± 0,42 ^{aA,B}	8,21 ± 0,19 ^{aA,B}
36	8,69 ± 0,31 ^{aB}	8,93 ± 0,14 ^{aA}	8,97 ± 0,17 ^{aA,B}	8,41 ± 0,28 ^{a,bB}	7,64 ± 0,11 ^{bB}
45	9,24 ± 0,07 ^{aA,B}	9,34 ± 0,15 ^{aA}	9,36 ± 0,13 ^{aA}	9,16 ± 0,11 ^{aA,B}	8,33 ± 0,20 ^{aA}
60	9,77 ± 0,22 ^{aA}	9,00 ± 0,29 ^{bA}	9,44 ± 0,10 ^{a,bA}	8,82 ± 0,10 ^{bA,B}	8,77 ± 0,09 ^{bA}

¹ Média ± Desvio Padrão

Médias na mesma linha acompanhadas de mesma letra em minúsculo não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05).

Médias na mesma coluna acompanhadas de mesma letra em maiúsculo não são significativamente diferentes pelo teste de TUKEY (P<0,05).

FC (15% gordura); F1 (7,5% gordura); F3 (7,5% gordura + 3% de FOS); F6 (7,5% gordura + 6% de FOS); F9 (7,5% gordura + 9% de FOS).

3.4 Perfil de textura

A Tabela 6 apresenta os resultados do perfil de textura dos pepperonis durante 60 dias de armazenamento refrigerado. Os parâmetros de dureza (N), elasticidade, coesividade e mastigabilidade (N) foram avaliados.

No dia zero (168 h) os valores de dureza foram superiores em todas as formulações com redução de gordura quando comparadas ao controle (FC). SALAZAR *et al.* (2009) encontraram resultados semelhantes ao estudar salames com redução de gordura (50 e 80%) e adição de diferentes níveis de frutooligossacarídeo (2, 4 e 6%). Outros autores observaram em diferentes produtos cárneos com redução de gordura este mesmo comportamento (SHAND, 2000; JIMÉNEZ-COLMENERO *et al.*, 2001; MENDOZA *et al.*, 2001; GARCIA *et al.*, 2002).

Entretanto, após 15 dias de armazenamento, os tratamentos sem adição de FOS (FC e F1) apresentaram maiores valores de dureza, sendo que estes diferiram estatisticamente das formulações com adição da fibra (F3, F6 e F9). No decorrer do tempo de armazenamento, com 30 dias de refrigeração, os pepperonis das formulações F1, F3 e F6 obtiveram médias mais elevadas quando comparadas a FC e F9. No tempo final do período de 60 dias os tratamentos F1 e F3 apresentaram valores de 76,14 e 75,28, respectivamente sem diferença entre eles. A F6 (60,24), F9 (60,08) e FC (58,11) também não diferiram entre si com relação à dureza. Foi observado que os menores valores foram encontrados no tratamento com maior percentual de FOS.

Os parâmetros de elasticidade e coesividade apresentaram de um modo geral, comportamento semelhante ao longo do período de armazenamento dos pepperonis. A FC, com valores inferiores aos demais tratamentos, diferiu significativamente das formulações com redução de gordura e adição de FOS.

O comportamento similar entre os parâmetros de elasticidade e coesividade foram semelhantes aos encontrados por SALAZAR *et al.* (2009) e RIAROS *et al.* (2009). No entanto, não ocorreu um aumento destes valores

com o acréscimo do percentual de fibra solúvel na formulação conforme citado por JIMÉNEZ-COLMENERO (2000) em diferentes produtos cárneos.

Os valores mais elevados do parâmetro de mastigabilidade foram evidenciados nos tratamentos F1, F3, F6 e F9, diferindo estatisticamente do FC. Os resultados encontrados no tempo zero de avaliação são similares aos encontrados no parâmetro de dureza. Estes resultados concordam com os estudos de SALAZAR *et al.* (2009), ALÉSON- CARBONELL (2003) e MENDOZA *et al.* (2001).

No decorrer do período de armazenamento, a redução de gordura e adição de frutooligossacarídeo nas formulações manteve este a mastigabilidade diferente em relação ao controle com alto percentual de gordura na maioria dos dias de avaliação. Neste parâmetro, a F3 (15 e 45 dias) e F6 (15 e 60 dias) foram os tratamentos com maior semelhança a FC ao não apresentar diferença significativa ($P < 5\%$).

Tabela 6- Resultados do perfil de textura durante 60 dias de armazenamento refrigerado de pepperoni com redução de 50% de gordura adicionado de FOS.

Tratamentos		FC	F1	F3	F6	F9
Dureza (N)	0	51,84± 0,88 ^{bb}	59,00± 2,03 ^{ac}	58,87 ± 1,51 ^{ab}	53,95± 1,24 ^{a,bb}	56,40 ± 1,18 ^{a,bb}
	15	62,82 ± 1,46 ^{aA}	68,00± 1,37 ^{aB}	56,32 1,83 ^{bB}	52,01± 0,86 ^{b,cB}	49,93 ±1,25 ^{cC}
	30	53,83± 1,10 ^{bb}	59,98±0,83 ^{aC}	60,50 ± 0,78 ^{aB}	59,85± 1,62 ^{aA}	46,18± 0,88 ^{cC}
	45	64,11± 2,13 ^{a,bA}	70,06±1,19 ^{aA,B}	58,35± 1,68 ^{bB}	64,65± 1,41 ^{a,bA}	46,77± 1,94 ^{cC}
	60	58,11± 0,89 ^{bA}	76,14± 0,86 ^{aA}	75,28± 1,59 ^{aA}	60,24± 1,65 ^{bA}	60,08± 1,60 ^{bA}
Elasticidade	0	0,65 ± 0,05 ^{bA}	0,75± 0,08 ^{aB}	0,74 ± 0,00 ^{aB}	0,74 ± 0,00 ^{aA,B}	0,73 ± 0,00 ^{aA,B}
	15	0,70 ± 0,00 ^{dA}	0,75 ± 0,00 ^{a,bB}	0,76 ± 0,00 ^{aB}	0,73 ± 0,00 ^{b,cB}	0,75 ± 0,00 ^{c,dB}
	30	0,64 ± 0,03 ^{bA}	0,77 ± 0,00 ^{aA,B}	0,75± 0,00 ^{aB}	0,75 ± 0,00 ^{aA,B}	0,72 ± 0,00 ^{aA,B}
	45	0,70± 0,00 ^{bA}	0,78 ± 0,00 ^{aA,B}	0,77 ± 0,00 ^{aA,B}	0,76± 0,00 ^{aA}	0,70± 0,01 ^{bB}
	60	0,68± 0,00 ^{cA}	0,79 ± 0,00 ^{a,bB}	0,81± 0,01 ^{aA}	0,74 ± 0,00 ^{bA,B}	0,75± 0,00 ^{bA}
Coesividade	0	0,64 ± 0,05 ^{bA}	0,69 ± 0,04 ^{aA}	0,68 ± 0,05 ^{aB}	0,68 ± 0,00 ^{aA}	0,67 ± 0,00 ^{aA}
	15	0,63 ± 0,00 ^{cA}	0,68 ± 0,00 ^{a,bA}	0,70 ± 0,00 ^{aB}	0,68 ± 0,00 ^{a,bA}	0,67± 0,00 ^{bA}
	30	0,65± 0,01 ^{bA}	0,68± 0,00 ^{aA}	0,69± 0,00 ^{aB}	0,70± 0,00 ^{aA}	0,67 ± 0,00 ^{a,bA}
	45	0,64± 0,00 ^{cA}	0,69± 0,00 ^{aA}	0,69± 0,00 ^{aB}	0,68± 0,00 ^{aA}	0,66± 0,00 ^{bA}
	60	0,63± 0,00 ^{cA}	0,69± 0,00 ^{bA}	0,73± 0,01 ^{aA}	0,68± 0,00 ^{bA}	0,68± 0,00 ^{bA}
Mastigabilidade (N)	0	21,56 ± 0,32 ^{cC}	30,46 ± 0,99 ^{aC}	29,58 ± 0,84 ^{a,bB}	27,11± 0,76 ^{bB}	27,60 ± 0,59 ^{a,bB}
	15	27,79±0,62 ^{b,cA}	35,21±0,74 ^{aB}	29,91±0,95 ^{bB}	25,96 ±0,49 ^{c,dB}	24,07±0,87 ^{dC}
	30	22,24± 0,98 ^{bC}	31,88± 0,64 ^{aC}	31,85± 0,31 ^{aB}	31,40± 1,00 ^{aA}	22,44± 0,51 ^{bC}
	45	28,67± 0,91 ^{cA}	37,98±0,93 ^{aA,B}	31,64 ± 0,99 ^{b,cB}	33,96± 0,85 ^{a,bA}	22,18± 1,12 ^{dC}
	60	25,25± 0,52 ^{cA,B}	41,58± 0,71 ^{aA}	45,11± 2,75 ^{aA}	30,94± 1,28 ^{b,cA}	32,43± 1,35 ^{bA}

[†] Média ± Desvio Padrão

Médias na mesma linha acompanhadas de mesma letra em minúsculo não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05).

Médias na mesma coluna acompanhadas de mesma letra em maiúsculo não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05).

FC (15% gordura); F1 (7,5% gordura); F3 (7,5% gordura + 3% de FOS); F6 (7,5% gordura + 6% de FOS); F9 (7,5% gordura + 9% de FOS).

3.5 Análise sensorial

A Tabela 8 apresenta os resultados da avaliação sensorial dos pepperonis durante o período de armazenamento de 45 dias. A análise sensorial não foi aplicada no tempo de 60 dias devido aos tratamentos apresentarem valores de oxidação lipídica elevados de 1,71; 1,24; 0,974; 1,12 e 1,017 µg MDA/g amostra para FC, F1, F3, F6 e F9, respectivamente. No entanto, os produtos apresentaram estabilidade microbiológica durante esse período.

Os valores de TBA limitam a vida útil dos produtos cárneos fermentados, em função do elevado percentual de gordura presente nas formulações. Desse fato resultam reações de oxidação que produzem alguns compostos intermediários e finais considerados potencialmente tóxicos à saúde humana (compostos de oxidação do colesterol). Alguns aldeídos com α e β insaturações, incluindo o malonaldeído, são reconhecidos por seus efeitos tóxicos, mutagênicos e carcinogênicos (KUBOW, 1990; NEWBURG; CONCON, 1980).

As análises aplicadas nos tempos zero e 15 dias em relação ao atributo da cor, não demonstraram diferença estatística entre as formulações controle, com redução de gordura e adição de FOS. A FC apresentou nota inferior com diferença significativa da F9 quando avaliada com 30 dias de armazenamento. Os tratamentos F1, F3, F6 e F9 apresentaram médias mais elevadas em relação à FC em todos os dias de avaliação pelo painel de provadores. Estes resultados remetem aos encontrados na avaliação de intensidade do vermelho (a^*), na qual os menores valores foram atribuídos ao tratamento controle.

A avaliação do aroma dos pepperonis manteve-se estável ao longo do armazenamento do produto, tanto quando comparadas entre as formulações como entre os dias de análise de cada tratamento. No entanto, apesar de não existir diferença estatística entre as formulações, os menores valores foram atribuídos para à FC nos dias 15, 30 e 45.

O sabor dos pepperonis não foi afetado pela redução de gordura e adição de FOS, uma vez que nenhuma diferença ($P < 5\%$) foi observada entre as formulações durante todo o período de avaliação. E de maneira semelhante aos resultados encontrados nos atributos de cor e aroma, as piores notas foram direcionadas a formulação controle (FC).

De modo similar, a textura dos diferentes tratamentos de pepperoni não foi prejudicada pela alteração do percentual de gordura e adição de FOS nas formulações. No entanto, ao final do armazenamento o FC com valor de 4,97, apresentou diferença quando comparado as demais formulações, F1(6,19), F3(6,59), F6(6,58) e F9 (6,42). Este resultado reporta ao encontrado na análise

de perfil de textura dos pepperonis, no qual a FC apresentou menores médias em praticamente todos os atributos avaliados, como por exemplo, mastigabilidade e dureza. Este fato pode ser atribuído a funcionalidade da fibra solúvel, que forma um gel estável que pode modificar as propriedades de textura dos alimentos com redução de gordura (FRANK, 2002; SALAZAR *et al.*, 2009).

A partir dos resultados dos demais parâmetros, cor, aroma, sabor e textura, o painel de provadores manteve a opinião em relação à impressão global dos pepperonis. Até o tempo de 30 dias não foi observada nenhuma diferença estatística entre as formulações. No tempo de 45 dias, a FC apresentou a menor média e diferiu ($P < 5\%$) de F1, F3 e F9. As demais formulações não demonstraram diferença entre seus resultados.

Resultados semelhantes em todos os atributos de avaliação sensorial foram encontrados por Salazar *et al.* (2009) que ao adicionarem 2, 4 e 6% de FOS em salames com percentual de 15 e 6% de gordura não observaram diferença estatística entre seus tratamentos. E de forma similar, as maiores notas foram direcionadas aos tratamentos com redução de gordura e adição de FOS (SALAZAR *et al.*, 2009).

O teste de intenção de compra (Figura 3) dos pepperonis demonstrou uma maior preferência da formulação com redução de 50% de gordura, quando comparada a formulação tradicional de pepperoni. No tempo zero, a soma de intenções positivas de (certa e provavelmente compraria) foi maior nas F1 e F6 ao somar 70%. A F6 manteve este percentual com 15 dias de avaliação e a F9 adquiriu 80% de intenções de compra dos provadores. No tempo de 30 dias de armazenamento refrigerado, a F1 e F9 mantiveram-se como preferidas pelo painel de provadores. Ao final de 45 dias a F1 e F3 adquiriram 66% e a F9 60% de aprovação. O maior percentual de certamente não compraria foi atribuído a formulação FC em todos os dias de avaliação.

Tabela 8- Avaliação sensorial durante 45 dias de armazenamento refrigerado de pepperoni com redução de 50% de gordura adicionado de FOS.

Atributos		FC	F1	F3	F6	F9
Cor	0	5,75±1,87 ^{aA}	6,53±1,34 ^{aA}	6,05±1,80 ^{aA}	6,28±1,86 ^{aA}	6,53±1,71 ^{aA}
	15	5,50 ±1,85 ^{aA,B}	6,17 ±1,82 ^{aA}	6,02±1,66 ^{aA}	6,35 ±1,66 ^{aA}	6,34 ±1,61 ^{aA}
	30	5,86±1,89 ^{bA}	6,34±1,62 ^{a,bA}	6,70 ±1,58 ^{a,b}	6,61 ±1,69 ^{a,bA}	6,86±1,58 ^{aA}
	45	4,66±1,85 ^{bB}	6,10 ±1,62 ^{aA}	5,93±1,78 ^{aA}	6,07 ±1,62 ^{aA}	6,19±1,80 ^{aA}
Aroma	0	5,81±1,97 ^{aA}	5,78 ±2,00 ^{aA}	5,61 ±1,71 ^{aA}	5,43±2,09 ^{aA}	5,80 ±1,88 ^{aA}
	15	5,85±1,96 ^{aA}	6,48 ±1,97 ^{aA}	6,03±1,61 ^{aA}	6,32±1,74 ^{aA}	6,21 ±1,77 ^{aA}
	30	5,89±1,89 ^{aA}	6,09±1,71 ^{aA}	6,18±2,05 ^{aA}	6,30±1,82 ^{aA}	6,04 ±2,03 ^{aA}
	45	5,29 ±1,97 ^{aA}	5,74 ±1,96 ^{aA}	5,72±1,87 ^{aA}	5,59±1,82 ^{aA}	5,82±2,02 ^{aA}
Sabor	0	5,87 ±2,11 ^{aA}	6,35±1,89 ^{aA}	5,88±2,10 ^{aA}	6,10 ±2,15 ^{aA}	6,04 ±2,08 ^{aA}
	15	6,32±1,90 ^{aA}	6,59±1,78 ^{aA}	6,45±1,75 ^{aA}	6,40±1,83 ^{aA}	6,68±1,51 ^{aA}
	30	5,96±2,14 ^{aA}	6,43±1,52 ^{aA}	6,48±1,65 ^{aA}	6,16±1,97 ^{aA}	6,28±1,90 ^{aA}
	45	5,44 ±2,07 ^{aA}	6,22±1,88 ^{aA}	6,33±1,60 ^{aA}	5,98±1,65 ^{aA}	6,23±1,79 ^{aA}
Textura	0	5,64 ±2,29 ^{aA,B}	5,98 ±1,84 ^{aA}	6,55±1,61 ^{aA}	6,24 ±1,90 ^{aA}	6,50 ±1,73 ^{aA}
	15	6,43 ±1,94 ^{aA}	6,48 ±1,87 ^{aA}	6,63 ±1,63 ^{aA}	6,63±1,65 ^{aA}	6,89±1,37 ^{aA}
	30	5,94 ±2,16 ^{aA,B}	6,72 ±1,45 ^{aA}	6,59±1,63 ^{aA}	6,62 ±1,84 ^{aA}	6,53 ±2,06 ^{aA}
	45	4,97±2,61 ^{bB}	6,19±1,75 ^{aA}	6,59 ±1,77 ^{aA}	6,58±1,60 ^{aA}	6,42±1,74 ^{aA}
Aceitação global	0	5,84 ±1,96 ^{aA,B}	6,44 ±1,58 ^{aA}	6,10 ±1,86 ^{aA}	6,22 ±1,85 ^{aA}	6,15±1,91 ^{aA}
	15	6,22 ±1,90 ^{aA}	6,63 ±1,74 ^{aA}	6,53±1,49 ^{aA}	6,65 ±1,53 ^{aA}	6,71 ±1,55 ^{aA}
	30	5,90 ±1,94 ^{aA,B}	6,47 ±1,61 ^{aA}	6,42 ±1,79 ^{aA}	6,52 ±1,78 ^{aA}	6,21 ±2,06 ^{aA}
	45	5,21±1,84 ^{bB}	6,36 ±1,63 ^{aA}	6,47 ±1,39 ^{aA}	6,04 ±1,63 ^{a,bA}	6,19±1,60 ^{aA}

¹ Média ± Desvio Padrão

Médias na mesma linha acompanhadas de mesma letra em minúsculo não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05).

Médias na mesma coluna acompanhadas de mesma letra em maiúsculo não são significativamente diferentes pelo teste de TUKEY (P<0,05).

FC (15% gordura); F1 (7,5% gordura); F3 (7,5% gordura + 3% de FOS); F6 (7,5% gordura + 6% de FOS); F9 (7,5% gordura + 9% de FOS).

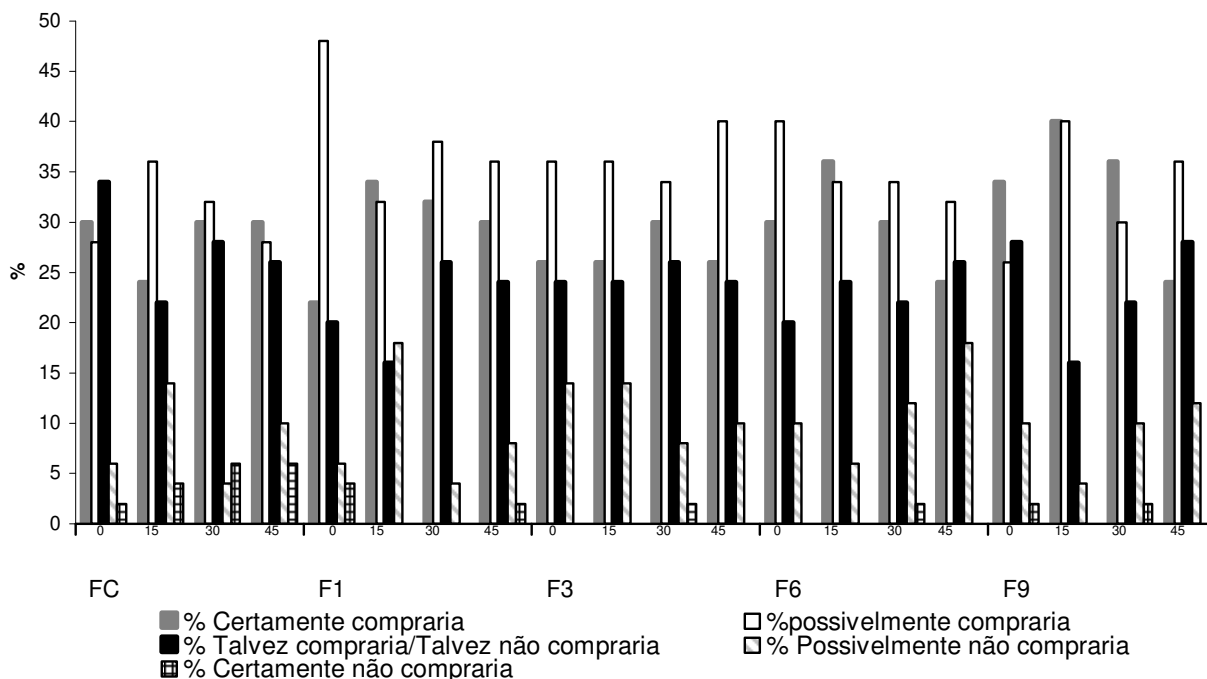


Figura 3- Percentagem de intenção de compra de pepperoni durante 45 dias de armazenamento refrigerado.

FC (15% gordura); F1 (7,5% gordura); F3 (7,5% gordura + 3% de FOS); F6 (7,5% gordura + 6% de FOS); F9 (7,5% gordura + 9% de FOS).

4 Conclusão

O uso de frutooligossacarídeo (FOS) como substituto de gordura e ingrediente prebiótico em produto cárneo fermentado cozido resultou ser uma boa alternativa para tornar este tipo de produto mais atrativo ao consumidor, com reduzido valor calórico e melhor perfil nutricional. A adição de FOS manteve os pepperonis estáveis em relação às suas características físico-químicas e microbiológicas durante o processo de fermentação e maturação. A estabilidade lipídica durante armazenamento de 60 dias não foi influenciada pela adição de FOS na formulação.

O teor de FOS não sofreu alteração durante o armazenamento dos pepperonis o que sugere um ingrediente funcional com estabilidade e com potencial de aplicação em produto cárneo fermentado cozido.

Além disso, a redução de 40% de gordura e adição de FOS nos pepperonis demonstrou ter pouca interferência nos parâmetros de L, a* e b*. Os valores de L foram menores nas formulações F3, F6 e F9 e a coloração vermelha (a*) foi acentuada pela adição de FOS. Os parâmetros de textura como dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade apresentaram-se diferentes nas formulações com baixo teor de gordura e adição de FOS quando comparados a FC. No entanto, estes resultados não depreciaram a qualidade final do produto na qual teve uma boa aceitação sensorial em todos os atributos avaliados.

Deste modo, este trabalho permitiu a elaboração de um produto cárneo fermentado cozido mais saudável pela redução de gordura e melhor perfil nutricional pela adição de FOS, estável durante toda a vida útil do pepperoni.

5 Referências bibliográficas

AHMAD, S.; SRIVASTAVA, P. K. Quality and shelf life evaluation of fermented sausages of buffalo meat with different levels of heart and fat. **Meat Science**, v.75, p.603–609, 2007.

ALESON-CARBONELL, L.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A.; KURI, V. Functional and sensory effects of fibre-rich ingredients on breakfast fresh sausages manufacture. **Food Science and Technology International**, v.11, p.89–97, 2005.

ANSORENA, D.; ASTIASARAN, I. Effect of storage and packaging on fatty acid composition and oxidation in dry fermented sausages made with added olive oil and antioxidants. **Meat Science**, v.67, n.2, p. 237–244, 2004.

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

BAKA, A. M.; PAPAVERGOU, E. J.; PRAGALAKI, T.; BLOUKAS, J. G.; KOTZEKIDOU, P. Effect of selected autochthonous starter cultures on

processing and quality characteristics of Greek fermented sausages. **LWT - Food Science and Technology**, v.44, p.54-61, 2011.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 22 de 31 de junho de 2000, Anexo V. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Salame. Diário Oficial da União, Brasília, 3 ago. 2000. Disponível em: <http://www.engetecno.com.br/legislacao/carnes_salame.htm> Acesso em: 28 out. 2010.

BRUNA, J.M.; ORDÓÑEZ, J.A.; FERNÁNDEZ, M.; HERRANZ, B.; DE LA HOZ, L. Microbial and physico-chemical changes during the ripening of dry fermented sausages superficially inoculated with or having added an intracellular cell-free extract of *Penicillium aurantiogriseum*. **Meat Science**, v.59, p.87-96, 2001.

CÁCERES, E.; GARCÍA, M. L.; TORO, J.; SELGAS, M.B. The effect of fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. **Meat Science**, v.68, p.87-96, 2004.

CHAKRABORTY, A. K.; DE FRIETAS SOUSA, J.; CHAKRABORTY, D.; FUNASAKA, Y.; BHATTACHARYA, M.; CHATTERJEE, A.; et al. GnT-V expression and metastatic phenotypes in macrophage-melanoma fusion hybrids is down-regulated by 5-Aza-dC: Evidence for methylation sensitive, extragenic regulation of GnT-V transcription. **Gene**, v.374, p.166-173, 2006.

DAY, L.; SEYMOUR, R. B.; PITTS, F. K.; KONCZAK, I.; LUNDIN, I. Incorporation of functional ingredients into foods. **Trends in Food Science & Technology**, v.20, p.388-395, 2009.

DE VRIES, J. The obesity epidemic: Medical and ethical considerations. **Science and Engineering Ethics**, v.13, n.1, p.55-67, 2007.

DEL NOBILE, M. A.; CONTE A.; INCORONATO, A. L.; PANZA, O.; SEVI, A.; MARINO, R. New strategies for reducing the pork back-fat content in typical Italian salami. **Meat Science**, v.81, p.263-269, 2009.

DOU, J. L.; XU, Q. S.; TAN, C. Y.; WANG, W. X.; DU, Y. G.; BAI, X. F.; et al. Effects of chitosan oligosaccharides on neutrophils from glycogen-induced peritonitis mice model. **Carbohydrate Polymers**, v.75, p.119-124, 2009.

ERGÖNÜL, B.; ERGÖNÜL, P. G.; OBUZ, E. Functional traits of prebiotic ingredients of meat products - Chemical, textural and sensory traits of meatballs containing inulin and oligofructose as prebiotic additives. **Fleischwirtschaft**, v.89, n.2, p.140-154, 2009.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SENDRA, E.; SAYAS-BARBERÁ, E.; NAVARRO, C.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. Physico-chemical and microbiological profiles of “salchichón” (Spanish dry-fermented sausage) enriched with orange fiber. **Meat Science**, v.80, p.410-417, 2008.

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

FRANK, A. Technological functionality of inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, v.87, n.2, p. S287–S291, 2002.

GARCÍA, M. L.; DOMÍNGUEZ, R.; GÁLVEZ, M. D.; CASAS, C.; SELGAS, M. D. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. **Meat Science**, v.60, p. 227–236, 2002.

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

HUGHES, M.; KERRY, J.; ARENDT, E.; KENNEALLY, P.; MCSWEENEY, P.; O’NEILL, E. Characterization of proteolysis during ripening of semi-dry fermented sausages. **Meat Science**, v.62, p.205–216, 2002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, ed.4, Brasília, 2005.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Relevant factors in strategies for fat reduction in meat Products. **Trends in Food Science & Technology**, v.11, p. 56-66, 2000.

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

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; CARBALLO, S. C. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. **Meat Science**, v.59, p.5–13, 2001.

KORAKLI, M.; HINRICHS, C.; EHRMANN, M. A.; VOGEL, R. F. Enzymatic determination of inulin and fructooligosaccharides in food. **European Journal of Food Research and Technology**, v.217, p.530–534, 2003.

KUBOW, S. Toxicity of dietary lipid peroxidation products. **Trends in Food Science and Technology**, v. 1, p. 67-71, 1990.

LEROY, F.; VERLUYTEN, J.; VUYS, L. D. Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. **International Journal of Food Microbiology**, v.106, p. 270 – 285, 2006.

LIAROS, N.G.; KATSANIDIS, E.; BLOUKAS, J.G. Effect of the ripening time under vacuum and packaging film permeability on processing and quality

characteristics of low-fat fermented sausages. **Meat Science**, v.83, p.589–598, 2009.

LUCKE, F-K. Utilization of microbes to process and preserve meat. **Meat Science**, v.56, p.105-115, 2000.

MANNING, T. S.; GIBSON, G. R. Prebiotics. Best Practice & Research Clinical. **Gastroenterology**, v.18, p.287–298, 2004.

MATUSEK, A.; MERÉSZ, P.; DIEM LE T. K.; ÖRSI, F. Effect of temperature and pH on the degradation of fructo-oligosaccharides. **European Journal of Food Research and Technology**, v.228, p.355–365, 2009.

MENDOZA, E.; GARCÍA, M. L.; CASAS, C.; SELGAS, M. D. Inulin as fat substitute in low fat dry fermented sausages. **Meat Science**, v.57, p.387–393, 2001.

MUGUERZA, E.; FISTA, G.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I.; BLOUKAS, J. G. Effect of fat level and parcial replacement of pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. **Meat Science**, v.61, p.397–404, 2002.

NEWBURG, D. S.; CONCON, J. M. Malonaldehyde concentrations in food are affected by cooking conditions. **Journal of Food Science**, v. 45, n.6, p. 1681-1687, 1980.

OCKERMAN, H.W. **Quality control of post-mortem muscle and tissue**. Columbus, OH: Department of Animal Science, Ohio State University, 1976.

OLIVARES A.; NAVARRO, J. L.; SALVADOR, A.; FLORES, M. Sensory acceptability of slow fermented sausages based on fat content and ripening time. **Meat Science**, v.86, p. 251–257, 2010.

ORDOÑEZ, J. A. P.; RODRIGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnología de Alimentos: Alimentos de origen animal**. Porto Alegre: Artmed, v. 2, 2005, 279 p.

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

PAPADIMA, S. N.; BLOUKAS, J. G. Effect of fat level and storage conditions on quality characteristics of traditional Greek sausages. **Meat Science**, v.51, p.103–113, 1999.

QIANG, X.; YONGLIE, C.; QIANBING, W. Health benefit application of functional oligosaccharides. **Carbohydrate Polymers**, v.77, n.3, p. 435-441, 2009.

RAO, V. A. The prebiotic properties of FOS at low intake levels. **Nutrition Research**, v.21, p.843–848, 2001.

ROBERFROID, M.; SLAVIN, J. Nondigestible oligosaccharides. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.40, p.461–480, 2000.

ROLLO, F.; LUCIANI, S.; MAROTA, I.; OLIVIERI, C.; ERMINI, L. Persistence and decay of the intestinal microbiota's DNA in glacier mummies from the Alps. **Journal of Archaeological Science**, v.34, p.1294–1305, 2007.

SALAZAR, P.; GARCÍA, M. L.; SELGAS, M. D. A review Short-chain fructooligosaccharides as potential functional ingredient in dry fermented sausages with different fat levels. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, p.1100-1107, 2009.

SANGEETHA, P.T.; RAMESH, M.N.; PRAPULLA S.G. Recent trends in the microbial production, analysis and application of Fructooligosaccharides. **Trends in Food Science & Technology**, v.16, p.442–457, 2005.

SARIÇOBAN, C.; OZALP, B.; YILMAZ, T. M; OZEN, G.; KARAKAYA, M.; AKBULUT, M. Characteristics of meat emulsion systems as influenced by different levels of lemon albedo. **Meat Science**, v.80, p. 599–606, 2008.

SCANNELL, A. G. M.; HILL, C.; ROSS, R. P.; SCHWARZ, G.; ARENDT, E. K. Effect of nitrite on a bacteriocinogenic *Lactococcus lactis* transconjugant in fermented sausage. **European Food Research and Technology**, v.213, p.48–52, 2001.

SGARBIERI, V. C.; PACHECO, M. T. B. Revisão: Alimentos Funcionais Fisiológicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 2, n. 2, p.7-19, 1999.

SHAND, P.J. Textural, water holding and sensory properties of low-fat pork bologna with normal and waxy starch hull-less barley. **Journal of Food Science**, v.65, p.101–107, 2000.

SHIN, H. S.; LEE, J. H.; PESTKA, J. J.; USTUNOL, Z. Growth and viability of commercial *Bifidobacterium* sp. in Skim Milk containing oligosaccharides and inulin. **Journal of Food Science**, v.65, p.884–887, 2000.

SPSS. **User's guide [computer program]. 2002.** Statistics SPSS Inc Version 11.5 Headquarters. Chicago. IL, 1 CD.

TERRA, N.N.; BRUM, M.A.R. **Carne e seus derivados-técnicas de controle de qualidade.** São Paulo: Ed. Nobel. 1988. 121p

WANG, B.; PACE, R. D.; DESSAI, A. P.; BOVELL-BENJAMIN, A.; PHILLIPS B. Modified Extraction Method for Determining 2-Thiobarbituric Acid Values in Meat with Increased Specificity and Simplicity. **Journal Of Food Science**, v. 67, n.8, p. 2833- 2836, 2002.

WICK, M. et al. Dietary supplementation of vitamin e affects the peroxide value of subcutaneous lamb fat. **Journal of Muscle Foods**, v.12, p.237-243, 2001.

XUE, S. X.; CHEN, X. M.; LU, J. X.; JIN, L. Q. Protective effect of sulfated *Achyranthes bidentata* polysaccharides on streptozotocin-induced oxidative stress in rats. **Carbohydrate Polymers**, v.75, p.415–419, 2009.

Capítulo 3

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE PRODUTO CÁRNEO FERMENTADO COZIDO COM REDUÇÃO DE NACL ADICIONADO DE REALÇADORES DE SABOR E AMINOÁCIDOS.

RESUMO

A redução de NaCl em produtos cárneos fermentados tem o objetivo de diminuir o teor de sódio ingerido na dieta devido a problemas de saúde correlacionados com seu consumo em excesso. O estudo teve por objetivo avaliar as características físico-químicas e sensoriais de pepperoni com redução de 50 e 75% de NaCl por KCl utilizando diferentes combinações de realçadores de sabor e aminoácidos. Foram elaboradas 11 formulações em cada um dos experimentos sendo uma formulação controle e as demais com substituição de 50 e 75% NaCl por KCl e adição de 0,06% de glutamato monossódico e inosinato dissódico/guanilato dissódico, 1% de lisina e 0,075 % de taurina em diferentes combinações. Os resultados demonstraram que a adição dos realçadores de sabor e aminoácidos na redução de 50% de NaCl não alteraram de um modo geral as características físico-químicas, cor e textura dos pepperonis. Além disso, a aceitação sensorial do produto não diferiu da formulação controle e a redução de sódio foi de 42,80%. No experimento com 75% de substituição de NaCl as análises físico-químicas não foram alteradas, porém a cor (L e b*) e textura foram prejudicadas pela redução de NaCl. A aceitação sensorial dos pepperonis foi comparada ao controle apenas nas formulações que utilizaram a combinação de glutamato monossódico com inosinato dissódico/guanilato dissódico, lisina e taurina. Neste experimento a redução de sódio foi de 68,10%.

Palavras-chave: redução de sódio, cloreto de potássio, glutamato monossódico, inosinato dissódico e guanilato dissódico, lisina e taurina.

1 Introdução

A ingestão excessiva de sódio tem sido correlacionada à hipertensão e consequentemente, ao aumento do risco de acidente vascular cerebral e doenças cardiovasculares (RUUSUNEN; PUOLANNE, 2005, WHO, 2003) e comprometimento de funções renais. No entanto, a ingestão de sódio na maioria dos países industrializados ultrapassa o valor nutricional recomendado pela OMS que corresponde a 5 g/dia de sal o que é equivalente a 2g de sódio por dia (WHO, 2003).

A principal fonte de sódio na dieta é proveniente do cloreto de sódio e este é um dos principais ingredientes dos produtos cárneos fermentados, com papel fundamental na qualidade microbiológica, estabilidade físico-química e manutenção das características sensoriais de sabor e textura (ZANARDI *et al.*, 2010) .

Normalmente, 2,0-4,0% de NaCl (OCKERMAN; BASU, 2007; STAHNKE; TJENER, 2007) é o percentual adicionado em produtos cárneos fermentados e estes valores aumentam ao final do processo, devido à perda de água durante a maturação. Além disso, outras fontes de sódio estão presentes nos produtos cárneos, tais como nitrito/nitrato e ascorbato de sódio (STAHNKE; TJENER, 2007).

Para reduzir o teor de sódio em produtos cárneos algumas alternativas estão sendo estudadas como, por exemplo, a utilização de outros sais, tais como KCl, MgCl₂ e CaCl₂. Dentre estes sais, o KCl é o mais estudado (GOU *et al.*, 1996; GIMENO *et al.*, 2001; GELABERT *et al.*, 2003; GUÀRDIA *et al.*, 2008; CAMPAGNOL *et al.*, 2011a) por apresentar propriedades funcionais similares ao NaCl, porém a sua aplicação em produtos cárneos ainda é limitada por seu sabor amargo (ASKAR *et al.*, 1994; GUÀRDIA *et al.*, 2008).

A combinação destes sais com realçadores e mascaradores de sabor como extratos, lactatos, glutamato monossódico, nucleotídeos, entre outros, tem demonstrado efeito de potencializar o sabor salgado através da ativação de receptores sensoriais na boca. Deste modo, estes ingredientes ajudam a

compensar a redução de sal e minimizar os efeitos indesejáveis como o sabor metálico (BRANDSMA, 2006).

Outra estratégia é o uso de aminoácidos, tais como a lisina e a taurina (CAMPAGNOL *et al.*, 2011a). Estes aminoácidos podem interferir no desenvolvimento do sabor e atuar indiretamente no aroma de produtos cárneos fermentados, uma vez que são precursores de muitos compostos voláteis (MCSWEENEY; SOUSA, 2000; STAHNKE *et al.*, 2000).

Neste contexto, o objetivo do estudo foi avaliar as propriedades físico-químicas e sensoriais de produto cárneo fermentado cozido (pepperoni), com substituição de 50 e 75% de NaCl por KCl com diferentes combinações de glutamato monossódico, inosinato dissódico, guanilato dissódico, lisina e taurina.

2 Material e métodos

2.1 Desenho experimental

Foram utilizados dois níveis de redução de sal no produto estudado:

- Redução de 50% NaCl: Neste experimento com pepperoni foi realizada a substituição de 50% do cloreto de sódio (NaCl) por cloreto de potássio (KCl). Foram elaborados 11 tratamentos de pepperoni com uma variação nas combinações de realçadores de sabor e aminoácidos (Tabela 1).
- Redução de 75% NaCl: Neste experimento com pepperoni foi realizada a substituição de 75% do cloreto de sódio (NaCl) por cloreto de potássio (KCl). Foram elaborados 11 tratamentos de pepperoni com uma variação nas combinações de realçadores de sabor e aminoácidos (Tabela 1).

2.2 Seleção de realçadores de sabor e aminoácidos

Os realçadores de sabor e aminoácidos foram escolhidos a partir de estudos preliminares realizados por CAMPAGNOL *et al.* (2011). Os componentes selecionados foram: a) realçadores de sabor - glutamato monossódico (GM) e Ajitide® (5' ribonucleotídeo- inosinato dissódico e guanilato dissódico ((IMP/GMP), 50:50), b) aminoácidos - lisina (LS) e taurina (TR). Todos estes ingredientes foram fornecidos pela empresa Ajinomoto Interamericana Indústria e Comércio Ltda. (São Paulo, Brasil).

As concentrações selecionadas para este estudo basearam-se nos resultados obtidos por CAMPAGNOL *et al.* (2011). O glutamato monossódico e inosinato e guanilato dissódico foram utilizados na concentração de 0,06%, lisina 1% e taurina 0,075% (Tabela 1).

2.3 Formulação

O processamento foi realizado em duplicata para cada experimento e os tratamentos foram elaborados segundo a formulação: carne suína (65%), carne bovina (20%), gordura suína (15%), glicose (1,0%), nitrito de sódio (0,015%), pimenta branca (0,02%), alho em pó (0,3%), noz moscada (0,02%), eritorbato de sódio (0,025%) e cultura *Starter Bactoferm TPS-X* Chr. Hansen, composta por *Staphylococcus xylosus* e *Pediococcus pentosaceus* (0,25%). A partir desta formulação foram elaborados 11 tratamentos em cada um dos experimentos (50 e 75% de redução de NaCl), como segue na Tabela 1.

A matéria prima cárnea bovina (69% umidade, 23% proteína, 8% lipídeos e 1% cinzas) foi proveniente do Frigorífico JBS-Friboi, e a carne suína (73% umidade, 22% proteína, 5,5% lipídeos e 1% cinzas) e gordura suína (63% umidade, 8% proteína, 29% lipídeo e 0,2% cinzas) foram procedentes do Frigorífico sob inspeção federal da SADIA (São Paulo, SP, Brasil). Todos os demais ingredientes utilizados na formulação foram fornecidos pela empresa New Max Industrial (Americana, SP, Brasil).

Tabela 1- Formulações de pepperoni com 50 e 75% de substituição de NaCl.

<i>Experimento 50%NaCl</i>											
<i>Tratamentos (%)</i>											
	FC	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
NaCl	2,5	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
KCl	-	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
GM	-	-	0,06	-	-	0,06	0,06	0,06	-	-	-
IMP/GMP	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	0,06	0,06
LS	-	-	-	1,0	-	1,0	-	-	1,0	1,0	-
TR	-	-	-	-	0,075	-	0,075	-	0,075	-	0,075

<i>Experimento 75% NaCl</i>											
<i>Tratamentos (%)</i>											
	FC	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
NaCl	2,5	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625
KCl	-	1,875	1,875	1,875	1,875	1,875	1,875	1,875	1,875	1,875	1,875
GM	-	-	0,06	-	-	0,06	0,06	0,06	-	-	-
IMP/GMP	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	0,06	0,06
LS	-	-	-	1,0	-	1,0	-	-	1,0	1,0	-
TR	-	-	-	-	0,075	-	0,075	-	0,075	-	0,075

* NaCl- cloreto e sódio; KCl- cloreto de potássio; GM- glutamato monosódico; IMP/GMP- inosinato-guanilato dissódico (50:50); LS- lisina e TR- taurina.

2.4 Processamento

Primeiramente, as carnes passaram por um “*toalete*” para a retirada do excesso de gordura. Em seguida a carne suína (pernil) foi moída em disco de 5 mm, a carne bovina (recorte do dianteiro) e gordura suína (toucinho lombar) em disco de 3 mm. Após a correta pesagem dos ingredientes, as carnes foram misturadas com o sal (NaCl e/ou KCl) para melhor extração das proteínas miofibrilares. Neste momento, foram adicionadas a massa os realçadores de sabor (GM e IMP/GMP) assim como os aminoácidos LS e TR, sendo que a lisina foi previamente misturada ao KCl. Em seguida os demais ingredientes foram adicionados na seguinte ordem: glicose, nitrito de sódio, eritorbato de sódio, pimenta branca, alho em pó, noz moscada e Cultura *Starter* Bactoferm

TPS-X (homogeneizado em aproximadamente 10 mL de água destilada). Por último foi adicionada a gordura suína.

Após o processo de mistura, a massa cárnea foi moída em disco de 3 mm, a fim de homogeneizar os ingredientes e embutida em tripa fibrosa de 52 mm.

As peças foram colocadas em câmara de maturação com temperatura de $28^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $90\% \pm 5\%$ e velocidade do ar $< 0,5$ m/s. Estes parâmetros foram mantidos até que os pepperonis atingiram $\text{pH} < 5,0$. A seguir, as peças foram cozidas em estufa a 60°C durante uma hora, elevando-se a temperatura em 10°C a cada 30 minutos até atingir 80°C . O produto foi retirado da estufa quando atingiu a temperatura interna de 62°C e, após ser resfriado, foi novamente colocado na câmara de maturação com condições controladas de $15^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ de temperatura, $70\% \pm 5\%$ de umidade relativa e velocidade do ar $< 0,5$ m/s até que a atividade de água foi reduzida para valores menores que 0,92.

Durante o processamento, foram monitorados o pH e atividade de água (A_w) dos pepperonis. No produto final, foi determinada a umidade, concentração de sódio e potássio, cor (L , a^* e b^*), perfil de textura e avaliação sensorial. Os resultados encontrados foram avaliados através de análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

2.5 Análises físico-químicas

Foram realizadas as análises físico-químicas de determinação de atividade de água, umidade, pH e quantificação dos níveis de sódio e potássio dos pepperonis.

A atividade de água foi mensurada através do medidor de A_w Aqualab - DECAGON do Laboratório de Carnes e Processos do DTA/Unicamp, em três

repetições por tratamento e no tempo zero (logo após o processamento) e produto final (168 horas de maturação).

A % de umidade foi realizada em cinco repetições, no produto final e seguiu metodologia descrita pela Norma 24.002 da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1984), que consiste em secagem a 105°C até peso constante.

A determinação do valor de pH foi realizada através do pHmetro MA 130 Metler, com sonda de penetração, em seis repetições, em três peças diferentes, de cada tratamento.

A análise de sódio e potássio dos pepperonis foi realizada em triplicata de cada tratamento, segundo metodologia descrita pela ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (2005).

2.6 Avaliação de cor

Na determinação da cor foi utilizado um espectrofotômetro Colorquest II (Hunter-Lab) baseado no sistema de cor CIELAB, onde L^* representa a luminosidade, a^* o eixo vermelho-verde e b^* o eixo amarelo-azul. Os seguintes ângulos de operação foram observados: ângulo de visão 10°, iluminante D65 e modo de calibração RSEX (Refectância especular excluída). As amostras foram fatiadas com espessura de aproximadamente 1 mm para padronização e mantidas a temperatura ambiente até o momento da leitura. As leituras foram realizadas em 10 repetições por tratamento no produto final.

2.7 Perfil de textura

As medidas do perfil de textura TPA (Texture Profile Analysis) foram realizadas no produto final com no mínimo 10 leituras para cada tratamento. Foi utilizado o aparelho Texturômetro TA-TX2 (Stable Micro Systems Ltda) com célula de carga de 10 kg. Cada amostra foi cortada em cilindros de 3 cm de

altura e comprimida axialmente em dois ciclos consecutivos de 30% de compressão com um probe de 30 mm de diâmetro, movendo-se a uma velocidade constante de teste de 1 mm/s. A coleta dos dados e a construção das curvas de TPA foram realizadas pelo programa Texture Expert, versão 1.11 (Stable Micro Systems Ltda.). Foram calculados os parâmetros de dureza, adesividade, coesividade, elasticidade e mastigabilidade.

2.8 Teste de aceitação

O estudo foi protocolado e aprovado pelo Comitê de ética da Universidade Estadual de Campinas, SP, Brasil, sob o número 268/2010. Todos os participantes assinaram um termo de consentimento da pesquisa para participarem como voluntários.

Foram realizados estudos de aceitação em relação aos atributos de cor, aroma, sabor e textura dos pepperonis. A avaliação sensorial das 11 formulações de cada experimento foi aplicada em três séries, utilizando balanceamento proposto por MACFIE e BRATCHELL, (1989).

Para a avaliação sensorial foram convidados cerca de 100 provadores não treinados, mas consumidores de produtos cárneos como pepperoni. As amostras foram servidas aos provadores em cabines individuais, através de apresentação monádica (STONE; SIDEL, 1985), em copinhos fechados e codificados aleatoriamente com números de 3 dígitos. Para a avaliação foi utilizada uma escala hedônica estruturada de 9 pontos, com extremos que variaram de desgostei muitíssimo (0) a gostei muitíssimo (9).

Na mesma ficha de avaliação foi realizado um teste de intenção de compra dos produtos avaliados, na qual o provador demonstrava se compraria ou não o produto se estivesse à venda. Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.9 Análise estatística

Os resultados foram analisados pela análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$), utilizando o pacote estatístico SPSS (SPSS, Chicago, IL, USA).

3 Resultados e discussão

3.1 Análises físico-químicas

Os resultados de atividade de água (A_w), umidade e pH estão apresentados na Tabela 2. Em ambos os experimentos estudados a substituição de 50 e 75% de NaCl por KCl não alterou de modo significativo os valores de A_w dos pepperonis, sendo que em nenhum dos experimentos foi observada diferença ($P < 5\%$) entre os tratamentos e o controle. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por ZANARDI *et al.* (2010) que não encontraram diferença de A_w em salames com substituição de 50% de NaCl por uma mistura de sais de cloreto (KCl, $MgCl_2$ e $CaCl_2$).

No experimento com 50% de substituição de NaCl, o maior percentual de umidade foi observado nos tratamentos F1(KCl), F4 (TR), F5 (GM+LS) e F7 (GM+IMP/GMP) com valores de 43,08; 42,45; 42,54 e 43,22%, respectivamente. Estes tratamentos diferiram significativamente quando comparados aos demais. A FC (2% de NaCl) com 40,86% de umidade não apresentou diferença significativa de F2 (GM), F6 (GM+TR), F9 (GM+IMP/GMP +LS) e F10 (GM+ IMP/GMP +TR). Concordando com estes resultados, GELABERT *et al.* (2003) encontraram valores semelhantes de umidade em salames com substituição de até 40% de NaCl por KCl.

O teor de umidade nos tratamentos com 75% de substituição NaCl foi semelhante entre os tratamentos FC, F2, F3 e F5 que não diferiram estatisticamente entre si. Apesar da diferença significativa entre os tratamentos as médias encontradas foram bastante próximas.

Os valores de pH acompanhados no tempo zero, 24 e 168 horas (produto final) de maturação demonstraram que a combinação de KCl com alguns realçadores de sabor e aminoácidos alteraram os valores de pH no tempo zero de processamento nos dois experimentos avaliados.

No experimento com 50% NaCl as formulações F4 (TR), F7 (GM + IMP/GMP) e F9 (GM + IMP/GMP + LS) apresentaram diferença estatística em relação à formulação FC (controle), com médias de 5,82, 5,85 e 5,82, respectivamente. Estes valores foram superiores à média da FC, de 5,78. Os resultados do experimento com redução de 75% de NaCl demonstraram que a formulação controle (FC) diferiu significativamente ($P < 5\%$) das formulações F1 (KCl), F3 (LS), F4 (TR), F9 (GM + IMP/GMP + LS) e F10 (GM + IMP/GMP + TR).

As medidas de pH após fermentação de 24 horas foram reduzidas para valores em torno de 5,00. Esta acidificação é de extrema importância para os produtos cárneos fermentados uma vez que o acúmulo de ácido lático, devido ao crescimento de bactérias ácido lácticas, auxilia na inibição do desenvolvimento de microrganismos patogênicos (URSO *et al.*, 2006; LEROY *et al.*, 2006). Além disso, a queda do pH promove um afastamento do pH do ponto isoelétrico das proteínas e, deste modo, auxilia no processo de desidratação do produto (ALESON-CARBONELL *et al.*, 2005; MUGUERZA *et al.*, 2002). Neste período, os valores de pH oscilaram entre 5,02 e 4,80 no experimento com redução de 50% de NaCl e 4,91 e 4,75 no experimento com 75% de redução de NaCl.

No produto final (168 horas), as formulações com 50% de redução de NaCl adicionadas de taurina (F4), glutamato monossódico + lisina (F5), glutamato monossódico + inosinato/guanilato dissódico (F7) e glutamato monossódico + inosinato/guanilato dissódico + taurina (F10) foram as formulações que não diferiram da controle (FC). Valores de pH mais elevados foram encontrados nas formulações F2 (GM), F3 (LS), F6 (GM+TR), F8 (LS+TR) e F9 (GM+IMP/GMP+LS). No entanto, no experimento com 75% de substituição de NaCl todas as formulações foram diferentes estatisticamente da controle (FC) e iguais entre si ao final do processo de maturação, com valores

de pH mais elevados. A influência da substituição de NaCl por outros sais como KCl, MgCl₂ e CaCl₂ sobre o desenvolvimento do pH de produtos cárneos fermentados é bastante controverso conforme estudado por GIMENO *et al.* (2001); FLORES *et al.* (2005); GELABERT *et al.* (2003); ZANARDI *et al.* (2010) entre outros.

Tabela 2- Resultados das análises físico-químicas de atividade de água, umidade e pH dos pepperonis com redução de sódio.

Experimento 50% NaCl						
Tratamentos	Atividade de água		Umidade (%)		pH	
	0 h	168 h	168 h	0 h	24 h	168 h
FC	0,983±0,01 ^a	0,910±0,00 ^a	40,86±0,23 ^{e,f}	5,78±0,02 ^{d,e,f}	4,95±0,02 ^{b,c,d}	4,60±0,02 ^{d,e}
F1	0,981±0,00 ^a	0,906±0,02 ^a	43,08±0,33 ^{a,b}	5,80±0,03 ^{b,c,d,e}	4,92±0,05 ^{c,d,e}	4,58±0,04 ^e
F2	0,981±0,01 ^a	0,911±0,01 ^a	41,54±0,18 ^{d,e}	5,79±0,00 ^{c,d,e,f}	4,97±0,02 ^{a,b,c}	4,73±0,05 ^a
F3	0,978±0,00 ^a	0,911±0,01 ^a	41,78±0,06 ^{c,d}	5,79±0,02 ^{c,d,e,f}	4,90±0,02 ^{d,e}	4,70±0,05 ^{a,b}
F4	0,982±0,02 ^a	0,907±0,03 ^a	42,45±0,13 ^{b,c}	5,82±0,01 ^{b,c}	4,89±0,02 ^{d,e}	4,60±0,03 ^{c,d,e}
F5	0,979±0,00 ^a	0,920±0,01 ^a	42,54±0,29 ^{a,b}	5,80±0,01 ^{b,c,d,e}	4,80±0,04 ^{b,c,d}	4,61±0,04 ^{c,d,e}
F6	0,984±0,02 ^a	0,919±0,01 ^a	40,65±0,29 ^f	5,78±0,01 ^{d,e,f}	4,90±0,03 ^{d,e}	4,670±0,05 ^{b,c}
F7	0,984±0,01 ^a	0,919±0,01 ^a	43,22±0,26 ^a	5,85±0,01 ^a	4,87±0,07 ^e	4,58±0,03 ^e
F8	0,981±0,03 ^a	0,907±0,00 ^a	41,77±0,19 ^{c,d}	5,77±0,01 ^{e,f}	5,01±0,01 ^{a,b}	4,67±0,01 ^{b,c}
F9	0,982±0,00 ^a	0,909±0,00 ^a	41,50±0,37 ^{d,e}	5,82±0,002 ^{a,b}	5,02±0,00 ^a	4,66±0,03 ^{b,c}
F10	0,983±0,00 ^a	0,919±0,01 ^a	41,43±0,33 ^{d,e}	5,76±0,00 ^f	4,87±0,02 ^e	4,60±0,01 ^{c,d,e}

Experimento 75% NaCl						
Tratamentos	Atividade de água		Umidade (%)		pH	
	0h	168h	168h	0h	24h	168h
FC	0,984±0,02 ^a	0,92±0,00 ^a	40,19±0,22 ^b	5,78±0,01 ^{b,c}	4,75±0,03 ^e	4,27±0,00 ^b
F1	0,982±0,01 ^a	0,919±0,00 ^a	41,22±0,11 ^a	5,80±0,01 ^a	4,78±0,02 ^{c,d,e}	4,73±0,02 ^a
F2	0,981±0,01 ^a	0,909±0,01 ^a	40,11±0,20 ^b	5,77±0,00 ^{c,d}	4,80±0,02 ^{b,c,d}	4,76±0,06 ^a
F3	0,979±0,03 ^a	0,894±0,01 ^a	40,00±0,26 ^{b,c}	5,76±0,00 ^{d,e}	4,80±0,01 ^{b,c,d}	4,71±0,02 ^a
F4	0,982±0,04 ^a	0,914±0,04 ^a	37,64±0,11 ^{e,f}	5,80±0,01 ^a	4,83±0,02 ^b	4,71±0,03 ^a
F5	0,980±0,01 ^a	0,895±0,04 ^a	39,70±0,14 ^{b,c}	5,77±0,00 ^{c,d}	4,80±0,04 ^{b,c,d}	4,73±0,04 ^a
F6	0,983±0,01 ^a	0,916±0,01 ^a	39,12±0,20 ^d	5,79±0,00 ^{a,b}	4,77±0,01 ^{d,e}	4,70±0,02 ^a
F7	0,982±0,01 ^a	0,87±0,05 ^a	38,30±0,19 ^e	5,79±0,00 ^{a,b}	4,75±0,02 ^e	4,74±0,02 ^a
F8	0,981±0,00 ^a	0,904±0,00 ^a	39,20±0,22 ^{c,d}	5,78±0,00 ^{b,c}	4,81±0,01 ^{b,c}	4,74±0,07 ^a
F9	0,981±0,05 ^a	0,903±0,01 ^a	37,42±0,17 ^f	5,76±0,00 ^{d,e}	4,82±0,02 ^b	4,75±0,04 ^a
F10	0,982±0,01 ^a	0,903±0,00 ^a	41,73±0,69 ^a	5,75±0,01 ^e	4,91±0,01 ^a	4,77±0,05 ^a

^a Média ± Desvio Padrão

Médias na mesma coluna acompanhadas de mesma letra em minúsculo não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05). **Experimento 50% NaCl:** FC (2,5%NaCl); F1(1,25% NaCl e 1,25% KCl); F2 (1,25% NaCl, 1,25% KCl e 0,06% GM); F3 (1,25% NaCl, 1,25% KCl e 1,0% LS); F4 (1,25% NaCl, 1,25% KCl e 0,075% TR); F5 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e 1,0% LS); F6 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e 0,075% TR); F7 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP); F8 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 1,0% LS e 0,075% TR); F9 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP e 1,0% LS) e F10 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP e 0,075% TR). **Experimento 75% NaCl:** FC (2,5%NaCl); F1(0,625% NaCl e 1,875% KCl); F2 (0,625% NaCl, 1,875% KCl e 0,06% GM); F3 (0,625% NaCl, 1,875% KCl e 1,0% LS); F4 (0,625% NaCl, 1,875% KCl e 0,075% TR); F5 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e 1,0% LS); F6 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e 0,075% TR); F7 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP); F8 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 1,0% LS e 0,075% TR); F9 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP e 1,0% LS) e F10 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP e 0,075% TR).

O percentual de sódio e potássio nos pepperonis reformulados demonstrou uma redução significativa de sódio e um acréscimo de potássio, o que proporcionou uma modificação benéfica no perfil nutricional do produto.

Os resultados de determinação de sódio e potássio dos pepperonis dos experimentos com redução de 50 e 75% de NaCl estão apresentados na Tabela 3. Através da avaliação dos resultados, podemos demonstrar que no experimento com redução de 50% NaCl o percentual de redução de sódio encontrado em relação à formulação controle foi de 39,57 (F1), 39,50 (F2), 42,55 (F3), 41,59 (F4), 41,29 (F5), 47,75 (F6), 47,82 (F7), 45,42 (F8), 40,91 (F9) e 42,01% (F10). O percentual de redução média de sódio foi de 42,80%. Este valor é considerado adequado, uma vez que o sódio está presente na matéria-prima carne e em alguns aditivos da formulação (nitrito e eritorbato de sódio). Estes resultados são similares aos encontrados por CAMPAGNOL *et al.* (2011) e ZANARDI *et al.* (2010).

Neste mesmo experimento houve um acréscimo da concentração de potássio nas formulações com 50% de substituição de NaCl por KCl. Os resultados quando comparados à FC (547 mg/ 100 g) demonstraram que o valor de potássio aumentou em 129,81 (F1), 122,22 (F2), 123,66 (F3), 120,84 (F4), 135,07 (F5), 129,28 (F6), 131,64 (F7), 129,47 (F8), 126,60 (F9) e 128,41% (F10).

A redução de sódio nas formulações com 75% de substituição de NaCl quando, comparadas ao controle (com 1442 mg/100 g de NaCl) foi de 66,61 (F1); 67,59 (F2); 68,01 (F3); 68,25 (F4); 67,67 (F5); 65,65 (F6); 67,68 (F7); 69,56 (F8); 68,30 (F9) e 71,48% (F10). A média de redução de sódio foi de 68,10% conforme esperado pelo estudo. A FC apresentou 1442,62 mg/100 g de sódio enquanto que as demais formulações apresentaram uma média de 450,05 mg/100 g de sódio.

O acréscimo no percentual de potássio no experimento que adicionou 75% de KCl foi bastante significativo quando comparado com a formulação sem adição de potássio. As formulações apresentaram um aumento de 416,00 mg/100 g (FC) para uma média de 1548,98 mg/100 g nas demais formulações.

Tabela 3- Teores de sódio e potássio dos pepperonis com redução de sódio.

<i>Experimento 50% NaCl</i>			<i>Experimento 75% NaCl</i>		
<i>Tratamentos</i>	<i>Sódio (mg/100g)</i>	<i>Potássio (mg/100g)</i>	<i>Tratamentos</i>	<i>Sódio (mg/100g)</i>	<i>Potássio (mg/100g)</i>
FC	1478,01±2,87 ^a	547,16±1,08 ^f	FC	1442,62±2,29 ^a	416,01±10,96 ^e
F1	893,11±3,54 ^b	1257,44±1,74 ^{b,c}	F1	481,63±2,69 ^c	1523,42±5,02 ^{c,d}
F2	894,18±3,05 ^b	1215,89±3,88 ^e	F2	467,57±2,25 ^d	1568,61±7,45 ^b
F3	849,08±1,36 ^e	1223,78±4,45 ^{d,e}	F3	461,50±1,66 ^d	1592,15±5,96 ^a
F4	863,33±2,13 ^{c,d}	1208,35±9,96 ^e	F4	457,98±1,17 ^d	1574,95±8,24 ^{a,b}
F5	867,78±1,36 ^{c,d}	1286,18±1,74 ^a	F5	466,34±2,44 ^d	1556,20±5,10 ^b
F6	772,26±0,21 ^g	1254,53±4,91 ^{b,c}	F6	495,55±1,49 ^b	1535,28±2,90 ^c
F7	771,26±1,88 ^g	1267,44±3,01 ^b	F7	466,33±3,38 ^d	1507,88±6,01 ^d
F8	806,74±1,66 ^f	1255,58±3,04 ^{b,c}	F8	439,18±2,02 ^e	1557,84±7,23 ^b
F9	873,36±1,96 ^c	1239,88±13,29 ^c	F9	457,29±1,01 ^d	1505,48±3,43
F10	857,11±3,58 ^{d,e}	1249,78±7,92 ^{b,c}	F10	411,38±2,95 ^f	1567,95±5,42 ^b

^f Média ± Desvio Padrão

Médias na mesma coluna acompanhadas de mesma letra em minúsculo não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05). **Experimento 50% NaCl:** FC (2,5%NaCl); F1(1,25% NaCl e 1,25% KCl); F2 (1,25% NaCl, 1,25% KCl e 0,06% GM); F3 (1,25% NaCl, 1,25% KCl e 1,0% LS); F4 (1,25% NaCl, 1,25% KCl e 0,075% TR); F5 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e 1,0% LS); F6 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e 0,075% TR); F7 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP); F8 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 1,0% LS e 0,075% TR); F9 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP e 1,0% LS) e F10 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP e 0,075% TR). **Experimento 75% NaCl:** FC (2,5%NaCl); F1(0,625% NaCl e 1,875% KCl); F2 (0,625% NaCl, 1,875% KCl e 0,06% GM); F3 (0,625% NaCl, 1,875% KCl e 1,0% LS); F4 (0,625% NaCl, 1,875% KCl e 0,075% TR); F5 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e 1,0% LS); F6 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e 0,075% TR); F7 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP); F8 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 1,0% LS e 0,075% TR); F9 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP e 1,0% LS) e F10 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP e 0,075% TR).

3.2 Avaliação de cor

A Tabela 4 apresenta os resultados de cor (L, a* e b*) para os experimentos com redução de 50 e 75% NaCl. No experimento com 50% NaCl a coloração dos salames não foi afetada em nenhuma das formulações avaliadas quando comparadas entre si e com o controle (FC) sem redução de NaCl. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por GOU *et al.* (1996) na qual substituíram em até 50% NaCl por KCl em lombos suínos fermentados.

No entanto, pequenas alterações foram encontradas no experimento com 75% de redução de NaCl em relação aos valores de L (luminosidade) e b*

(intensidade do amarelo). A luminosidade dos pepperonis (L) foi diferente da FC apenas nas formulações F2 (GM), F7 (GM+IMP/GMP) e F9 (GM+ IMP/GMP +LS) com médias superiores ao controle. Os valores de b* diferiram significativamente da FC apenas em F8 (LS+TR) e F10 (GM+ IMP/GMP +TR). Valores de L e b* mais elevados em produtos cárneos fermentados com redução de sódio também foram encontrados por GIMENO *et al.* (1999).

A intensidade do vermelho (a*) não apresentou diferença significativa entre o controle (FC) e as demais formulações estudadas. Este resultado é muito relevante uma vez que a cor vermelha dos produtos cárneos fermentados é um dos atributos mais importantes para uma boa aceitação do produto.

Tabela 4- Resultados de cor (L, a* e b*) de pepperonis com redução de sódio.

Tratamentos	Experimento 50% NaCl			Experimento 75% NaCl		
	L	a*	b*	L	a*	b*
FC	50,47±0,83 ^a	14,29±0,39 ^a	9,68±0,38 ^a	46,77±3,78 ^{b,c}	15,70±0,68 ^a	9,86 ±1,17 ^{c,d}
F1	49,21±1,72 ^a	14,79±0,82 ^a	9,56±0,15 ^a	51,03±3,35 ^{a,b}	14,35±0,82 ^a	10,38 ±0,52 ^{b,c,d}
F2	46,54±0,71 ^a	15,67±0,37 ^a	9,59±0,29 ^a	52,27±0,74 ^a	14,19±1,69 ^a	10,42 ±0,58 ^{b,c}
F3	49,31±0,80 ^a	15,25±0,57 ^a	10,24±0,15 ^a	50,85±0,68 ^{a,b}	14,72±0,37 ^a	10,30 ±0,26 ^{b,c,d}
F4	48,32±1,04 ^a	15,01±0,43 ^a	9,34±0,55 ^a	46,25 ±5,44 ^{b,c}	14,78±1,58 ^a	9,12±1,05 ^d
F5	46,76±1,11 ^a	15,83±0,27 ^a	9,37±0,24 ^a	48,83 ±1,22 ^{a,b,c}	15,19±1,37 ^a	10,64 ±0,62 ^{a,b,c}
F6	50,78±1,32 ^a	15,55±0,47 ^a	10,78±0,26 ^a	51,24 ±0,77 ^{a,b}	15,41±0,37 ^a	11,00 ±0,30 ^{a,b,c}
F7	48,78±1,31 ^a	15,56±0,57 ^a	10,36±0,21 ^a	53,24±2,52 ^a	13,80±0,85 ^a	11,31 ±1,0 ^{a,b,c}
F8	47,31±1,07 ^a	13,99±4,04 ^a	9,00±0,45 ^a	51,66 ±1,07 ^{a,b}	15,48±0,46 ^a	11,77±0,45 ^a
F9	47,29±1,61 ^a	15,34±0,52 ^a	10,27±1,60 ^a	44,38±6,52 ^c	15,53±0,77 ^a	10,90 ±0,14 ^{a,b,c}
F10	50,85±1,18 ^a	14,86±0,27 ^a	10,26±0,35 ^a	46,68 ±5,19 ^{b,c}	15,43±0,40 ^a	11,56 ±0,60 ^{a,b}

^a Média ± Desvio Padrão

Médias na mesma coluna acompanhadas de mesma letra em minúsculo não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05). **Experimento 50% NaCl:** FC (2,5%NaCl); F1(1,25% NaCl e 1,25% KCl); F2 (1,25% NaCl, 1,25% KCl e 0,06% GM); F3 (1,25% NaCl, 1,25% KCl e 1,0% LS); F4 (1,25% NaCl, 1,25% KCl e 0,075% TR); F5 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e 1,0% LS); F6 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e 0,075% TR); F7 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP); F8 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 1,0% LS e 0,075% TR); F9 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP e 1,0% LS) e F10 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP e 0,075% TR). **Experimento 75% NaCl:** FC (2,5%NaCl); F1(0,625% NaCl e 1,875% KCl); F2 (0,625% NaCl, 1,875% KCl e 0,06% GM); F3 (0,625% NaCl, 1,875% KCl e 1,0% LS); F4 (0,625% NaCl, 1,875% KCl e 0,075% TR); F5 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e 1,0% LS); F6 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e 0,075% TR); F7 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP); F8 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 1,0% LS e 0,075% TR); F9 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP e 1,0% LS) e F10 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP e 0,075% TR).

3.3 Análise de perfil de textura

Os parâmetros de dureza, coesividade, elasticidade e mastigabilidade foram, de um modo geral alterados pela substituição de NaCl por KCl (Tabela 5). No entanto foi observado que no experimento com 50% NaCl + 50% KCl menores alterações foram encontradas quando comparadas ao experimento com 25% NaCl + 75% KCl.

Nos resultados do experimento com 50% NaCl, a dureza da formulação controle (FC) foi de 66,01N e este valor não apresentou diferença significativa dos tratamentos F2 (GM), F3 (LS), F4 (TR), F5 (GM+LS) e F10 (GM+ IMP/GMP +TR).

O parâmetro de elasticidade não foi alterado pela substituição de NaCl por KCl. De modo semelhante, poucas alterações foram observadas nos parâmetro de coesividade, na qual apenas a F5 foi estatisticamente diferente da FC, sendo que as demais formulações não apresentaram diferença entre si e o controle. No entanto, a mastigabilidade foi diferente nas formulações F6, F7 e F8, quando comparadas à formulação FC, com valores de 28,21; 30,24 e 27,81 N/cm, respectivamente.

Os parâmetros de dureza, coesividade, elasticidade e mastigabilidade obtiveram valores inferiores no experimento com 75% de substituição de NaCl por KCl, na qual todas as formulações estudadas diferiram ($P < 5\%$) do controle (FC). A diminuição da dureza e coesividade em produtos cárneos fermentados com substituição de NaCl por outros sais também foi observada por GOU *et al.* (1996) e GIMENO *et al.* (1999).

A adição de NaCl em produtos cárneos, de um modo geral, possibilita a interação entre as proteínas miofibrilares e outros componentes da matriz, especialmente água e gordura. Essas interações eletrostáticas são baseadas nas cargas positivas e negativas presentes nas proteínas e sais adicionados, que atraem ou repelem – se mutuamente (FEINER, 2006). A adição de NaCl provoca o efeito de repulsão entre as cargas e deste modo promove uma melhor extração das proteínas da carne (FEINER, 2006), o que é avaliado em

termos de força iônica. Portanto, pelo fato do NaCl apresentar força iônica maior que o KCl e o nível de substituição ser elevado (75%), as propriedades funcionais responsáveis pela ligação de água e gordura foram reduzidas, explicando a menor dureza dos produtos finais.

Tabela 5- Perfil de textura dos pepperonis com redução de sódio.

Experimento 50% NaCl				
Tratamentos	Dureza (N)	Coesividade	Elasticidade	Mastigabilidade (N)
Controle	66,01±4,85 ^a	0,787±0,01 ^a	0,691±0,01 ^{a,b}	35,97±2,55 ^a
F1	57,49±4,17 ^{b,c,d}	0,774±0,02 ^{a,b}	0,705±0,01 ^{a,b}	31,42±2,66 ^{a,b,c}
F2	59,89±4,54 ^{a,b}	0,809±0,07 ^{a,b}	0,722±0,09 ^a	35,42±3,20 ^{a,b}
F3	60,64±5,88 ^{a,b}	0,768±0,02 ^{a,b}	0,692±0,01 ^{a,b}	32,27±3,60 ^{a,b,c}
F4	61,66±5,22 ^{a,b}	0,776±0,01 ^{a,b}	0,676±0,01 ^b	32,33±2,46 ^{a,b,c}
F5	60,73±3,78 ^{a,b}	0,759±0,02 ^b	0,687±0,01 ^{a,b}	31,69±3,30 ^{a,b,c}
F6	52,12±5,24 ^{c,d}	0,783±0,01 ^{a,b}	0,692±0,01 ^{a,b}	28,21±1,93 ^c
F7	56,64±4,83 ^{b,c,d}	0,774±0,00 ^{a,b}	0,691±0,02 ^{a,b}	30,24±2,38 ^{b,c}
F8	51,66±2,57 ^{c,d}	0,774±0,00 ^{a,b}	0,695±0,00 ^{a,b}	27,81±2,68 ^c
F9	58,55±3,88 ^{b,c,d}	0,782±0,01 ^{a,b}	0,700±0,00 ^{a,b}	32,07±1,73 ^{a,b,c}
F10	62,58±4,90 ^{a,b}	0,769±0,00 ^{a,b}	0,677±0,00 ^{a,b}	32,56±2,48 ^{a,b,c}

Experimento 75% NaCl				
Tratamentos	Dureza (N)	Coesividade	Elasticidade	Mastigabilidade (N)
Controle	66,02±4,82 ^a	0,788±0,01 ^a	0,692±0,04 ^a	35,97±2,05 ^a
F1	31,68±2,49 ^b	0,649±0,04 ^b	0,648±0,02 ^b	13,33±1,19 ^d
F2	35,73±2,19 ^{c,d,e}	0,635±0,02 ^b	0,642±0,01 ^b	14,59 ±1,22 ^{c,d}
F3	38,27±3,09 ^{b,c,d}	0,641±0,01 ^b	0,627±0,02 ^{b,c}	15,36 ±1,15 ^{b,c,d}
F4	39,28±3,84 ^{b,c}	0,646±0,02 ^b	0,613±0,02 ^c	15,56 ±1,55 ^{b,c,d}
F5	36,40±3,06 ^{b,c,d,e}	0,674±0,05 ^b	0,640±0,01 ^b	15,71 ±1,50 ^{b,c,d}
F6	37,80±6,33 ^{b,c,d}	0,639±0,04 ^b	0,647±0,02 ^b	15,68 ±3,11 ^{b,c,d}
F7	41,96±3,19 ^b	0,660±0,03 ^b	0,632±0,01 ^{b,c}	17,62±1,55 ^b
F8	40,37±1,98 ^{b,c}	0,647±0,03 ^b	0,646±0,01 ^b	16,88 ±1,31 ^{b,c}
F9	33,79±2,09 ^{d,e}	0,666±0,01 ^b	0,646±0,00 ^b	14,55 ±1,19 ^{c,d}
F10	36,53±3,08 ^{b,c,d,e}	0,647±0,02 ^b	0,629±0,02 ^{b,c}	14,84 ±1,38 ^{b,c,d}

^a Média ± Desvio Padrão

Médias na mesma coluna acompanhadas de mesma letra em minúsculo não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05). **Experimento 50% NaCl:** FC (2,5%NaCl); F1(1,25% NaCl e 1,25% KCl); F2 (1,25% NaCl, 1,25% KCl e 0,06% GM); F3 (1,25% NaCl, 1,25% KCl e 1,0% LS); F4 (1,25% NaCl, 1,25% KCl e 0,075% TR); F5 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e 1,0% LS); F6 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e 0,075% TR); F7 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP); F8 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 1,0% LS e 0,075% TR); F9 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP e 1,0% LS) e F10 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP e 0,075% TR). **Experimento 75% NaCl:** FC (2,5%NaCl); F1(0,625% NaCl e 1,875% KCl); F2 (0,625% NaCl, 1,875% KCl e 0,06% GM); F3 (0,625% NaCl, 1,875% KCl e 1,0% LS); F4 (0,625% NaCl, 1,875% KCl e 0,075% TR); F5 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e 1,0% LS); F6 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e 0,075% TR); F7 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP); F8 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 1,0% LS e 0,075% TR); F9 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP e 1,0% LS) e F10 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP e 0,075% TR).

3.4 Teste de aceitação

Os atributos sensoriais de cor, aroma, sabor e textura estão apresentados na Tabela 6. No experimento com substituição de 50% NaCl as notas para todos os atributos avaliados demonstraram que as combinações de KCl, realçadores de sabor e aminoácidos não interferiram na aceitação sensorial do consumidor quando comparadas com a formulação controle sem redução de NaCl.

Em relação à coloração dos pepperonis, a F3 (LS) foi a única formulação que não diferiu estatisticamente da FC (NaCl) e diferiu da F1 (KCl). Todas as demais formulações não apresentaram diferença significativa ($P < 5\%$) quando comparadas a FC e F1, na qual foram diferentes entre si. De modo semelhante, a avaliação instrumental da intensidade de vermelho (a^*) dos pepperonis não foi alterada pela redução de 50% de NaCl. GUÀRDIA *et al.* (2008) encontraram resultados similares a este estudo ao substituir em salames 50% NaCl por diferentes combinações de KCl e lactato de potássio.

A aceitação do aroma dos pepperonis apresentou comportamento similar ao atributo de cor. Todas as formulações, exceto F6 (GM+TR), não diferiram estatisticamente da FC e F1. Estes resultados concordam com estudo realizado por HERRANZ *et al.* (2006), que adicionaram à formulações de salame um mistura de diversos aminoácidos, dentre eles lisina e taurina, e observaram uma melhora no aroma e sabor destes produtos. Porém, estudos com substituição de NaCl por outros sais sem nenhum tipo de aminoácido obtiveram um salame com aroma prejudicado (ASKAR *et al.*, 1994; RUUSUNEN; PUOLANNE, 2005; GUÀRDIA *et al.*, 2008).

As notas de aceitação do sabor dos pepperonis com redução de 50% de NaCl mantiveram-se semelhantes a FC e com diferença significativa da formulação contendo somente cloreto de potássio (F1). Este resultado demonstra a ação benéfica dos realçadores de sabor (glutamato monossódico e inosinato/guanilato dissódico) e dos aminoácidos (lisina e taurina) utilizados em diferentes combinações nas formulações com 50% KCl. De modo semelhante,

os provadores não encontraram diferença entre o controle (FC) e as demais formulações de pepperoni em relação à aceitação da textura.

No entanto, maiores variações foram percebidas no experimento que reduziu 75% NaCl nas formulações de pepperoni. A aceitação do atributo de cor manteve-se semelhante a FC nos tratamentos de F3 a F10, porém estes não diferiram da F1, que não apresenta nenhum tipo de realçador de sabor ou aminoácido em sua formulação. Em relação ao aroma as formulações F2, F3, F4, F5, F6, F7 e F9 não apresentaram diferenças entre si e as demais formulações.

Na avaliação do sabor dos pepperonis com 75% de substituição de NaCl foi observado que apenas quatro formulações estudadas não diferiram significativamente da FC, sendo a F5 (GM+LS), F6 (GM+TR), F7 (GM+IMP/GMP) e F9 (GM+IMP/GMP+LS). Estes resultados demonstram que a combinação de glutamato monossódico com o inosinato/guanilato dissódico e os aminoácidos, lisina e taurina auxiliaram na melhoria das características sensoriais de sabor, fundamentais para uma boa aceitação do produto. Conforme TURK (1993), o aminoácido lisina apresenta características que proporcionam um aumento da salinidade e mascara o sabor metálico de alguns metais como o potássio. CAMPAGNOL *et al.* (2011) encontraram este mesmo comportamento ao estudar, em salame cozido, 50% de redução de KCl pela combinação dos realçadores de sabor e aminoácidos.

Os provadores também perceberam pouca diferença entre a formulação controle e as demais com redução de 75% NaCl quando avaliaram a textura dos pepperonis. Na aceitação deste atributo apenas F1 (KCl), F2 (GM) e F4 (TR) foram diferentes estatisticamente em relação ao controle com NaCl. Estes resultados não concordam com a análise de perfil de textura realizada neste estudo, na qual praticamente todos os parâmetros avaliados foram diferentes da formulação controle. Este mesmo comportamento foi observado por GIMENO *et al.* (1999), ao substituírem parcialmente NaCl por KCl em produto cárneo fermentado.

A intenção de compra dos pepperonis com redução de sódio demonstraram que no experimento com redução de 50% NaCl as formulações contendo o aminoácido lisina foram as preferidas pelos consumidores. A F3 (LS), F5 (GM+LS), F7 (GM+I/G) e F9 (GM+I/G+LS) obtiveram 60, 59, 69 e 63% respectivamente das intenções positivas de compra do produto. Neste experimento a formulação controle (FC) apresentou uma intenção de compra 77%.

A redução de 75% NaCl foi refletida na intenção positiva de compra dos pepperonis. Neste experimento a FC manteve o maior percentual de compra, de 75% conforme o experimento com 50% NaCl. Porém, entre as formulações com redução de sódio, novamente as formulações com adição de lisina e taurina foram as preferidas pelos provadores, mas com menor percentual de intenção de compra. As formulações F4 (TR), F5 (GM+LS) e F8 (LS+TR) apresentaram 58% das intenções positivas de compra e F9 (GM+IMP/GMP+LS) 52%.

Tabela 6- Médias da avaliação sensorial dos pepperonis com redução de sódio.

<i>Experimento 50% NaCl</i>				
Tratamentos	Cor	Aroma	Sabor	Textura
FC	7,16±1,10 ^a	6,30±1,32 ^{a,b}	6,51±1,32 ^a	6,71±1,45 ^{a,b}
F1	6,37±1,27 ^b	5,91±1,29 ^b	4,66±1,69 ^b	5,96±1,39 ^b
F2	6,77±2,20 ^{a,b}	6,24±2,44 ^{a,b}	6,52±3,92 ^a	6,92±2,46 ^a
F3	7,18±1,24 ^a	6,65±1,46 ^{a,b}	6,80±1,44 ^a	7,17±1,37 ^a
F4	6,87±1,36 ^{a,b}	6,40±1,54 ^{a,b}	6,41±1,30 ^a	6,76±1,38 ^{a,b}
F5	6,93±1,41 ^{a,b}	6,61±1,46 ^{a,b}	6,64±1,48 ^a	7,02±1,42 ^a
F6	6,86±1,56 ^{a,b}	6,85±1,31 ^a	6,58±1,47 ^a	6,83±1,43 ^a
F7	6,60±1,47 ^{a,b}	6,68±1,34 ^{a,b}	6,71±1,34 ^a	7,03±1,16 ^a
F8	6,55±1,36 ^{a,b}	6,42±1,53 ^{a,b}	6,29±1,56 ^a	6,88±1,22 ^a
F9	7,03±1,26 ^{a,b}	6,54±1,41 ^{a,b}	6,86±1,42 ^a	7,01±1,40 ^a
F10	6,71±1,40 ^{a,b}	6,31±1,46 ^{a,b}	6,42±1,39 ^a	6,75±1,38 ^{a,b}

<i>Experimento 75% NaCl</i>				
Tratamentos	Cor	Aroma	Sabor	Textura
FC	6,94±1,37 ^a	6,94±1,31 ^a	7,21±1,18 ^a	7,05±1,38 ^a
F1	5,94±1,35 ^{b,c}	5,87±1,55 ^b	5,92±1,35 ^b	5,92±1,53 ^b
F2	5,85±1,50 ^c	5,98±1,65 ^{a,b}	6,05±1,47 ^b	5,96±1,59 ^b
F3	6,22±1,48 ^{a,b,c}	6,18±1,71 ^{a,b}	6,03±1,90 ^b	6,11±1,71 ^{a,b}
F4	6,54±1,72 ^{a,b,c}	6,24±1,68 ^{a,b}	6,19±1,65 ^b	5,85±1,80 ^b
F5	6,45±1,53 ^{a,b,c}	6,28±1,63 ^{a,b}	6,30±1,56 ^{a,b}	6,52±1,73 ^{a,b}
F6	6,78±1,41 ^{a,b}	6,42±1,58 ^{a,b}	6,35±1,61 ^{a,b}	6,41±1,56 ^{a,b}
F7	6,93±2,81 ^{a,b}	6,30±3,19 ^{a,b}	6,33±2,80 ^{a,b}	6,10±3,10 ^{a,b}
F8	6,65±1,27 ^{a,b,c}	5,90±1,68 ^b	6,06±1,71 ^b	6,31±1,69 ^{a,b}
F9	6,39±1,76 ^{a,b,c}	6,11±1,64 ^{a,b}	6,29±1,80 ^{a,b}	6,08±1,95 ^{a,b}
F10	6,32±1,43 ^{a,b,c}	5,81±1,37 ^b	5,95±1,59 ^b	6,51±1,66 ^{a,b}

¹ Média ± Desvio Padrão

Médias na mesma coluna acompanhadas de mesma letra em minúsculo não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05). **Experimento 50% NaCl:** FC (2,5%NaCl); F1(1,25% NaCl e 1,25% KCl); F2 (1,25% NaCl, 1,25% KCl e 0,06% GM); F3 (1,25% NaCl, 1,25% KCl e 1,0% LS); F4 (1,25% NaCl, 1,25% KCl e 0,075% TR); F5 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e 1,0% LS); F6 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e 0,075% TR); F7 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP); F8 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 1,0% LS e 0,075% TR); F9 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP e 1,0% LS) e F10 (1,25% NaCl, 1,25% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP e 0,075% TR). **Experimento 75% NaCl:** FC (2,5%NaCl); F1(0,625% NaCl e 1,875% KCl); F2 (0,625% NaCl, 1,875% KCl e 0,06% GM); F3 (0,625% NaCl, 1,875% KCl e 1,0% LS); F4 (0,625% NaCl, 1,875% KCl e 0,075% TR); F5 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e 1,0% LS); F6 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e 0,075% TR); F7 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP); F8 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 1,0% LS e 0,075% TR); F9 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP e 1,0% LS) e F10 (0,625% NaCl, 1,875% KCl, 0,06% GM e IMP/GMP e 0,075% TR).

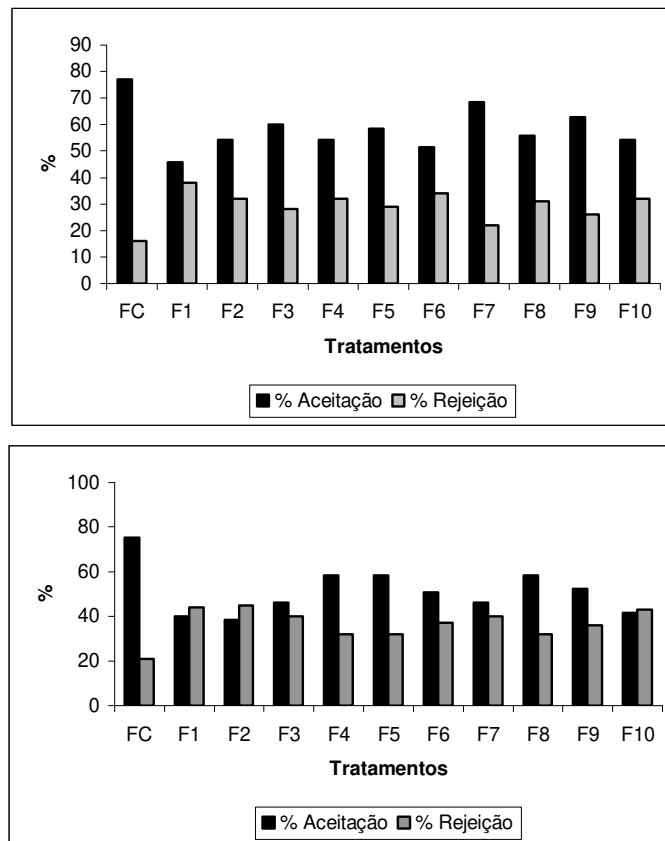


Figura 1- Intenção de compra do experimento com redução de 50% NaCl.
Figura 2- Intenção de compra do experimento com redução de 75% NaCl.

4- Conclusão

A redução de 50% de NaCl por KCl não alterou as características físico-químicas, cor, textura e aceitação sensorial do produto. Na substituição de 75% NaCl por KCl pequenas alterações foram observadas em relação à cor e à textura. No teste de aceitação as formulações com glutamato monossódico associados a inosinato e guanilato dissódico, lisina e taurina apresentaram-se mais próximas à formulação controle.

Além disso, a redução de sódio foi de 42,80 e 68,10% nos experimentos com 50 e 75% de substituição de NaCl, respectivamente, o que caracteriza uma boa alteração no perfil nutricional do pepperoni, podendo desta forma ser incluído como parte de uma dieta mais saudável.

Deste modo, pode-se concluir que a adição de glutamato monossódico, inosinato dissódico, guanilato dissódico, lisina e taurina é uma alternativa com grande potencial de aplicação para a redução de maiores níveis de sódio em produtos cárneos fermentados.

5 Referências bibliográficas

ALESON-CARBONELL, L.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A.; KURI, V. Functional and sensory effects of fibre-rich ingredients on breakfast fresh sausages manufacture. **Food Science and Technology International**, v.11, p.89–97, 2005.

ASKAR, A.; EL-SAMAHY, S. K.; TAWFIK, M. Pasterna and beef bouillon. The effect of substituting KCl and K-lactate for sodium chloride. **Fleischwirtschaft**, v.73, n.3, p.289–292, 1994.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 14 ed. HORWITS, W. (Ed.). Washington, DC, 2005.

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

BRANDSMA, I. Reducing sodium: a European perspective. **Food Technology**, v.60, n.3, p.25–29, 2006.

CAMPAGNOL, P. C. B.; SANTOS, B. A.; MORGANO, M. A.; TERRA, N. N.; POLLONIO, M. A. R. Application of lysine, taurine, disodium inosinate and disodium guanylate in fermented cooked sausages with 50% replacement of NaCl by KCl. **Meat science**, v.87, n.3, p.239-243, 2011.

FEINER, G. **Additives: phosphates, salt (sodium chloride) and hydrocolloids**. Meat products handbook: Practical science and technology. (pp. 72 - 88). Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, n. 130, 672p, 2006.

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

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

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

GIMENO, O.; ASTIASARÁN, I.; BELLO, J. Influence of partial replacement of NaCl with KCl and CaCl₂ on microbiological evolution of dry fermented sausages. **Food Microbiology**, v.18, p.329-334, 2001.

GOU, P.; GUERRERO, L.; GELABERT, J.; ARNAU, J. Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. **Meat Science**, v.42, p.37-48, 1996.

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

HERRANZ, B.; FERNÁNDEZ, M.; HOZ L. DE LA.; ORDÓÑEZ, J. A. Use of bacterial extracts to enhance amino acid breakdown in dry fermented sausages. **Meat Science**, v.72, p.318-325, 2006.

LEROY, F.; VERLUYTEN, J.; VUYS, L. D. Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. **International Journal of Food Microbiology**, v.106, p. 270 – 285, 2006.

MACFIE, H.; BRATCHELL, N. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v.4, n.2, p.129-148, 1989.

MCSWEENEY, P. L. H.; SOUSA, M. J. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheese during ripening: **A review Le Lait**, v.80, p.293-324, 2000.

MUGUERZA, E.; FISTA, G.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I.; BLOUKAS, J. G. Effect of fat level and parcial replacement of pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. **Meat Science**, v.61, p.397-404, 2002.

OCKERMAN, H. W.; BASU, L. **Production and consumption of fermented meat products**. In F. Toldrá (Ed.), Handbook of fermented meat and poultry (pp. 9-15). Iowa, USA: Blackwell Publishing, 2007.

RUIZ, J. **Ingredients**. In F. Toldrá (Ed.), Handbook of fermented meat and poultry (pp. 59-76). Iowa, USA: Blackwell Publishing, 2007.

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

STAHNKE, L. H.; HOLCK, A.; JENSEN, A.; NILSEN, A.; ZANARDI, E. **Flavour compounds related to maturity of dried fermented sausage**. In Proceedings

46th international congress of meat science and technology. (pp. 236–237). Buenos Aires, Argentina, 2000.

STAHNKE, L. H.; TJENER, K. **Influence of processing parameters on cultures performance**. In F. Toldrá (Ed.), Handbook of fermented meat and poultry (pp. 187–194). Iowa, USA: Blackwell Publishing, 2007.

STONE H, SIDEL JL. Descriptive analysis. In: Stone H, Sidel JL. **Sensory Evaluation Practices**. (pp. 202-226). London: Academic Press; 1985.

TURK, R. **Metal free and low metal salt substitutes containing lysine**. US Patent 5229161, 1993.

URSO, R.; COMI, G.; COCOLIN, L. Ecology of lactic acid bacteria in Italian fermented sausages: isolation, identification and molecular characterization. **Systematic and Applied Microbiology**, v.29, p.671–680, 2006.

WHO. **Diet, nutrition and the prevention of chronic disease**, Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series: World Health Organization, Geneva, 2003.

ZANARDI E.; GHIDINI, S.; CONTER. M.; IANIERI, A. Mineral composition of Italian salami and effect of NaCl partial replacement on compositional, physico chemical and sensory parameters. **Meat Science**, v.86, p.742–747, 2010.

CONCLUSÃO GERAL

O trabalho apresentado demonstra a grande necessidade de reformular produtos cárneos fermentados, em geral com elevado teor de gordura e sódio, a fim de proporcionar características sensoriais agradáveis para que os consumidores possam usufruir destes alimentos como parte de uma dieta e de um estilo de vida mais saudável.

A redução de gordura por ingrediente prebiótico (frutooligossacarídeo-FOS) demonstrou ter grande potencial de aplicação em embutido fermentado cozido. A redução de 50% de gordura não alterou as características tecnológicas e sensoriais dos pepperonis quando estes foram comparados a um produto tradicional. Além disso, o FOS adicionado manteve-se estável durante todo o período de armazenamento do produto (60 dias) e, deste modo, seu consumo pode ser associado a uma dieta balanceada como uma opção de alimento com características prebióticas.

A combinação de realçador de sabor (glutamato monossódico e 5'ribonucleotídeos) e aminoácidos (lisina e taurina) foi eficiente na redução de 50% de NaCl por KCl em pepperoni. As propriedades físico-químicas, cor, perfil de textura e análise sensorial não foram modificadas pela adição de KCl nas formulações. Neste experimento, a redução de sódio foi de 42,80%.

A redução de 75% de NaCl afetou negativamente a cor, textura e avaliação sensorial do produto. Porém, as formulações que combinaram os realçadores de sabor com os aminoácidos foram comparáveis ao pepperoni tradicional quando avaliadas sensorialmente. A redução de sódio foi de 68,10%.

Deste modo, pode-se concluir que a redução de gordura e cloreto de sódio em produto cárneo fermentado cozido alterou o perfil nutricional e agregou características funcionais ao produto. Sendo assim, estes produtos com menor teor de gordura e sódio tornam-se opções de alimentos saudáveis. No entanto, mais pesquisas devem continuar sendo realizadas a fim de otimizar os processos e combinar diferentes tipos de reformulação.