



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

MARISTELA MIDORI OZAKI

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS LIPÍDICOS FUNCIONAIS E
APLICAÇÃO EM EMBUTIDOS CÁRNEOS FERMENTADOS**

Campinas
2016

MARISTELA MIDORI OZAKI

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS LIPÍDICOS FUNCIONAIS E
APLICAÇÃO EM EMBUTIDOS CÁRNEOS FERMENTADOS**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Engenharia de Alimentos da Universidade
Estadual de Campinas como parte dos
requisitos exigidos para a obtenção do título
de mestra em Tecnologia em Alimentos.

Orientadora: Dr^a MARISE APARECIDA RODRIGUES POLLONIO

Este exemplar corresponde à versão final
da dissertação defendida pela aluna
Maristela Midori Ozaki e orientada pela
Prof^a. Dr^a. Marise Aparecida Rodrigues
Pollonio

Campinas

2016

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): CAPES

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Engenharia de Alimentos
Claudia Aparecida Romano – CRB 8/5816

Ozaki, Maristela Midori, 1989-

Oz1d Desenvolvimento de sistemas lipídicos funcionais e aplicação em embutidos cárneos fermentados / Maristela Midori Ozaki. – Campinas, SP : [s.n.], 2016.

Orientador: Marise Aparecida Rodrigues Pollonio.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Salames. 2. Óleo de canola. 3. Inulina. 4. Perfil lipídico. I. Pollonio, Marise Aparecida Rodrigues. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Development of functional lipid systems to apply in fermented meat sausages

Palavras-chave em inglês:

Fermented sausages

Canola oil

Inulin

Lipid profile

Área de concentração: Tecnologia de Alimentos

Titulação: Mestra em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora:

Marise Aparecida Rodrigues Pollonio [Orientador]

Ana Paula Badan Ribeiro

Paulo Cezar Bastianello Campagnol

Data de defesa: 11-04-2016

Programa de Pós-Graduação: Tecnologia de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Marise Aparecida Rodrigues Pollonio (Orientadora)

Universidade Estadual de Campinas

Prof^ª. Dr^ª. Ana Paula Badan Ribeiro (Membro Titular)

Universidade Estadual de Campinas

Prof. Dr. Paulo Cezar Bastianello Campagnol (Membro Titular)

Universidade Federal de Santa Maria

Prof^ª. Dr^ª. Caroline Joy Steel (Membro Suplente)

Universidade Estadual de Campinas

Prof. Dr. Marco Antônio Trindade (Membro Suplente)

Universidade de São Paulo

A ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica da aluna Maristela Midori Ozaki.

"O importante não é a maneira de se realizar os sonhos. O importante é a maneira de se conduzir a vida. Se você conduz a vida de maneira correta, o carma se resolve por si. Os sonhos virão até você." Randy Pausch

Agradecimentos

Aos meus pais e à minha irmã, por toda a força, apoio e amor.

À minha orientadora Prof^a. Marise, muito obrigada pelos ensinamentos, conselhos profissionais e pessoais, pela sua disposição em me ajudar e torcer pelo meu futuro.

Ao Zé Roberto, por sua disponibilidade em me ajudar e corrigir os erros, sempre mantendo a organização e segurança no laboratório.

À Prof^a Ana Paula, pelas suas recomendações e auxílio para a realização das análises de RNM e composição em ácidos graxos.

À Aline do Laboratório de Microbiologia, Juliana do Laboratório de Instrumentação e Marcella do Laboratório de Óleos e Gorduras, muito obrigada pela paciência e disposição em me ajudar.

Aos membros da banca examinadora, pelas correções e sugestões dadas, de forma a enriquecer este trabalho.

Às empresas New Max, Ingredion, Clariant, Chr Hansen, Viskase e Spel pelas doações dos insumos e materiais utilizados neste trabalho.

Aos estagiários, Alef e Thiago, muito obrigada por me ajudarem sempre que eu precisei!

Aos colegas de Laboratório e de Departamento (Ana Barth, Bibiana, Camila, Christian, Débora, Gustavo, Iara, Vanessa, Vitor, Teresa), obrigada pela convivência e companheirismo.

Às meninas da Rep: Jé, Jay, Laura U., Laura G., Paula, Paula P., As, Sayuri, Thaís; pelo companheirismo diário em Campinas.

À Fernanda, por ser minha companheirinha praticamente todos os dias, seja no bandeco, caronas, bares, festas e churrascos.

Aos amigos antigos que acompanharam este trabalho: Ângela, Patrícia, Pati Osmari, Marcele, Thomás, Maca, Marianie, Tami e Tati.

Agradeço a todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho!

Resumo

Em função da crescente preocupação da população com a ingestão de alimentos mais saudáveis, produtos cárneos, tradicionalmente possuidores de elevados teores de gordura, tem sido alvo de reformulações estratégicas, dentre elas, adição de fibras e óleos vegetais para reduzir o nível desse componente em suas formulações. Produtos cárneos fermentados tais como salames, podem conter até 45% de gordura em sua composição, resultado da secagem ocorrida ao longo do processo de fabricação. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi desenvolver sistemas lipídicos para incorporação em embutidos cárneos fermentados, tornando-os mais saudáveis, através da adição de óleo vegetal e fibras. Desta forma, o estudo foi conduzido em duas etapas: a primeira, em que se testou 12 sistemas lipídicos utilizando três fibras (fruto-oligossacarídeos, amido resistente ou inulina), com o objetivo de avaliar sua estabilidade em produtos embutidos fermentados. A partir disso, seguiu-se para a segunda etapa, na qual foi selecionada a fibra com melhor potencial de incorporação. Foram elaborados 4 tratamentos, sendo FC1 (18% de gordura), F1 (redução de gordura e blend sem fibras) e F2 e F3, contendo 2,5 e 5% de fibras no blend, respectivamente. Nesta etapa, foram realizadas as análises físico-químicas, análise sensorial e de proteólise. A partir dos resultados da primeira etapa, pode-se selecionar a inulina, uma vez que esta fibra apresentou os melhores resultados com relação à consistência (mais firme em relação às demais, sendo classificada como “plástica e espalhável”) e capacidade de retenção de água (valores significativamente maiores que os tratamentos contendo fruto-oligossacarídeos e amido resistente). Na segunda etapa, os resultados indicaram que os embutidos fermentados reformulados mantiveram suas características com relação às características físico-químicas, microbiológicas, bioquímicas e sensoriais. Foi observada maior oxidação lipídica para os tratamentos em que houve adição de óleo de canola. Com relação à textura, foi encontrada menor dureza para os embutidos fermentados reformulados comparando-se com o controle. A adição de inulina e óleo de canola não comprometeu a aceitação sensorial, porém, a adição isolada de óleo de canola apresentou valores menores de aceitação. Não foram observadas alterações nas reações proteolíticas analisadas a partir dos géis de eletroforese SDS-PAGE, uma vez que as proteínas sarcoplasmáticas e miofibrilares apresentaram comportamento semelhante ao controle ao longo dos 21 dias de processamento. Pela composição em ácidos graxos,

o teor de ácidos graxos monoinsaturados aumentou em cerca de 18% e houve redução de cerca de 30% em ácidos graxos saturados com relação ao controle. Por fim, pode-se concluir que foi possível reduzir 50% da gordura suína em embutidos cárneos fermentados com simultânea adição de 4% de óleo de canola e 5% de inulina na forma de blend resultando em um produto mais saudável, com melhora do perfil lipídico, sem significativas alterações das propriedades funcionais físico-químicas.

Palavras-chave: salames, óleo de canola, inulina, perfil lipídico

Abstract

Due to the increasing concern about the ingestion of healthier foods, meat products, considered as traditional source of high levels of fat, have been focus of strategic reformulation, amongst them, addition of fibers and vegetable oil aiming to reduce this component in their formulations. Fermented sausages as salamis could have up to 45% fat in their composition resulted from drying step during the manufacturing process. Therefore, this study aims to develop lipid systems to add in fermented sausages, making them healthier, by using vegetable oil and fibers. This study was carried in two steps: the first one, in which lipid systems were tested with the addition of three fibers (fructooligosaccharides, resistant starch and inulin), and the goal was to evaluate their stability in fermented sausages. After that, in the second step, the fiber with the best potential was selected to use, and four treatments were prepared: control treatment (FC1), F1 (reducing pork backfat and adding the lipid system without inulin), F2 and F3, reducing pork backfat and adding the lipid system with 2,5 and 5% of inulin, respectively. The objective was to evaluate the effect of lipid systems containing inulin in fermented sausages on several parameters, such as physicochemical and sensory properties and proteolysis. As a result of the first step, inulin was selected as the best fiber, since this fiber presented the best consistency (firmer than the others, classified as “very plastic and spreadable”) and water-fat binding capacity (values significantly higher than treatments added of fructooligosaccharides and resistant starch, highly desirable to blend stability). In the second step, results showed that the reformulated fermented sausages preserved their physicochemical, microbiological, biochemical and sensory properties. Higher lipid oxidation was observed for the treatments as a result of canola oil addition. Regarding the texture profile, lower hardness was found for reformulated products compared to the control treatment. The addition of inulin and canola oil did not compromise sensory properties, however, the treatment containing only canola oil presented the lowest scores for acceptance. Changes were not observed in proteolytic reactions determined by sodium dodecyl sulfate–polyacrylamide gel electrophoresis (SDS–PAGE), since sarcoplasmatic and myofibrillar proteins presented the same behaviour as the control treatment during 21 days of the manufacturing process. Fatty acid composition showed that monounsaturated fatty acids were increased 18% and saturated fatty acids reduced 30%, compared to the control treatment. It was possible to reduce 50% of pork backfat

in fermented sausages with simultaneous addition of 4% canola oil and 5% inulin as functional blend, resulting in a healthier product with improved lipid profile without significant changes in physicochemical functional properties.

Keywords: fermented sausages, canola oil, inulin, lipid profile

Lista de Tabelas

Tabela 1. Comparação da composição em ácidos graxos de óleo de canola e toucinho.....	29
Tabela 2. Sistemas lipídicos desenvolvidos para aplicação em embutidos fermentados	55
Tabela 3. Amostras para determinação de Conteúdo de Gordura Sólida (SFC).....	57
Tabela 4. Formulações dos diferentes tratamentos de embutidos fermentados adicionados de sistemas lipídicos.....	61
Tabela 5. Classificação dos produtos gordurosos, de acordo com o “yield value”	66
Tabela 6. Valores Médios de “yield value” obtidos na avaliação de consistência dos sistemas lipídicos.....	67
Tabela 7. Valores de capacidade de retenção de água e gordura (CRA) e cor para os blends desenvolvidos	69
Tabela 8. Valores de aw e pH para embutidos fermentados ao longo do processamento ...	72
Tabela 9. Formulações dos diferentes tratamentos de embutidos fermentados adicionados de sistemas lipídicos, demonstrando as respectivas reduções de gordura.	85
Tabela 10. Propriedades físico-químicas (aw e pH) e TBARs (mg MDA/ kg amostra) de salames reformulados com adição de óleo de canola e inulina.....	93
Tabela 11. Valores de L* (luminosidade), a* (intensidade de cor vermelha), b* (intensidade de cor amarela), e W (índice de brancura) em tratamentos de embutidos fermentados reformulados.....	96
Tabela 12. Composição Química dos salames reformulados nos tempos 0 e 21 dias.....	98
Tabela 13. Resultados da análise do perfil de textura em embutidos fermentados reformulados aos 21 dias	99
Tabela 14. Valores obtidos para as contagens microbiológicas de bactérias lácticas, micro-organismos aeróbios mesófilos (log UFC/g) e coliformes totais (log NMP/g)	100
Tabela 15. Impressão Global da Análise Sensorial de embutidos fermentados reformulados.....	105
Tabela 16. Composição em ácidos graxos de embutidos fermentados reformulados.....	110

Lista de Figuras

Figura 1. Estrutura química dos principais FOS: 1 Kestose (A), Nistose (B), Frutofuranosil nistose (C)	34
Figura 2. Estrutura química da Inulina.....	35
Figura 3. Representação dos sistemas lipídicos desenvolvidos	56
Figura 4. Imagem dos tratamentos para determinação de Conteúdo de Gordura Sólida (SFC)	58
Figura 5. Curva de Sólidos para misturas de óleo de canola e toucinho, a diferentes proporções.....	64
Figura 6. Diagrama de compatibilidade para misturas de óleo de canola e toucinho, a diferentes temperaturas	65
Figura 7. Porcentagem de perda de peso dos embutidos fermentados adicionados de sistemas lipídicos.....	71
Figura 8. Perda de peso em embutidos fermentados reformulados	95
Figura 9. Número de citações de atributos - CATA	103
Figura 10. Representação da distribuição dos atributos e amostras na primeira e segunda dimensão da Análise Fatorial Múltipla.....	104
Figura 11. Impressão Global para o teste de aceitação de embutidos fermentados reformulados.....	106
Figura 12. Géis de eletroforese SDS-PAGE (8% e 17,5%) - Proteínas miofibrilares de salames reformulados, durante 21 dias. Padrão: Bio-Rad (Mr de 250 a 10)	107
Figura 13. Géis de eletroforese SDS-PAGE (8% e 17,5%) - Proteínas sarcoplasmáticas de salames reformulados, durante 21 dias. Padrão: Bio-Rad (Mr de 250 a 10)	108

Lista de Abreviações e Siglas

AGCC - Ácidos Graxos de Cadeia Curta

AR – Amido Resistente

Aw – Atividade de água

CRA – Capacidade de retenção de água e gordura

FOS – Fruto-oligossacarídeos

MDA - Malonaldeído

MUFA – Ácidos Graxos Monoinsaturados

n3 – ômega 3

n6 – ômega 6

OMS – Organização Mundial da Saúde

PIS – Proteína Isolada de Soja

PUFA – Ácido Graxo Poli-insaturado

SFA - Ácidos Graxos Saturados

UFA – Ácidos Graxos Insaturados

Sumário

Introdução Geral	17
Capítulo 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
1. Produtos cárneos fermentados	24
2. Propriedades da gordura em produtos cárneos fermentados.....	25
3. Redução de gordura e reformulação do perfil lipídico em produtos cárneos	27
3.1. Óleo de Canola.....	28
3.2. Aplicação de diferentes gorduras em produtos cárneos.....	30
4. Adição de ingredientes funcionais em produtos cárneos	32
4.1. Fruto-oligossacarídeos (FOS).....	33
4.2. Inulina.....	35
4.3. Amido Resistente.....	36
5. Desafios na incorporação de ingredientes funcionais e simultânea redução de gordura	38
6. Referências Bibliográficas	39
Capítulo 2. DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS LIPÍDICOS FUNCIONAIS PARA APLICAÇÃO COMO SUBSTITUTO DE GORDURA EM EMBUTIDOS CÁRNEOS FERMENTADOS	50
Resumo	51
1. Introdução.....	52
2. Material e Métodos	53
2.1. Desenvolvimento de sistemas lipídicos (blends)	54
2.1.1. Descrição dos materiais	54
2.1.2. Preparo dos sistemas lipídicos	54
2.1.3. Pré-testes para seleção dos sistemas lipídicos.....	57
2.1.3.1. Conteúdo de Gordura Sólida	57
2.1.3.2. Diagrama de Compatibilidade.....	58
2.1.4. Caracterização dos sistemas lipídicos	58
2.1.4.1. Avaliação de consistência	58
2.1.4.2. Capacidade de retenção de água e gordura (CRA)	59
2.1.4.3. Cor Instrumental	59
2.2. Processamento dos embutidos fermentados com blends – escolha do blend com melhor potencial de desenvolvimento.....	60
2.2.1. Descrição dos materiais	60
2.2.2. Processamento dos embutidos fermentados	60
2.2.3. Caracterização físico-química.....	62

2.2.3.1.	Determinação de pH.....	62
2.2.3.2.	Determinação da atividade de água (Aw)	62
2.2.3.3.	Perda de peso	62
2.3.	Análise Estatística	63
3.	Resultados e Discussão	63
3.1.	Desenvolvimento de sistemas lipídicos (blends).....	63
3.1.1.	Pré-testes para seleção dos sistemas lipídicos.....	63
3.1.1.1.	Conteúdo de Gordura Sólida	63
3.1.1.2.	Diagrama de Compatibilidade.....	64
3.1.2.	Caracterização dos sistemas lipídicos	65
3.1.2.1.	Avaliação de Consistência.....	65
3.1.2.2.	Capacidade de retenção de água (CRA) e Cor.....	67
3.2.	Análises dos embutidos fermentados adicionados de sistemas lipídicos	69
3.2.1.	Caracterização físico-química.....	69
4.	Conclusão.....	72
5.	Referências Bibliográficas	74
Capítulo 3. UTILIZAÇÃO DE BLENDS CONTENDO INULINA E ÓLEO DE CANOLA EM SALAMES COM REDUZIDO TEOR DE GORDURA PARA MELHORA NO PERFIL LIPÍDICO		78
Resumo		79
1.	Introdução.....	81
2.	Material e Métodos	82
2.1.	Processamento.....	82
2.1.1.	Descrição dos materiais – Blends e Embutidos Fermentados	82
2.1.2.	Blends de gordura	83
2.1.3.	Elaboração de embutidos fermentados.....	83
2.2.	Caracterização físico-química.....	85
2.2.1.	Determinação de pH.....	85
2.2.2.	Determinação da atividade de água (Aw)	86
2.2.3.	Avaliação da estabilidade à oxidação lipídica	86
2.2.4.	Perda de peso	86
2.2.5.	Cor Instrumental	86
2.2.6.	Composição química	87
2.3.	Avaliação do Perfil de Textura	87

2.4.	Análises Microbiológicas.....	87
2.5.	Análise Sensorial.....	88
2.5.1.	CATA - Check all that apply.....	88
2.5.2.	Teste de Aceitação.....	89
2.6.	Estudo do Perfil Eletroforético	89
2.6.1.	Extração das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas.....	89
2.6.2.	Determinação da concentração de proteínas.....	89
2.6.3.	Eletroforese em gel de poliacrilamida (SDS-PAGE).....	90
2.7.	Composição em Ácidos Graxos.....	90
2.8.	Análise Estatística	90
3.	Resultados e Discussão	91
3.1.	Caracterização Físico-química.....	91
3.1.1.	pH, Atividade de Água e Oxidação Lipídica	91
3.1.2.	Perda de peso	94
3.1.3.	Cor instrumental	95
3.1.4.	Composição Química	97
3.2.	Avaliação do Perfil de Textura	98
3.3.	Análises Microbiológicas.....	99
3.4.	Análise Sensorial.....	101
3.4.1.	Check all that apply (CATA).....	101
3.4.2.	Teste de aceitação	105
3.5.	Estudo do perfil eletroforético	106
3.6.	Composição em Ácidos Graxos.....	108
4.	Conclusão.....	111
5.	Referências Bibliográficas	113
	Discussão Geral	119
	Conclusão Geral	122
	Apêndice A - Ficha utilizada no Teste de Aceitação e CATA	124
	Anexo A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP.....	125

Introdução Geral

A indústria da carne é considerada uma das mais importantes do mundo e devido às suas características competitivas, a pesquisa por produtos diferenciados é contínua (FERNÁNDEZ-GINÉS et al., 2005). Carnes e produtos cárneos são importantes fontes de proteínas, vitaminas lipossolúveis, muitos compostos bioativos, incluindo ferro, zinco, ácido linoleico conjugado (encontrado principalmente nos animais ruminantes) e as vitaminas do complexo B (CHAN, 2004; JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 2001).

No entanto, estes alimentos são também associados com componentes e perfis nutricionais que são muitas vezes considerados negativos, incluindo níveis elevados de ácidos graxos saturados, colesterol, sódio e alto teor lipídico e conteúdo calórico (WHITNEY & ROLFES, 2002). A indústria cárnea tem sido alvo de críticas recentemente, como por exemplo, o potencial carcinogênico (grupo I, juntamente com o tabaco) do consumo de carnes processadas (OMS, 2015); por isso, o desenvolvimento de produtos reformulados é uma alternativa para melhorar a qualidade nutricional dos mesmos (TOKUSOGLU & UNAL, 2003).

Embutidos cárneos fermentados são produtos em que um conjunto de barreiras atuam para manter a segurança, combinando o estabelecimento de atividade de água em cerca de 0,90, diminuição do pH, adição de nitrito e sal (LEISTNER, 1992).

Pelo fato da etapa de secagem resultar em elevada perda de água e concentração dos demais componentes, a redução de gordura em embutidos fermentados, como é o caso dos salames, representa um desafio ainda maior do que em outros produtos cárneos, tais como emulsionados cozidos, uma vez que nos fermentados ocorre também a perda de água e, ainda assim, deve-se garantir a estabilidade do sistema (MENDOZA et al., 2001).

A gordura adicionada na forma de toucinho, na maior parte das vezes, contribui para a manutenção das propriedades de textura típica ao final do processamento. Ainda, devido à secagem, a gordura nos embutidos fermentados é concentrada e pode chegar até 50% da formulação (WIRTH, 1988). O sabor e aroma são fortemente influenciados por essas etapas de processamento.

De acordo com Jiménez-Colmenero et al. (2001), a reformulação de produtos cárneos pode ser feita através da remoção de parte de algum componente,

como a gordura, em que pode-se adicionar ingredientes benéficos ao organismo, como as fibras, desde que tenham propriedades físico-químicas que não prejudiquem a estabilidade e a aceitação sensorial. Também pode ser realizada a reformulação do perfil lipídico, em que parte da gordura é substituída por óleos vegetais, de forma a diminuir o teor de ácidos graxos saturados e promover o aumento dos ácidos graxos insaturados.

Diversos estudos realizados utilizaram substitutos de gordura para melhorar a qualidade nutricional dos produtos, que pode ser realizado através da melhora no perfil lipídico (JOSQUIN et al., 2012; MUGUERZA et al., 2003; TRINDADE et al., 2011) ou adição de fibras (CAMPAGNOL et al., 2013; MENDOZA et al., 2001; MENEGAS et al., 2013, DOS SANTOS et al., 2012).

Uma das formas de melhorar o perfil lipídico dos produtos é através da adição de óleos, como azeite de oliva (BLOUKAS et al., 1997), soja (MUGUERZA et al., 2003), canola (BACKES et al., 2013) e girassol (MORA-GALLEGO et al., 2016). Estes óleos podem ser adicionados na forma líquida (BLOUKAS et al., 1997), encapsulada (PELSER et al., 2007), interesterificada (VURAL, 2003) ou pré-emulsificada (MUGUERZA et al., 2001, KAYAARDI & GÖK, 2003).

Além da adição de óleo, pode-se ainda promover um apelo funcional, realizado através da adição de fibras. Os fruto-oligossacarídeos, amido resistente e inulina são fibras alimentares com potencial prebiótico, que possuem, de um modo geral, sabor e odor neutros e capacidade de ligação com a água (BORNET, 1994; FRANCK, 2007, SAJILATA et al., 2006). Estas fibras, além de seus efeitos benéficos, por resistirem à hidrólise das enzimas digestivas e serem fermentados no cólon, também são responsáveis por propriedades que compensam o efeito da redução de gordura, como a influência na textura (JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 2001; ARIHARA, 2006).

Com relação à melhora no perfil lipídico, algumas estratégias sugerem a modificação através da adição de óleos vegetais na forma de pré-emulsões ou sistemas lipídicos (MUGUERZA et al., 2002). Para o preparo destes sistemas lipídicos, comumente utiliza-se a mistura de óleo, água e proteína isolada de soja (HOOGENKAMP, 1989). Misturam-se oito partes de água (50-60 °C) com a proteína isolada de soja, faz-se a homogeneização e depois adiciona-se dez partes de óleo. Como fase lipídica, pode-se utilizar o óleo de canola, devido à sua composição rica

em ácidos graxos monoinsaturados e os mais baixos níveis de ácidos graxos saturados, comparando-se com outros óleos vegetais (DUPONT et al., 1989, JOHNSON et al., 2007).

Porém, podem ser elaborados sistemas um pouco mais complexos, através da adição de parte do toucinho e fibras, de forma a se obter um sistema estável. Com isso, é possível adicionar agentes estabilizantes, como a carragena e o colágeno, que promovem a formação de gel e conseguem estabilizar emulsões (DICKINSON, 2003; ZÓIA, 2011).

Neste contexto, este trabalho foi dividido em duas etapas: a primeira, em que sistemas lipídicos foram desenvolvidos e caracterizados, contendo óleo de canola, água, toucinho, proteína isolada de soja, tripolifosfato de sódio, fibras (fruto-oligossacarídeos, amido resistente ou inulina) e agentes estabilizantes (carragena ou colágeno) e na sequência, alguns destes tratamentos foram adicionados em embutidos cárneos fermentados para avaliação das propriedades físico-químicas.

Na segunda etapa, o sistema lipídico desenvolvido com melhores características de consistência em temperatura ambiente e capacidade de retenção de água e gordura foi adicionado em embutidos fermentados tipo salame com redução de 50% de gordura e foram avaliadas propriedades físico-químicas, microbiológicas, bioquímicas e sensoriais destes produtos. Também foi avaliada a composição em ácidos graxos, para se verificar a modificação no perfil lipídico.

Com esse segundo estudo, o objetivo foi avaliar os efeitos da redução de gordura e modificação do perfil lipídico em embutidos fermentados, aos quais foram realizadas a adição de sistemas lipídicos contendo inulina, de forma a se obter um produto mais saudável sem que sejam alteradas características de qualidade e identidade.

Referências Bibliográficas

- ARIHARA, K. Strategies for designing novel functional meat products. **Meat Science**, v. 74, p. 219–229. 2006.
- BACKES, A. M.; TERRA, N. N.; MILANI, L. I. G.; REZER, A. P. S.; LÜDTKE, F. L.; CAVALHEIRO, C. P.; FRIES, L. L. M. Características físico-químicas e aceitação sensorial de salame tipo Italiano com adição de óleo de canola. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 3709-3720. 2013.
- BLOUKAS, J. G.; PANERAS, E. D.; FOURNITZIS, G. C. Effect of replacing pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. **Meat Science**, v. 45, n. 2, p. 133 - 144. 1997.
- BORNET, F.R. Undigestible sugars in food products. **Am J Clin Nutr**, v. 59, v. 3, Suppl, p. 763S-769S. 1994.
- CAMPAGNOL, P.C.B.; SANTOS, B. A.; WAGNER, R.; TERRA, N.N.; POLLONIO, M.A.R. The effect of soy fiber addition on the quality of fermented sausages at low-fat content. **Journal of Food Quality**, v. 36, p. 41–50. 2013.
- CHAN, W. Macronutrients in meat. In: Jensen WK, Devine C, Dikeman M (eds) **Encyclopedia of meat sciences**. Elsevier Academic Press, Oxford, p. 614–618. 2004.
- DICKINSON, E. **An introduction to food hydrocolloids**, Oxford, UK: University Press chapter 1. 1992.
- DJORDJEVIC, D.; MCCLEMENTS, D. J.; DECKER, E. A. Oxidative stability of whey protein-stabilized oil-in-water emulsions at pH 3: potential u-3 fatty acid delivery systems (part B). **Journal of Food Science**, v. 69, p. C356-C362. 2004.
- DOS SANTOS, B. A.; CAMPAGNOL, P. C.B.; PACHECO, M.T. B.; POLLONIO, M. A. R. Fructooligosaccharides as a fat replacer in fermented cooked sausages. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, p. 1183-1192. 2012.
- DUPONT, J.; WHITE, P. J.; JOHNSTON, K. M.; et al. Food safety and health effects of canola oil. **J Am Coll Nutr.**; v. 8, p. 360–375. 1989.

- FERNÁNDEZ-GINÉS, J.M.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, E. & PÉREZ-ALVAREZ, J.A. Meat Products as Functional Foods: A Review. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 2, p. 37-43. 2005.
- FRANCK, A. Technological functionality of inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, v. 87, n. 2, p. S287–S291. 2007.
- JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; CARBALLO, J.; COFRADES, S. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. **Meat Science**, v. 59, n. 1, p. 5-13. 2001.
- JOHNSON, G.H.; KEAST, D.R.; KRIS-ETHERTON, P.M. Dietary modeling shows that the substitution of canola oil for fats commonly used in the United States would increase compliance with dietary recommendations for fatty acids. **J Am Diet Assoc.**, v. 107, p. 1726–1734. 2007.
- JOSQUIN, N. M.; LINSSEN, P. H.; HOUBEN, J. H. Quality characteristics of Dutch-style fermented sausages manufactured with partial replacement of pork back-fat with pure, pre-emulsified or encapsulated fish oil. **Meat Science**, v. 90, p. 81–86. 2012.
- LEISTNER, F. The essential of production stable and safe raw fermented sausages. In: **New Technologies for Meat and Meat Products**. FJM Smulders, F Toldrá, J Flores, M Prieto (eds), p. 1–18. 1992.
- 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.
- MENEGAS, L. Z.; PIMENTEL, T. C.; GARCIA, S.; PRUDENCIA, S. H. Dry-fermented chicken sausage produced with inulin and corn oil: Physicochemical, microbiological, and textural characteristics and acceptability during storage. **Meat Science**, v. 93, p. 501-506. 2013.
- MORA-GALLEGO, H.; GUÀRDIA, M.D.; SERRA, X.; GOU, P.; ARNAU, J. Sensory characterisation and consumer acceptability of potassium chloride and sunflower oil addition in small-caliber non-acid fermented sausages with a reduced content of sodium chloride and fat. **Meat Science**, v. 112, p. 9-12. 2016.
- MUGUERZA, E.; ANSORENA, D.; ASTIASARAN, I. Improvement of nutritional properties of Chorizo de Pamplona by replacement of pork backfat with soy oil. **Meat Science**, v. 65, n. 4, p. 1361-1367. 2003.

- 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.
- OMS – Organização Mundial da Saúde. 2015. IARC Monographs evaluate consumption of red meat and processed meat. Press Release nº240, Lyon, França. Disponível em: <https://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2015/pdfs/pr240_E.pdf> Acesso em: 02/01/2016.
- ROSSUM, S. T. M. VAN, H. MHEEN VAN DE, J. C. M. WITTEMAN, E. GROBBEE, J. P. MACKENBACK, C. T. M. VAN ROSSUM, H. VAN DE MHEEN. Education and nutrient intake in Dutch elderly people. The Rotterdam Study. **Eur. J. Clinic. Nutr.**, v. 54, p. 159-165. 2000.
- SAJILATA, M. G., SINGHAL, R. S., & KULKARNI, P. R. Resistant starch – A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 5, p. 1–17. 2006.
- TRINDADE, M. A.; OLIVEIRA, J. M. DE; NOGUEIRA, N. M. G.; OLIVEIRA FILHO, P. R. C.; ALENCAR, S. M. DE; CONTRERAS-CASTILO, C. J. Mortadella sausage produced with soybean oil instead of pork fat. **Italian Journal of Food Science**, v. 23, n. 1, p. 72-79. 2011.
- TOKUSOGLU, O.; UNAL, M. K. Fat Replacers in Meat Products. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 2, n. 3, p. 196-203. 2003.
- WIRTH, F. Technologies for making fat-reduced meat products. **Fleischwirtschaft**, v. 68, p. 1153–1156. 1988.
- WHITNEY, E. N.; ROLFES, S. R. **Understanding nutrition**. Ninth edn. Belmont,CA: Wadsworth. 2002.
- ZÓIA, D. As gomas exudadas de plantas. **Food Ingredients Brasil**, v. 17, p. 26. 2011.

Capítulo 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

REDUÇÃO DE GORDURA SATURADA E MODIFICAÇÃO DO PERFIL LIPÍDICO EM PRODUTOS CÁRNEOS FERMENTADOS

1. Produtos cárneos fermentados

A carne, devido à grande quantidade de água presente em sua composição, é um alimento muito perecível, e ao longo do tempo foram encontradas formas de conservação e preservação, como através da secagem, adição de sal, defumação, entre outras. A partir disso, surgiram as carnes fermentadas, resultado de diferentes métodos de conservação, provavelmente na era pós-Paleolítica (LEROY et al., 2013).

Um pouco mais tarde, surgiram os embutidos fermentados tais como salames, como forma de agregar valor à matéria-prima, constituindo-se em produtos em que as combinações de vários princípios de conservação atuam de forma a manter a segurança microbiológica do produto. De acordo com Leistner (1992), a redução de atividade de água e pH, adição de nitrito, sal, açúcar e bactérias ácido lácticas garantem a preservação do produto.

Estes produtos, hoje são produzidos e consumidos mundialmente, sendo a Europa a maior produtora. Segundo Marianski & Marianski (2009), a diferença climática é determinante para a produção de diferentes tipos de embutidos fermentados. A fermentação mais longa é mais comum no Sul da Europa, onde o clima é mais seco e há ventos constantes. Na região Norte da Europa, há a produção de embutidos secos e defumados devido à temperatura mais baixa e alta umidade.

No Brasil, entende-se por salame, o produto cárneo industrializado obtido de carne suína ou suína e bovina adicionado de toucinho, ingredientes, embutido em envoltórios naturais e/ou artificiais, curtido fermentado, maturado, defumado ou não e dessecado (BRASIL, 2000). São produtos nos quais ocorre uma fermentação microbiana, acúmulo de ácido láctico com a consequente queda do pH, que rege o crescimento microbiano e as complexas reações bioquímicas que ocorrem durante o processo de maturação (ORDÓÑEZ, 2005).

Em processamentos de salames, existem duas fases: a fermentação e a secagem (ORDÓÑEZ, 2005). É necessário controlar os parâmetros de temperatura interna da câmara, umidade relativa e velocidade do ar. Na fase de fermentação, as temperaturas ficam entre 22 e 27 °C e a umidade relativa em torno de 95%. Nesta etapa, ocorre a redução dos nitratos e fermentação dos açúcares. A redução dos nitratos ocorre por ação das bactérias *Micrococcaceae*, obtendo-se a cor característica destes produtos. Também ocorre a fermentação dos açúcares,

principalmente pela ação de bactérias de espécies *Lactobacillus* homofermentativos, havendo produção de ácido láctico e diminuição do pH (ORDÓÑEZ, 2005).

Na segunda etapa, conhecida como secagem, a temperatura é mantida entre 12 e 15 °C e a umidade relativa entre 75 e 85%. É a etapa em que ocorre a maior perda de água do produto, hidrólise de lipídeos e proteólise (ORDÓÑEZ, 2005).

Os principais ingredientes no processamento de salames são a matéria-prima cárnea e o toucinho suíno, por isso, suas características têm grande influência na suculência, textura e aparência (RUIZ & PÉREZ-PALACIOS, 2015). Em seguida, vem o cloreto de sódio, que além do gosto salgado, é utilizado com a função de reduzir a atividade de água, extrair as proteínas miofibrilares e controlar o crescimento microbiano (RUIZ & PÉREZ-PALACIOS, 2015).

Outros ingredientes e aditivos também são utilizados no processamento de embutidos fermentados, como o nitrito, ascorbato ou eritorbato de sódio e açúcares. Os nitritos (nitrito e nitrato de sódio) exercem a função antimicrobiana, através da inibição do desenvolvimento de *Clostridium botulinum*, também são responsáveis pela geração da cor e aroma característicos (RONCALÉS, 2015).

Os açúcares, como glicose e sacarose, são utilizados para suavizar o gosto salgado, além disso, servem de substrato para as bactérias lácticas e produção de ácido láctico (RUIZ & PÉREZ-PALACIOS, 2015). Como aceleradores de cura, são utilizados os ácidos ascórbico ou eritórbito ou seus sais sódicos, estes compostos são responsáveis por acelerar a conversão de nitrito a óxido nítrico e promover a estabilidade da cor no produto pronto (MARTIN, 2001).

A queda do pH ocorre devido à microbiota presente ou também pela adição de culturas *starters*, que fermentam os açúcares produzindo ácido láctico. Culturas *starters* comerciais geralmente contêm uma mistura de bactérias lácticas (*Lactobacillus* e *Pediococcus*) e cocos gram-positivos (*Staphylococcus* e *Kocuria*) (COCCONCELLI & FONTANA, 2015).

2. Propriedades da gordura em produtos cárneos fermentados

A gordura é indispensável para o desenvolvimento humano e exerce diversas funções fisiológicas; além disso, sua ingestão está associada à obtenção de ácidos graxos essenciais, é carreadora de vitaminas lipossolúveis e também fonte de energia (MELA, 1990; HAHN, 1997). Porém, o alto consumo de gordura é associado

com obesidade, hipertensão, doenças cardiovasculares e doenças cardíacas coronarianas (MOON et al., 2008; LURUEÑA-MARTINÉZ et al., 2004; OZVURAL; VURAL, 2008). Isso significa um grande desafio na produção de alimentos mais saudáveis, pois o consumidor precisa aceitar esta mudança, sem que isso afete a qualidade (DECKER & PARKER, 2010).

As gorduras presentes na dieta são compostas por triacilgliceróis, compostos de ésteres de glicerol e ácidos graxos, que são ácidos carboxílicos em uma cadeia não ramificada, de número variável de carbonos (BOBBIO & BOBBIO, 2001). De acordo com a classificação dos ácidos graxos, podem ser: saturados (SFA) ou insaturados (UFA), que podem ser monoinsaturados (MUFA) ou poli-insaturados (PUFA). Estes ácidos graxos, dependendo das proporções, definem as propriedades físicas das gorduras, o que as diferenciam umas das outras (OSPINA-E et al., 2012).

O toucinho, que é a fonte de gordura suína utilizada em produtos cárneos, é considerado uma gordura consistente e possui características de textura e sabor diferenciadas, que vem da alta composição em SFA (OSPINA-E et al., 2012). As “gorduras macias” ou óleos líquidos, por outro lado, possuem alto teor de UFA que podem gerar problemas tecnológicos e sensoriais quando adicionados em produtos cárneos, afetando a aparência, e trazendo problemas de fatiabilidade e maior tendência à oxidação lipídica (MAW et al., 2003).

Estes aspectos precisam ser considerados quando se escolhe um tipo de gordura para substituir outra em produtos cárneos. As funções tecnológicas e nutricionais do toucinho são inversamente relacionadas (HUGO & ROODT, 2007), o que significa que é necessário ter bastante atenção ao substituir esta gordura, pois os dois critérios devem ser preenchidos.

Em salames comerciais, em geral, há cerca de 25 a 30% de gordura na massa cárnea, e este valor pode aumentar para 45 a 50% após a secagem (WIRTH, 1988). A alta quantidade de gordura faz com que estes produtos sejam alvo para redução, porém sua redução pode resultar em diversos defeitos, como a textura mais dura e elástica devido à maior perda de peso e aparência indesejável (MUGUERZA et al., 2002).

A gordura também desempenha um papel fundamental em produtos cárneos, como propriedades de ligação de água, reológicas e estruturais (CHOI et al., 2009). Além do mais, ela é a responsável pela geração de compostos de sabor e

aroma, sendo estes alguns dos motivos pelos quais embutidos fermentados com redução de gordura têm baixa aceitabilidade sensorial (MUGUERZA et al., 2002).

O desenvolvimento do aroma e sabor em embutidos fermentados acontece durante as etapas de fermentação e em alguns casos, maturação, onde ocorrem reações químicas e bioquímicas (TOLDRÁ & FLORES, 2007).

A lipólise tem um importante papel na geração de ácidos graxos livres provenientes de hidrólise enzimática e são substratos para reações de oxidação, que levam à formação de compostos responsáveis pelo aroma (LÜCKE, 1985; VERPLAETSE, 1994).

A geração destes compostos ocorre devido a uma série de reações químicas e bioquímicas. Em embutidos fermentados, a principal reação que ocorre é a hidrólise dos ácidos graxos, principalmente os poli-insaturados (GANDEMER, 2002). Esta reação irá gerar hidroperóxidos, que serão decompostos em compostos voláteis, sendo alguns deles responsáveis pelo aroma.

3. Redução de gordura e reformulação do perfil lipídico em produtos cárneos

Além dos altos teores de gordura presente nos produtos cárneos, a composição em ácidos graxos também não é favorável para uma dieta saudável, uma vez que predominam ácidos graxos saturados e colesterol, que são associados ao aumento da incidência de doenças coronarianas, obesidade, aumento do colesterol e alguns tipos de câncer (HOOPER et al., 2001; ZHANG et al., 2010). As recomendações de ingestão de gordura para indivíduos adultos, de acordo com a OMS (2008) seriam: gorduras totais, de 20 a 35% do valor calórico total, dos quais os ácidos graxos saturados devem representar quantidades menores que 10% e poli-insaturados até 11%.

Campanhas de saúde têm encorajado a população a ter uma dieta mais balanceada, obtendo assim, hábitos mais saudáveis; isso tem sido incorporado à diversas normas e leis por várias organizações de saúde com o objetivo de promover maior bem-estar da população (OPAS, 2007; OMS, 2004; BRASIL, 2013). Desta forma, o desenvolvimento de produtos reformulados vem como uma alternativa saudável (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2000).

O perfil nutricional dos produtos cárneos pode ser melhorado através da adição de nutrientes potencialmente promotores da saúde. Estes nutrientes trariam benefícios à qualidade nutricional e funcional dos produtos, e podem ser incorporados através da adição de níveis adequados de compostos bioativos, óleos ou gorduras poli-insaturados, fibras prebióticas, entre outros (DECKER & PARK, 2010).

A adição de óleos vegetais ou marinhos em produtos cárneos torna-os uma nova fonte de ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) na dieta com potencial benefício para a saúde, uma vez que o organismo necessita de um balanço entre o consumo de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados (LÓPEZ-LÓPEZ et al., 2009). A OMS recomenda que seja consumido um menor percentual de ácidos graxos saturados e maiores proporções de ácidos graxos poli-insaturados (PUFA - ômega-3 e 6) e se possível sem colesterol (AYO et al., 2007; CENGIZ & GOKOGLU, 2007).

Os óleos vegetais, que são livres de colesterol, como milho, soja, algodão, canola, linhaça, nozes, entre outros, são uma fonte de ácidos graxos dos tipos MUFA e PUFA (PELSER et al., 2007; SERRANO et al., 2005). A substituição de parte do toucinho por emulsões contendo ácidos graxos poli-insaturados tem sido uma boa estratégia para produzir produtos mais saudáveis (BERASATEGI et al., 2011; BERIAIN et al., 2011; GARCÍA-IÑIGUEZ DE CIRIANO et al., 2010a; RODRÍGUEZ-CARPENA et al., 2012).

No entanto, este tipo de reformulação requer muitos estudos em relação ao processo de oxidação lipídica, que desencadeia uma série de alterações nas características tecnológicas, sensoriais e nutricionais dos produtos (JACOBSEN et al., 1999). A adição de ácidos graxos insaturados proporciona um aumento das reações de oxidação lipídica bem, como o desenvolvimento de *off-flavor* e compostos tóxicos decorrentes da degradação destes ácidos graxos (JACOBSEN et al., 1999).

3.1. Óleo de Canola

O óleo de canola contém grandes quantidades de compostos bioativos, tais como polifenóis, fitoesteróis, tocoferóis e outros antioxidantes, que possuem um papel importante na prevenção de doenças crônicas como o câncer (FERNÁNDEZ et al., 2012).

Comparando-se com outros tipos de óleos vegetais, o de canola possui os níveis mais baixos de ácidos graxos saturados, é fonte de ácido α -linolênico (GIESE, 1996). É importante ressaltar que o ácido α -linolênico é um ácido graxo essencial, sendo o óleo de canola uma das únicas fontes deste. Além disso, este ácido graxo presente nessa fonte pode ser convertido no organismo em ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 de cadeia longa, eicosapentaenoico (EPA) e docosaexaenoico (DHA) (GUSTAFSSON et al., 1994).

Este óleo tem sido utilizado para aumentar a relação PUFA/SFA em produtos cárneos fermentados, emulsionados, entre outros (PELSER et al., 2007).

Com relação à sua composição, apresenta apenas 7% de ácidos graxos saturados (comparado a 15% do óleo de soja), 61% de ácidos graxos monoinsaturados e ácidos graxos poli-insaturados (32%), sendo 61% ácido oleico, 21% ácido linoleico e 11% de ácido α -linolênico, além de tocoferóis (700 a 1200 ppm) (DUPONT et al., 1989; JOHNSON et al., 2007; GUNSTONE, 2011).

A composição em ácidos graxos do óleo de canola e azeite de oliva é parecida, uma vez que os dois contêm alto teor de ácido oleico, pouco ácido palmítico e cerca de 10% de ácido linolênico (ESKIN & MCDONALD, 1991). Na Tabela 1, tem-se a comparação entre a composição em ácidos graxos do óleo de canola e toucinho suíno, ou seja, através da adição de óleo de canola, pretende-se reduzir o teor de SFA e aumentar MUFA e PUFA. Além disso, o óleo de canola possui a menor relação entre os ácidos graxos ômega-6 e ômega-3 ($n6/n3$) em relação ao toucinho, que é de 2,6/1 e 11/1, respectivamente (DIEZAK, 1989).

Tabela 1. Comparação da composição em ácidos graxos de óleo de canola e toucinho

Ácido Graxo	Óleo de Canola (%)	Toucinho (%)
Saturados	7	43
Monoinsaturados	61	47
Poli-insaturados	32	10
Ácido Linoleico	21	9
Ácido α -linolênico	11	1

Fonte: MORRIS (2007)

De acordo com Guinaz et al. (2009), a presença de tocoferol no óleo de canola desempenha um papel importante como antioxidante em tecidos animais, e

também contribui para a prevenção de doenças neurodegenerativas, aterosclerose, câncer e envelhecimento precoce.

O óleo de canola foi estudado em produtos cárneos como salsichas (CHOI et al., 2009) e embutidos fermentados (BACKES et al., 2013), ou seja, devido às suas características, demonstra ter grande potencial para estudo em produtos cárneos.

Backes et al. (2013) estudaram sua adição como substituto de gordura em embutido fermentado, adicionado na forma de pré-emulsão. Os resultados obtidos de pH, atividade de água e cor foram semelhantes ao controle, porém, os autores obtiveram maiores valores de oxidação lipídica para os produtos com adição de óleo.

3.2. Aplicação de diferentes gorduras em produtos cárneos

Os procedimentos para adicionar um diferente tipo de gordura em produtos cárneos requerem especial atenção para os procedimentos tecnológicos. As características físico-químicas e de estabilidade destes óleos devem ser avaliadas e, deste modo, ser determinada a melhor maneira de adicioná-lo ao produto (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2007). Além disso, muitos processos buscam a melhoria da qualidade tecnológica dos óleos através da modificação de algumas de suas propriedades (O'BRIEN, 2009).

Conforme descrito por Jiménez-Colmenero (2007), a aplicação de óleos em produtos cárneos pode ser realizada na forma líquida, encapsulada, pré-emulsionada ou através da modificação química de óleos.

Bloukas et al. (1997) observaram que a aplicação de óleos na forma líquida em embutidos fermentados resultou em uma textura muito macia e aparência inaceitável. Por isso, uma alternativa é a aplicação de óleos pré-emulsionados. Esta pré-emulsão é do tipo óleo em água e é adicionada de um agente emulsificante, geralmente uma proteína não cárnea (DJORDJEVIC et al., 2004). Desta forma, a estabilidade do produto se mantém ao longo da vida de prateleira se as condições de processamento e armazenamento forem mantidas adequadas (DJORDJEVIC et al., 2004).

O preparo das emulsões varia muito com o tipo de óleo e produto que será produzido. Hoogenkamp (1989) elaborou uma pré-emulsão através da proporção de oito partes de água a 50-60 °C com uma parte de proteína isolada de soja (recomendada para produtos fermentados) homogeneizada por aproximadamente dois minutos. A mistura então foi adicionada à dez partes de óleo e mais três minutos

de mistura. Esta metodologia é habitualmente utilizada para os óleos de oliva, linhaça, canola entre outros (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2007).

Outros procedimentos de elaboração de pré-emulsões basicamente alteraram a proporção de água/óleo e as condições do agente emulsificante. Por exemplo, uma pré-emulsão foi preparada utilizando a proporção de 5:1:5 de água, proteína isolada de soja e azeite de oliva, respectivamente (KAYAARDI & GOK, 2003), onde o objetivo foi substituir até 60% de gordura em embutidos fermentados.

A composição da fração lipídica é um dos maiores problemas quando embutidos fermentados são incluídos na dieta. Por essa razão, estudos buscam a substituição da gordura animal (toucinho) presente nas formulações tradicionais de salames, através da adição de óleos vegetais (ricos em ácidos graxos mono e poli-insaturados), como óleo de canola e semente de linhaça (PELSER et al., 2007), oliva, (BERIAIN et al., 2011; MUGUERZA et al., 2002, 2003), linhaça (GARCIA-IÑIGUEZ DE CIRIANO et al., 2009, 2010a, b) ou óleo de peixe (ricos em ácidos graxos de cadeia longa) (JOSQUIN et al., 2012).

Pelser et al. (2007) pesquisaram a substituição de 10, 15 e 20% de toucinho pelo uso de óleos de linhaça, canola e peixe adicionados de diferentes maneiras no processamento de embutido fermentado. O estudo utilizou o método de pré-emulsão de óleo/água com utilização de proteína isolada de soja e caseinato de sódio como agentes emulsificantes. Os óleos de linhaça e de peixe também foram testados na forma encapsulada. Os resultados da estabilidade do produto quanto à oxidação lipídica, apontaram para uma maior oxidação do produto com adição de óleo de linhaça emulsionado com caseinato de sódio e óleo de peixe encapsulado.

Na avaliação do perfil lipídico, os pesquisadores encontraram um aumento na proporção de ácidos graxos poli-insaturados e saturados (PUFA/SFA) nos tratamentos com adição de óleo de linhaça e canola e a relação n6/n3 diminuiu se aproximando aos valores considerados ideais para uma dieta saudável (PELSER et al., 2007).

Muguerza et al. (2003) utilizaram 25% de óleo de soja pré-emulsionado como substituto de gordura suína em salames. As características físico-químicas de composição centesimal do produto não foram modificadas pela presença do óleo de soja. No entanto, o perfil lipídico dos salames apresentou um total de ácidos graxos saturados de 37,83% (controle com gordura suína) e 32,81% para o tratamento com

óleo de soja. O perfil de textura e a análise sensorial na maioria dos tratamentos foram similares ao controle (MUGUERZA et al., 2003).

4. Adição de ingredientes funcionais em produtos cárneos

Além de melhorar o perfil lipídico dos produtos, outra estratégia para tornar os produtos cárneos mais saudáveis é através da incorporação de ingredientes funcionais quando utilizados como substitutos de gordura. Foram estudados diversos compostos com potencial para aplicação em produtos cárneos, como as fibras alimentares (MENDOZA et al., 2001; FERNÁNDEZ-LÓPEZ et al., 2008; SENDRA et al., 2008; CAMPAGNOL et al., 2013).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que mais do que 55% da energia ingerida pelo ser humano seja proveniente de carboidratos. Desta forma, há a preocupação sobre qual tipo de carboidrato é ingerido, pois as fibras, que entram na classificação dos carboidratos, devem ser ingeridas de 25-30 g/dia/pessoa, o que não ocorre normalmente (PEREIRA, 2007).

De acordo com a RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003), a fibra alimentar é definida como qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano. As fibras alimentares consistem de carboidratos não digeríveis e lignina, que estão intrínsecos e intactos nas plantas. A fibra funcional consiste de carboidratos não digeríveis isolados que têm efeito fisiológico benéfico em humanos e, a fibra total é definida como a soma da fibra alimentar e a funcional (TRUMBO et al., 2005).

Com o objetivo de promover um apelo saudável, várias fibras têm sido estudadas como substitutos de gordura em produtos cárneos, sendo este fato importante nutricionalmente, pois aumenta o consumo de fibras na dieta, tem baixo valor calórico, tem odor neutro e melhora o fatiamento de produtos (MCDONAGH et al., 2005; BARRETTO, 2007).

As fibras podem ser adicionadas em produtos cárneos para minimizar os problemas causados pela redução da gordura e consequente mudança na textura do produto (CHOI et al., 2009).

Campagnol et al. (2013) avaliaram a adição de fibra de soja (1 e 2%) em embutidos fermentados com 33% de redução de gordura e concluíram que é possível

a adição de 1% deste composto na formulação pois não houve diferenças significativas na qualidade global do produto.

Outros autores também pesquisaram diferentes fibras em embutidos fermentados, como as fibras de cereais e frutas (GARCÍA et al., 2002), inulina (MENDOZA et al., 2001), fibra de cenoura (EIM et al., 2008), fruto-oligossacarídeo (DOS SANTOS et al., 2012) e reportaram boa aceitação sensorial dependendo da quantidade de gordura substituída.

4.1. Fruto-oligossacarídeos (FOS)

Fruto-oligossacarídeo é o nome dado aos oligômeros de frutose compostos de 1-kestose, nistose e frutofuranosil nistose em que as unidades de frutose são ligadas na posição beta-2,1 da sacarose, o que os distingue de outros oligômeros (FORTES & MUNIZ, 2009), como ilustra a Figura 1. O termo FOS tende a descrever misturas de frutanos do tipo inulina de cadeia curta (grau de polimerização de 2 a 9) sintetizada a partir da sacarose.

Podem ser encontrados em alimentos como cebola, alho, alcachofra, alho, banana e beterraba (GIBSON & ROBERFROID, 1995). São os açúcares não convencionais, carboidratos complexos, derivados da sacarose que tem atraído atenção por ser de fácil produção em massa, e possuir gosto doce parecido com a sacarose (SANGEETHA et al., 2005; YUN, 1996). O processo de obtenção do FOS é realizado, industrialmente, a partir da síntese da sacarose por atuação da frutotransferase (ou β -frutofuranosidase).

São consideradas GRAS (Generally Recognized as Safe – Geralmente Reconhecidos como Seguros) devido às propriedades prebióticas e ausência de potencial genotóxico (SALAZAR, 2009). Dentre as suas propriedades funcionais, encontram-se a redução dos níveis de colesterol e pressão sanguínea, assim como a melhor absorção de cálcio e magnésio (PEREIRA & GIBSON, 2002). Os FOS são considerados prebióticos, pois são somente digeridos pelo trato gastrointestinal e estimulam o desenvolvimento de bactérias benéficas presentes no intestino (GIBSON & ROBERFROID, 1995).

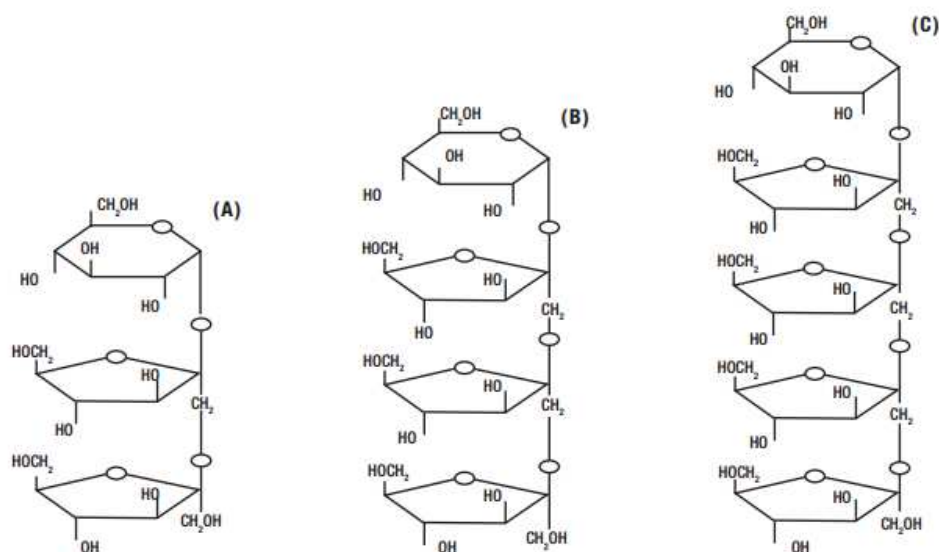


Figura 1. Estrutura química dos principais FOS: 1 Kestose (A), Nistose (B), Frutofuranosil nistose (C)

Fonte: FORTES & MUNIZ (2009)

Com relação às suas propriedades físico-químicas e funcionais, os FOS não são calóricos, e apresentam cerca de um terço do poder adoçante da sacarose, tem solubilidade maior que a sacarose, não cristalizam, não precipitam; além disso, também são altamente higroscópicos e possuem capacidade de retenção de água superior à da sacarose (BORNET, 1994).

Devido à diversidade de propriedades, os FOS podem ser utilizados em diferentes aplicações, como substitutos de gordura (DOS SANTOS et al., 2012; SALAZAR et al., 2009) e de açúcar (MURPHY, 2001; HAULY et al., 2005).

A utilização dos FOS em produtos cárneos como substituto de gordura, resultou em produtos com características sensoriais favoráveis devido à sua capacidade de retenção de água e formação de gel, além de não apresentar influência no sabor, no geral (CÁCERES et al., 2004).

Dos Santos et al. (2012) substituíram a gordura animal por FOS em embutidos fermentados cozidos ao longo de 60 dias de armazenamento. Os autores observaram que a adição de FOS mascarou os defeitos causados apenas pela redução de gordura além de manter o caráter funcional no produto, com isso, pode-se concluir que a utilização de FOS como substituto de gordura apresenta bom potencial para adição em embutidos fermentados.

4.2. Inulina

Os frutanos (polímeros de frutose) incluem diferentes grupos como oligossacarídeos ou fruto-oligossacarídeos (FOS) e inulina. O que diferencia os oligômeros de frutose, FOS e inulina é o grau de polimerização (ROBERFROID, 2007), gerando diferenças em suas propriedades físicas e aplicações na indústria.

A inulina é definida como um carboidrato de reserva presente em mais de 30.000 vegetais, como raízes de chicória e aspargo, alcachofra de Jerusalém e alho (KAUR & GUPTA, 2002).

É formada por uma cadeia de moléculas de frutose, de comprimento de cadeia de 2 a 60-70 unidades e uma molécula de glicose terminal (SUZUKI, 1993), a estrutura química da inulina está apresentada na Figura 2.

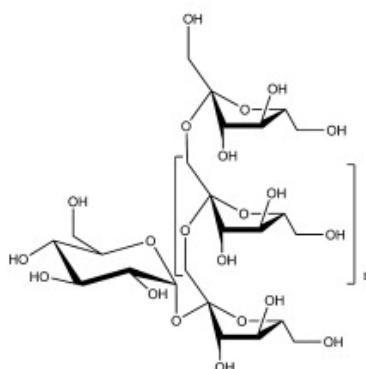


Figura 2. Estrutura química da Inulina
Fonte: MENSINK et al. (2015)

A extração comercial da inulina é feita quase que exclusivamente das raízes de chicória, o método é realizado através da extração dos componentes hidrossolúveis, purificação e secagem em *spray dryer*. Possui coloração branca, gosto neutro (levemente doce), também é facilmente combinável com outros ingredientes, atua em sinergia com agentes gelificantes, como a carragena (FRANCK, 2007). De acordo com Kim et al. (2001), ocorre a formação de gel quando a inulina é misturada com água, que pode ser utilizada como substituto de gordura.

Assim como os FOS, quando incorporada à dieta, a inulina atua como um composto prebiótico, que promove o desenvolvimento de bactérias benéficas no trato gastrointestinal, os probióticos. Outra ação descrita na literatura resulta da incapacidade de enzimas endógenas no estômago e intestino de promoverem a

hidrólise da inulina, ocorrendo somente a fermentação no cólon (BIEDRZYCKA, 2004). Assim, é classificada como uma fibra alimentar.

A inulina é utilizada na indústria de alimentos com diferentes funções, como adoçante de baixa caloria, agente gelificante, para aumentar a viscosidade, melhorar propriedades organolépticas e como fibra não digerível. Exemplos de produtos que utilizaram a inulina são: queijo (KARIMI et al., 2015), iogurte (GUVEN et al., 2005), sorvete (MEYER et al., 2011), pães (GONZÁLEZ-HERRERA et al., 2015), produtos cárneos (MENEGAS et al., 2013).

É um carboidrato solúvel em água, com solubilidade dependente da temperatura e do grau de polimerização. É praticamente insolúvel em água fria, especialmente quando possui alto grau de polimerização. À temperatura de 10 °C, a solubilidade da inulina é de 6%, ao passo que a 90 °C, ela cresce para aproximadamente 35% (SILVA, 1996).

Em embutidos fermentados, a inulina foi utilizada como substituto de gordura, adicionada em dois níveis (7,5 e 12%) (MENDOZA et al., 2001), onde os autores puderam concluir que houve melhora na textura e com relação à aceitação sensorial, não houve diferenças significativas quando comparadas ao controle; além disso, houve redução de cerca de 30% de calorias no produto.

4.3. Amido Resistente

O amido é composto por duas partes: a cadeia linear chamada de “amilose”, que compreende cerca de 500 a 600 unidades de glucose, e a cadeia ramificada, com aproximadamente 1000 unidades de glucose, a “amilopectina”. O Amido Resistente (AR) é definido como a soma do amido e produtos de degradação não absorvidos no intestino delgado em indivíduos saudáveis, mas que sofre fermentação no cólon (SHARMA & YADAV, 2008).

Este composto é uma das mais abundantes fontes de carboidratos não-digeríveis, sendo encontrados em grandes quantidades em grãos, batata crua e banana verde ou mesmo em alimentos processados e retrogradados como a casca de pão ou a batata cozida resfriada (FUENTES-ZARAGOZA, 2010).

Recentemente, o AR tem recebido muita atenção devido aos efeitos benefícios à saúde e propriedades funcionais (SAJILATA et al., 2006). Muitos estudos relatam que o AR é utilizado seletivamente por *Bifidobacteria*, promovendo o

desenvolvimento de *Lactobacilli* e *Bifidobacteria* e o aumento da viabilidade dos probióticos na microencapsulação (PEDROSO et al., 2012).

Outras propriedades funcionais e benefícios à saúde estão descritos na literatura e incluem: a) prevenção de diabetes através da diminuição da resposta pós-prandial da insulina; aumento da sensibilidade à insulina, diminuição da resposta pós-prandial de glicose; b) redução do colesterol total no fígado como consequência das maiores taxas de excreção de colesterol e ácidos biliares c) aumento da absorção de minerais (cálcio e magnésio) através da produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC); d) prevenção da obesidade devido ao baixo valor calórico, diminuindo o apetite e e) prevenção do câncer de cólon pela produção de AGCC da fermentação do amido resistente pelas bactérias anaeróbicas (HOMAYOUNI et al., 2014).

Uma variedade de fatores, incluindo fonte, amadurecimento, processamento, preparação e estocagem do alimento influenciam na quantidade de AR presente em alimentos ricos em amido. O AR é classificado de acordo com sua estrutura básica em 5 tipos: tipo 1, tipo 2, tipo 3, tipo 4 e tipo 5.

O AR tipo 1 é aquele fisicamente inacessível, ele se encontra preso na matriz alimentícia, é encontrado em massas, legumes, grãos (HASJIM & JANE, 2009). É termicamente estável na maioria das operações de cozimento, o qual pode ser utilizado como ingrediente numa grande variedade de alimentos convencionais (SAJILATA et al., 2006).

Já o AR tipo 2 é encontrado em grânulos de amido nativos ou processados, possuem uma estrutura cristalina, presentes em batatas cruas, banana verde e amido de milho com alto teor de amilose (SAJILATA et al., 2006), incluindo o Hi-Maize 260®, que é considerado o principal representante do AR tipo 2.

O tipo 3 é o amido retrogradado não granular, formado durante o cozimento e resfriamento, como nos pães. A estrutura resistente que é formada pode ser degradada pela fermentação microbiana, mas não é hidrolisada pelas enzimas presentes nos humanos (SAJILATA et al., 2006). O amido tipo 4 é o quimicamente modificado, resistente às enzimas devido à formação de interações existentes entre seus componentes pela presença de ligações cruzadas, ou substituídos quimicamente por grupamentos ésteres, fosfatos e éteres, que podem prevenir a sua digestão por bloqueamento do acesso enzimático e formação de ligações típicas como α -(1-4) e α -(1-6) (SAJILATA et al., 2006).

Por fim, o amido resistente tipo 5 é o complexo amilose-lipídeo, que resiste à hidrólise enzimática. Este tipo de amido é uma estrutura rígida formada a partir da complexação da amilose com lipídeos, que nos processos de cocção tem a expansão limitada devido à essa estrutura (FUENTES-ZARAGOZA et al., 2011).

Em produtos cárneos existem poucos estudos utilizando amido resistente como substituto de gordura, porém outros autores estudaram a adição de amido resistente em queijos (NORONHA et al., 2007; ARIMI et al., 2008).

5. Desafios na incorporação de ingredientes funcionais e simultânea redução de gordura

A substituição de gordura em produtos cárneos pode resultar em defeitos como a aparência e textura indesejável (YILDIZ-TURP & SERDAROGLU, 2008), por isso a redução de gordura juntamente com a adição de fibras e óleo vegetal na forma de pré-emulsão podem ajudar a mascarar estes defeitos.

A adição de óleo vegetal, em função de seu baixo ponto de fusão e, portanto, líquido em temperatura ambiente, pode desestabilizar o sistema em que foi adicionado, promovendo quebra da estrutura e desprendimento de óleo. Além disso, a adição de óleo tende a promover maior oxidação lipídica do produto devido ao maior teor de ácidos graxos poli-insaturados, sendo um fator limitante na vida-de-prateleira.

A utilização das fibras, devido à capacidade de ligação com a água e higroscopicidade, pode promover uma estrutura mais quebradiça dependendo da quantidade em que for adicionada, causando problemas na textura do produto, como na mastigabilidade e fatiabilidade.

Dessa forma, o desenvolvimento tanto de um sistema lipídico estável quanto a manutenção desta estabilidade em embutidos fermentados durante o processamento representam um desafio, porém, este tipo de reformulação se faz necessária e tendem a promover benefícios aos consumidores.

6. Referências Bibliográficas

- AYO, J.; CARBALLO, J.; SERRANO, J.; OLMEDILLA-ALONSO, B.; RUIZ-CAPILLAS, C.; JIMÉNEZ- COLMENERO, F. Effect of total replacement of pork backfat with walnut on the nutritional profile of frankfurters. **Meat Science**, v. 77, n. 2, p. 173–181. 2007.
- BACKES, A. M.; TERRA, N. N.; MILANI, L. I. G.; REZER, A. P. S.; LÜDTKE, F. L.; CAVALHEIRO, C. P.; FRIES, L. L. M. Características físico-químicas e aceitação sensorial de salame tipo Italiano com adição de óleo de canola. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 3709-3720. 2013.
- BARRETTO, A.C.S. **Efeito da adição de fibras com substituto de gordura em mortadela**. 163p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2007.
- BERASATEGI, I.; LEGARRA, S.; GARCÍA-IÑIGUEZ DE CIRIANO, M.; REHECHO, S.; CALVO, M.; CAVERO, R.; NAVARRO-BLASCO, I.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I. “High in omega-3 fatty acids” Bologna-type sausages stabilized with an aqueous-ethanol extract of *Melissa officinalis*. **Meat Science**, v. 88, n. 4, p. 705–711. 2011.
- BERIAIN, M. J.; GÓMEZ, I.; PETRI, E.; INSAUSTI, K.; SARRIÉS, M. V. The effects of olive oil emulsified alginate on the physico-chemical, sensory, microbial, and fatty acid profiles of low-salt, inulin-enriched sausages. **Meat Science**, v. 88, n. 1, p. 189–197. 2011.
- BIEDRZYCKA, E. Prebiotic effectiveness of fructans of different degrees of polymerization. **Food Sci. Technol.**, v. 15, p. 170-175. 2004.
- BLOUKAS, J. G., PANERAS, E. D., & FOURNITZIS, G. C. Effect of replacing pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. **Meat Science**, v. 45, n. 2, p. 133 - 144. 1997.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. Química do processamento de alimentos. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 143 p.
- BORNET, F.R. Undigestible sugars in food products. **Am J Clin Nutr**, v. 59, n. 3, p. 763S-769S. 1994.

- BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar.
- BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Disponível em: <
http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/ec3966804ac02cf1962abfa337abae9d/Resolucao_RDC_n_360de_23_de_dezembro_de_2003.pdf> Acesso em: 01/07/2015.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 22, de 31 de julho de 2000. Aprovar os Regulamento Técnicos de Identidade e Qualidade de Copa, de Jerked Beef, de Presunto tipo Parma, de Presunto Cru, de Salame, de Salaminho, de Salaminho tipo Alemão, de Salame tipo Calabrês, de Salame tipo Friolano, de Salame tipo Napolitano, de Salame tipo Hamburguês, de Salame tipo Italiano, de Salame tipo Milano, de Lingüiça Colonial e Pepperoni.
- CÁCERES, E.; GARCIA, M. L.; TORO, J.; SELGAS, M. D. The effect of fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. **Meat Science**, v. 68, n. 1, p. 87–96. 2004.
- CAMPAGNOL, P. C. B.; SANTOS, B. A.; WAGNER, R.; TERRA, N. N.; POLLONIO, M. A. R. The effect of soy fiber addition on the quality of fermented sausages at low-fat content. **Journal of Food Quality**, v. 36, p. 41–50. 2013.
- CENGİZ, E.; GOKOĞLU, N. Effects of fat reduction and fat replacer addition on chloride, potassium lactate and calcium ascorbate on the physico-chemical properties and sensory characteristics of sodium-reduced pork patties. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**, v. 28, n. 5, p. 567-573. 2007.
- CHOI, Y. S., CHOI, J. H., HAN, D. J., KIM, H. Y., LEE, H. W., JEONG, J. Y., KIM, C. J. 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.

- COCCONCELLI, P. S.; FONTANA, C. Bacteria. In: **Handbook of Fermented Meat and Poultry** (eds F. Toldrá, Y. H. Hui, I. Astiasarán, J. G. Sebranek and R. Talon), John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. Cap. 14. 2015.
- DECKER, E. A.; PARK, Y. Healthier meat products as functional foods. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 49-55. 2010.
- DJORDJEVIC, D.; MCCLEMENTS, D. J.; DECKER, E. A. Oxidative stability of whey protein-stabilized oil-in-water emulsions at pH 3: potential ω -3 fatty acid delivery systems (part B). **Journal of Food Science**, v. 69, p. C356-C362. 2004.
- DOS SANTOS, B. A.; CAMPAGNOL, P. C.B.; PACHECO, M.T. B.; POLLONIO, M. A. R. Fructooligosaccharides as a fat replacer in fermented cooked sausages. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, p. 1183-1192. 2012.
- DUPONT, J.; WHITE, P. J., JOHNSTON, K. M.; et al. Food safety and health effects of canola oil. **J Am Coll Nutr.**, v. 8, p. 360–375. 1989.
- EIM, V. S.; SIMAL, S.; ROSSELLÓ, C.; FEMENIA, A. Effects of addition of carrot dietary fibre on the ripening process of a dry fermented sausage (sobrassada). **Meat Science**, v. 80, p. 173-182. 2008.
- ESKIN, N. A. M.; MCDONALD, B. E. Canola Oil. BNF Nutrition Bulletin, v. 63, p. 138-146. 1991.
- FERNÁNDEZ, M.; PEREZ, E. E.; CRAPISTE, G. H.; NOLASCO, S. M. Kinetic study of canola oil and tocopherol extraction: Parameter comparison of nonlinear models. **Journal of Food Engineering**, v. 111, p. 682-689. 2012.
- 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.
- FORTES, R. C.; MUNIZ, L. B. Efeitos da suplementação dietética com frutooligosacarídeos e inulina no organismo humano: estudo baseado em evidências. **Com. Ciências Saúde**; v. 20, n. 3, p. 241-252. 2009.
- FRANCK, A. Technological functionality of inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, v. 87, n. 2, p. S287–S291. 2007.

- FUENTES-ZARAGOZA, E.; RIQUELME-NAVARRETE, M.J.; SÁNCHEZ-ZAPATA, E.; PÉREZ-ÁLVAREZ J.A. Resistant starch as functional ingredient: A review. **Food Research International**, v. 43, n. 4, p. 931–942. 2010.
- 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.
- GARCIA-IÑIGUEZ DE CIRIANO M, GARCIA-HERREROS C, LAREQUI E, VALENCIA I, ANSORENA D, ASTIASARAN I. Use of natural antioxidants from lyophilized water extracts of *Borago officinalis* in dry fermented sausages enriched in omega-3 PUFA. **Meat Science**, v. 83, n. 2, p. 271–277. 2009.
- GARCIA-IÑIGUEZ DE CIRIANO M, LAREQUI E, REHECHO S, CALVO MI, YOLANDA CAVERO R, NAVARRO-BLASCO I, ASTIASARAN I, ANSORENA D. Selenium, iodine, omega-3 PUFA and natural antioxidant from *Melissa officinalis* L.: a combination of components from healthier dry fermented sausages formulation. **Meat Science**, v. 85, n. 2, p. 274–279. 2010a.
- GARCIA-IÑIGUEZ DE CIRIANO, M.; REHECHO, S.; CALVO, M.; CAVERO, R.; NAVARRO, I.; ASTIASARAN, I.; ANSORENA, D. Effect of lyophilized water extracts of *Melissa officinalis* on the stability of algae and linseed oil-in-water emulsion to be used as a functional ingredient in meat products. **Meat Science**, v. 85, n. 2, p. 373–377. 2010b.
- GANDEMER, G. Lipids in muscles and adipose tissues, changes during processing and sensory properties of meat products. **Meat Science**, v. 62, p. 309–321. 2002.
- GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **J. Nutr.**, Cambridge, v. 125, n. 6, p. 1401-1412. 1995.
- GIESE, J. Fats, oils and fat replacers. **Food Technology**, v. 50, p. 78-83. 1996.
- GONZÁLEZ-HERRERA, S. M., HERRERA, R. R., LÓPEZ, M. G., RUTIAGA, O. M., AGUILAR, C. N., ESQUIVEL, J. C. C., et al. Inulin in food products: Prebiotic and functional ingredient. **British Food Journal**, v. 117, p. 371–387. 2015.

- GUINAZ, M.; MILGARES, R. C. R. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; CHAVES, J. B. P. Tocoferóis e tocotrienóis em óleos vegetais e ovos. **Química Nova**, v. 32, n. 8, p. 2098-2103. 2009.
- GUNSTONE, F. **Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses**. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd; 2011.
- GUSTAFSSON, I. B.; VESSBY, B.; OHRVALL, M.; NYDAHL, M. A diet rich in monounsaturated rapeseed oil reduces the lipoprotein cholesterol concentration and increases the relative content of n-3 fatty acids in serum in hyperlipidemic subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 59, p. 667–674. 1994.
- GUVEN, M.; YASAR, K.; KARACA, O. B.; HAYALOGLU, A. A. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. **International Journal of Dairy Technology**, v. 58, p. 180-184. 2005.
- HAHN, N. I. Replacing Fat With Food Technology: A brief review of new fat replacement ingredients. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 97, n. 1, p. 15–16. 1997.
- HASJIM, J.; JANE, J. L. Production of resistant starch by extrusion cooking of acid-modified normal-maize starch. **Journal of Food Science**, v. 74, p. C556–C562. 2009.
- 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. 8, n. 5, p. 613-622. 2005.
- HOMAYOUNI, A.; AMINI, A.; KHODAVIRDIVAND, A.; KESHTIBAN, A. K.; MORTAZAVIAN, A. M.; ESAZADEH, K. AND POURMORADIAN, S. Resistant starch in food industry: A changing outlook for consumer and producer. **Starch/Stärke**, v. 66, p. 102–114. 2014.
- HOOGENKAMP, H. W. Low-fat and low-cholesterol sausages. **Fleischerei**, v. 40, n. 10, p. 3–4. 1989.
- HOOPER, L., SUMMERBELL, C. D., HIGGINS, J. P. T., THOMPSON, R. L., CAPPS, N. E., SMITH, G. D., RIEMERSMA, R.A., EBRAHIM, S. Dietary fat intake and prevention of cardiovascular disease: Systematic review. **British Medical Journal**, v. 322, p. 757–763. 2001.

- HUGO, A.; ROODT, E. Significance of porcine fat quality in meat technology: A review. **Food Review International**, v. 23, p. 175–198. 2007.
- JACOBSEN, C.; MEYER, A. S.; ADLER-NISSEN, J. Oxidation mechanisms in real food emulsions: oil-water partition coefficients of selected volatile off-flavor compounds in mayonnaise. **Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A**, v. 208, n. 5-6, p. 317-327. 2009.
- 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. Healthier lipid formulation approaches in meat-based functional foods. Technological options for replacement of meat fats by non-meat fats. **Trends in Food Science and Technology**, v. 18, n. 11, p. 567-578. 2007.
- JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; CARBALLO, J.; COFRADES, S. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. **Meat Science**, v. 59, n. 1, p. 5-13. 2001.
- JIMÉNEZ-COLMENERO, F., REIG, M., & TOLDRÁ, F. New approaches for development of functional meat products. In L. M. L. Nollet & F. Toldrá (Eds.), **Advanced technologies for meat processing** (pp. 275–308). Boca Raton, FL, USA: CRC Press, Taylor & Francis. 2006.
- JOHNSON, G.H.; KEAST, D.R.; KRIS-ETHERTON, P.M. Dietary modeling shows that the substitution of canola oil for fats commonly used in the United States would increase compliance with dietary recommendations for fatty acids. **J Am Diet Assoc.**; v. 107, p. 1726–1734. 2007.
- JOSQUIN, N. M., LINSSEN, J. P. H., HOUBEN, J. H. Quality characteristics of Dutch-style fermented sausages manufactured with partial replacement of pork back-fat with pure, pre-emulsified or encapsulated fish oil. **Meat Science**, v. 90, n. 1, p. 81–86. 2012.
- KARIMI, R; AZIZI, M.H.; GHASEMLOU, M.; VAZIRI, M. Application of inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer: A review. **Carbohydrate Polymers**, v. 119, p. 85-100. 2015.
- KAUR, N.; GUPTA, A. Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. **Journal of Biosciences**, v. 27, p. 703–714. 2002.

- KAYAARDI, S.; GÖK, V. Effect of replacing beef fat with olive oil on quality dietary characteristics of Turkish soudjouk (sucuk). **Meat Science**, v. 66, p. 249–257. 2003.
- KIM, Y.; FAGIH, M. N.; WANG, S. S. Factors affecting gel formation of inulin. **Carbohydrate Polymers**, v. 46, n. 2, p. 135–145. 2001.
- LEISTNER, L. The essentials of producing stable and safe raw fermented sausages. In: **New Technologies for Meat and Meat Products**. JM Smulders, F Toldra, J Flores, M Prieto (eds), pp. 1–19. Nijmegen, The Netherlands: Audet. 1992.
- LEROY, F.; GEYZEN, A.; JANSSENS, M.; DE VUYST, L.; SCHOLLIERS, P. Meat fermentation at the crossroads of innovation and tradition: a historical outlook. **Trends Food Sci. Technol.**, v. 31, p. 130–137. 2013.
- LÓPEZ-LÓPEZ I.; COFRADES S.; RUIZ-CAPILLAS C.; JIMÉNEZ COLMENERO F. Design and nutritional properties of potential functional frankfurters based on lipid formulation, added seaweed and low salt content. **Meat Science**, v. 83, p. 255–262. 2009.
- LÜCKE, F.-K., Fermented sausages. In: **Microbiology of fermented foods, Vol. 2**. Brian J.B. Wood (Ed.), Elsevier Applied Science Publishers Ltd., Essex, England, 41–83. 1985.
- MARIANSKI, S.; MARIANSKI, A. **The art of making fermented sausages**. United States of America: Bookmagic, 2009, 274p.
- MARTIN, M. Meat Curing Technology. in: **Meat Science and Applications**. New York: Marcel Dekker, 2001.
- MAW, S.J., FOWLER, V.R., HAMILTON, M., PETCHEY, A.M. Physical characteristics of pig fat and their relation to fatty acid composition. **Meat Science**, v. 63, p. 185–190. 2003.
- MELA, D. J. The basis of dietary fat preference. **Trends in Food Science and Technology**, v. 1, n. 3, p. 55–78. 1990.
- 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.
- MENEGAS, L. Z.; PIMENTEL, T. C.; GARCIA, S.; PRUDENCIA, S. H. Dry-fermented chicken sausage produced with inulin and corn oil: Physicochemical,

- microbiological, and textural characteristics and acceptability during storage. **Meat Science**, v. 93, p. 501-506. 2013.
- MENSINK, M. A.; FRIJLINK, H. W.; MAARSCHALK, K.; VAN DER VOORT MAARSCHALK, K.; HINRICHS, W. L. J. Inulin, a flexible oligosaccharide I: Review of its physicochemical characteristics. **Carbohydrate Polymers**, v. 130, p. 405-419. 2015.
- MEYER, D., BAYARRI, S., TÁRREGA, A., & COSTELL, E. Inulin as texture modifier in dairy products. **Food Hydrocolloids**, v. 25, p. 1881–1890. 2011.
- MORRIS, D. H. Flax - A Health and Nutrition Primer. 4 th ed. Winnipeg: MB Flax Council of Canada. 2007.
- MUGUERZA, E.; ANSORENA, D.; ASTIASARAN, I. Improvement of nutritional properties of Chorizo de Pamplona by replacement of pork backfat with soy oil. **Meat Science**, v. 65, n. 4, p. 1361-1367. 2003.
- 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.
- MUGUERZA, E., GIMENO, O., ANSORENA, D., ASTIASARÁN, I. New Formulations for healthier dry fermented sausages: A review. **Food Science and Technology**, v. 15, p. 452–457. 2004.
- MURPHY, O. Non-polyol low digestible carbohydrates: food applications and functional benefits. **Journal of Nutrition**, v. 85, p. S47-S53. 2001.
- NORONHA, N.; O'RIORDAN, E.D.; O'SULLIVAN, M. Replacement of fat with functional fibre in imitation cheese. **International Dairy Journal**, v. 17, p. 1073–1082. 2007.
- NYDAHL, M.; GUSTAFSSON, I. B.; OHRVALL, M.; VESSBY, B. Similar effects of rapeseed oil (canola oil) and olive oil in a lipid-lowering diet for patients with hyperlipoproteinemia **Journal of American College of Nutrition**, v. 14, p. 643–651. 1995.
- O'BRIEN, R. D. **Fats and Oil** - Formulating and Processing for Applications, 3^a Ed., Thaylor & Francis Group. 2009.
- OMS – Organização Mundial da Saúde. Estratégia Mundial sobre o Regime Alimentar, Atividade Física e Saúde. 2004.

- OMS – Organização Mundial da Saúde. Interim Summary of Conclusions and Dietary Recommendations on Total Fat & Fatty Acids. Report of a joint WHO/FAO expert consultation. Geneva. 2008.
- OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde. Grupo de trabalho da OPAS/OMS Américas livres de gorduras trans: conclusões e recomendações de 26 e 27 de abril de 2007. Washington (DC). 2007.
- OSPINA-E, J. C.; SIERRA-C, A.; OCHOA, O.; PÉREZ-ÁLVAREZ, A.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. Substitution of Saturated Fat in Processed Meat Products: A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 52, p. 113–122. 2012.
- ORDÓÑEZ, J.A. e colaboradores. **Tecnologia de Alimentos vol. 2 – Alimentos de Origem Animal**. Porto Alegre:Artmed, 279 p, Porto Alegre-RS. 2005.
- PEDROSO, D. D. L., THOMAZINI, M., HEINEMANN, R. J. B., FAVARO-TRINDADE, C. S. Protection of *Bifidobacterium lactis* and *Lactobacillus acidophilus* by microencapsulation using spray-chilling. **International Dairy Journal**, v. 26, p. 127–132. 2012.
- PELSER, W. M.; LINSEN, 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. 2007.
- PEREIRA, D. I; GIBSON, G. R. Effects of consumption of probiotics and prebiotics on serum lipid levels in humans. **Crit. Rev. Biochem. Mol Biol.**, v. 37, p. 259-281. 2002.
- PEREIRA, K. D. Amido resistente, a última geração no controle de energia e digestão saudável. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 27 (supl.): p. 88-92. 2007.
- PUOLANNE, E.; PETÄJÄ-KANNINEN, E. Principles of Meat Fermentation. In: **Handbook of Fermented Meat and Poultry** (eds F. Toldrá, Y. H. Hui, I. Astiasarán, J. G. Sebranek and R. Talon), John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. 2015.
- RODRÍGUEZ-CARPENA, J.G.; MORCUENDE, D.; ESTÉVEZ, M. Avocado, sunflower and olive oils as replacers of pork back-fat in burger patties: effect on lipid composition, oxidative stability and quality traits. **Meat Science**, v. 90, n. 1, p. 106–115. 2012.

- RONCALÉS, P. Additives. In: **Handbook of Fermented Meat and Poultry** (eds F. Toldrá, Y. H. Hui, I. Astiasarán, J. G. Sebranek and R. Talon), John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. Cap. 9. 2015.
- ROBERFROID, M. B. Prebiotics: the concept revisited. **J. Nutr.**; v. 137(Sup 3), p. S830-S837. 2007.
- RUIZ, J.; PÉREZ-PALACIOS, T. Ingredients. In: **Handbook of Fermented Meat and Poultry** (eds F. Toldrá, Y. H. Hui, I. Astiasarán, J. G. Sebranek and R. Talon), John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. Cap. 8. 2015.
- SAJILATA, M. G., SINGHAL, R. S., KULKARNI, P. R. Resistant starch – A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 5, p. 1–17. 2006.
- SALAZAR, P.; GARCIA, M. L.; SELGAS, M. D. Short-chain fructooligosaccharides as potential functional ingredient in dry fermented sausages with different fat levels. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, n. 6, p. 1100–1107. 2009.
- SAMPAIO, G., CASTELLUCCI, C., PINTO E SILVA, M., TORRES, E. Report: Effect of fat replacers on the nutritive value and acceptability of beef frankfurters. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 17, p. 469–474. 2004.
- SANGEETHA, P. T.; RAMESH, M. N.; PRAPULLA, S. G. Maximization of fructooligosaccharide production by two stage continuous process and its scale up. **Journal of Food Engineering**, v. 68, p. 57–64. 2005.
- SENDRA, E.; FAYOS, P.; LARIO, Y.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYASBARBERÁ, 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.
- SERRANO, A.; COFRADES, S.; RUIZ-CAPILLAS, C.; OLMEDILLA-ALONSO, B.; HERRERO-BARBUDO, C.; JIMENEZ-COLMENERO, F. Nutritional profile of restructured beef steak with added walnuts. **Meat Science**, v.70, n.4, p. 647-654. 2005.
- SHARMA, A.; YADAV, B. S. Resistant starch: Physiological roles and food applications. **Food Reviews International**, v. 24, p. 193–234. 2008.
- SILVA, R. F. Use of inulin as a natural texture modifier. **Cereal Foods World**. St Paul, v. 41, n. 10, p. 792-795. 1996.

- SUZUKI, M. Fructans in crop production and preservation. In: **Science and technology of fructans**. SUZUKI, M.; CHATTERTON, N. J. (Ed.) Boca Raton: CRC Press, p. 227-255. 1993.
- TOLDRÁ, F.; FLORES, M. Analysis of meat quality factors. In: **Handbook of Food Analysis**, 2 edn. LMLNollet (ed.), p. 1961–1977. New York: Marcel Dekker. 2004.
- TRUMBO, P.; SCHLICKER, S.; YATES, A. A.; POOS, M. 2005. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. The National Academies Press. Disponível em: http://www.nal.usda.gov/fnic/DRI/DRI_Energy/339-421.pdf Acesso em: 04/07/2015.
- VERPLAETSE, A. Influence of raw meat properties and processing technology on aroma quality of raw fermented meat products. In Proc 40th Int. Congress Meat Sci and Tech., p. 45-65., Den Haag (Holanda). 1994.
- WIRTH, F. Technologies for making fat-reduced meat products. **Fleischwirtschaft**, v. 68, p. 1153–1156. 1988.
- YILDIZ-TURP, G.; SERDAROGLU, M. Effect of replacing beef fat with hazelnut oil on quality characteristics of sucuk – A Turkish fermented sausage. **Meat Science**, v. 78, n. 4, p. 447–454. 2008.
- YUN, J. W. Fructooligosaccharides – Occurrence, preparation, and application. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 19, p. 107-117, 1996.
- ZHANG, W., XIAO, S., SAMARAWEERA, H., LEE, E. J., & AHN, D. U. Improving functional value of meat products. **Meat Science**, v. 86, p. 15–31. 2010.

Capítulo 2.

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS LIPÍDICOS FUNCIONAIS PARA
APLICAÇÃO COMO SUBSTITUTO DE GORDURA EM EMBUTIDOS CÁRNEOS
FERMENTADOS**

OZAKI, M. M., CAMPAGNOL, P. C. B., RIBEIRO, A. P. B., & POLLONIO, M. A. R.

O artigo será traduzido para o inglês e será submetido à revista Food Research International

Resumo

Sistemas lipídicos (blends) do tipo pré-emulsões foram desenvolvidos utilizando óleo de canola, toucinho, água, proteína isolada de soja, carragena/colágeno e fibras (fruto-oligossacarídeos, amido resistente ou inulina), de forma a se obter um substituto de gordura estável em temperatura ambiente, para aplicação em embutidos cárneos fermentados. Primeiramente, foram realizados pré-testes para seleção dos sistemas lipídicos, onde misturas de diferentes proporções de óleo de canola e toucinho foram avaliados quanto ao conteúdo de gordura sólida e diagrama de compatibilidade. Em seguida, foram desenvolvidos 12 sistemas lipídicos, onde os tratamentos variaram com relação ao tipo de fibra adicionada e o estabilizante (carragena ou colágeno). Os sistemas lipídicos foram avaliados quanto à capacidade de retenção de água e gordura, consistência e cor. Estes também foram testados em embutidos fermentados, em 4 tratamentos: blend sem fibras (F1), blend com 2,5 % de FOS (F2), blend com 2,5% inulina (F3) e blend com 2,5% de amido resistente (F4). Os embutidos fermentados foram avaliados durante 14 dias na câmara de fermentação, quanto à evolução do pH, aw e perda de peso. Os resultados apontaram para um melhor desempenho dos blends contendo inulina, principalmente devido à consistência e capacidade de retenção de água e gordura. Os valores de pH, aw e perda de peso nos embutidos fermentados indicaram que a adição dos sistemas lipídicos não afetou esses parâmetros e os resultados obtidos encontram-se de acordo com o esperado. Também não foi observado gotejamento de óleo durante este período ou excessiva oleosidade, demonstrando que os blends se mantiveram estabilizados juntamente com os demais componentes na matriz cárnea.

Palavras-chave: salames, fruto-oligossacarídeos, amido resistente, inulina, óleo de canola

1. Introdução

Recomendações quanto à máxima ingestão de ácidos graxos saturados (SFA) na dieta (OMS, 2003) têm sido estabelecidas, uma vez que a ingestão deste tipo de gordura está associada à incidência de várias doenças crônicas como as cardiovasculares, obesidade e hipertensão (BJERREGAARD et al., 2000).

Isso tem um efeito direto na indústria da carne, uma vez que determinadas matérias-primas cárneas e derivados são reconhecidos como uma das maiores fontes de gordura presente na dieta. Em embutidos fermentados, a gordura adicionada ao processamento pode chegar a até cerca de 45% devido à secagem do produto (WIRTH, 1988), por isso, produtos com reformulação lipídica e com apelos funcionais apresentam grande potencial para desenvolvimento (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2007)

O toucinho suíno, principal fonte de gordura utilizada em produtos cárneos, pode ser substituído por ingredientes não cárneos, como óleos vegetais (PELSER et al., 2007; MENEGAS, 2013; SEVERINI, 2003) e fibras (CAMPAGNOL et al., 2013, GARCÍA et al., 2002; SALAZAR et al., 2009). Os estudos reportaram potencial para aplicação nos produtos, porém, ainda existem vários desafios.

Existem diversas maneiras de se melhorar o perfil lipídico de um produto, como através da adição de óleos vegetais (oliva, soja, canola, etc.), adicionados de forma líquida (BLOUKAS et al., 1997), encapsulada (PELSER et al., 2007), interesterificada (VURAL, 2003) ou pré-emulsificada (MUGUERZA et al., 2001; KAYAARDI & GÖK, 2003).

Uma pré-emulsão pode ser elaborada através da adição de óleo, água e algum tipo de proteína (geralmente proteína isolada de soja). Hoogenkamp (1989) sugeriu a utilização de 8 partes de água (50 a 60 °C), 1 parte de proteína isolada de soja e 10 partes de óleo e este modelo é o mais utilizado como base para os estudos reportados na literatura.

Como fase lipídica, o óleo de canola é uma boa opção para ser utilizado, pois contém os níveis mais baixos de SFA (GIESE, 1996) e 61% de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA), aumentando a relação UFA/SFA quando comparados com gorduras animais (ESKIN & MCDONALD, 1991), sendo também conhecido por seus efeitos hipocolesterolêmicos (GUSTAFSSON et al., 1994) e antitrombóticos (KWON et al., 1991). Além disso, é uma das únicas fontes de ácido α -linolênico, essencial ao metabolismo humano.

Porém, sistemas lipídicos mais elaborados, em que se busca a estabilidade através da adição também de toucinho, necessitam de adição de mais um componente estabilizante, como a carragena ou colágeno.

A carragena é um hidrocolóide, que pode ser utilizado como espessante e estabilizante na indústria de alimentos, tem a capacidade de tornar as soluções mais viscosas e formar géis (ZÓIA, 2011). É um polissacarídeo extraído de algas vermelhas e consiste de três frações principais: iota, lambda e kappa-carragena. As frações iota e kappa carragena tem a habilidade de formar géis termo reversíveis (GEISE, 1992). Podem ser utilizadas em produtos preparados a altas temperaturas, mas também formam géis em temperatura ambiente (NUNES et al., 2003).

Já o colágeno é uma proteína animal presente nos ossos, pele e tendões. Esta proteína pode ser utilizada para melhorar a estabilidade de emulsões devido às suas propriedades físico-químicas: capacidade de retenção de água e formação de gel (DICKINSON, 2003).

Ainda, além da adição de óleo de canola, pode-se incorporar ingredientes não-lipídicos, como as fibras. Fruto-oligossacarídeos, amido resistente e inulina possuem caráter prebiótico, cor e gosto neutros (de forma geral) e já foram utilizados em alguns estudos como substitutos de gordura (MENDOZA et al., 2001; DOS SANTOS et al., 2012).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi desenvolver sistemas lipídicos contendo óleo de canola, água, proteína isolada de soja, fibras (FOS, AR e inulina), agentes estabilizantes (carragena ou colágeno) e uma parte de gordura animal, de forma a se manter a estabilidade para adição em embutidos fermentados, com foco na redução e reformulação lipídica. Ainda, alguns tratamentos foram adicionados em embutidos fermentados para avaliação da evolução de propriedades físico-químicas dos mesmos.

2. Material e Métodos

Este estudo foi realizado em duas etapas, na primeira etapa, realizaram-se pré-testes e o desenvolvimento de sistemas lipídicos contendo óleo de canola, fibras e agentes estabilizantes; após, foram realizadas análises para verificar a estabilidade destes sistemas. Na segunda etapa, através da adição de alguns destes sistemas em

embutidos fermentados, avaliaram-se as propriedades físico-químicas dos embutidos fermentados durante 14 dias.

2.1. Desenvolvimento de sistemas lipídicos (blends)

2.1.1. Descrição dos materiais

Os materiais utilizados para elaboração dos sistemas lipídicos foram: óleo de canola comercial (Cargill Foods, São Paulo, Brasil), inulina (Clariant S/A, São Paulo, Brasil), FOS (Clariant S/A, São Paulo, Brasil), amido resistente tipo 2 Hi-Maize® (Ingredion Brasil, Mogi-Guaçu, Brasil), carragena e colágeno (New Max, Americana, Brasil).

As fibras e os estabilizantes utilizados foram gentilmente doados das empresas.

2.1.2. Preparo dos sistemas lipídicos

Para determinação da quantidade de cada componente, utilizou-se como base o sistema lipídico (pré-emulsão) utilizado por Hoogenkamp (1989) – 8 partes de água, 1 parte de proteína isolada de soja e 10 partes de óleo. Os sistemas lipídicos testados por outros autores não adicionavam o toucinho, por este motivo realizaram-se testes iniciais onde foram avaliadas a estabilidade e capacidade de formação de emulsão entre água, óleo, toucinho, proteína isolada de soja e fibras. Ao perceber que havia exsudação de óleo quando os sistemas lipídicos eram deixados em temperatura ambiente por mais de 24 h, adicionaram-se estabilizantes (carragena ou colágeno).

Foram elaborados 12 tratamentos de blends, variando o tipo de fibra (inulina, FOS e amido resistente) e o estabilizante (carragena e colágeno). Os componentes majoritários: óleo de canola, toucinho e água foram adicionados utilizando 1 parte cada, de forma que resultem em 100% da formulação. Os demais ingredientes foram calculados sobre o valor dos componentes majoritários. As fibras (FOS, inulina e amido resistente) foram calculadas a fim de se obter 2,5% na massa cárnea do salame (considerando que o blend represente 12% do total do salame), ou seja, no blend, este valor será maior, de 20,80%. Desta forma, o cálculo de cada componente foi convertido de “parte” para “porcentagem”. Os tratamentos encontram-se descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Sistemas lipídicos desenvolvidos para aplicação em embutidos fermentados

Tratamento	Óleo de Canola (%)	Toucinho (%)	Água (%)	PIS (%)	Tripolifosfato (%)	Carragena (%)	Colágeno (%)	FOS (%)	AR (%)	Inulina (%)
F1	31,3	31,3	31,3	6,1	0,2	0,2	-	20,80	-	-
F2	31,3	31,3	31,3	6,1	0,2	0,4	-	20,80	-	-
F3	31,3	31,3	31,3	6,1	0,2	-	0,2	20,80	-	-
F4	31,3	31,3	31,3	6,1	0,2	-	0,4	20,80	-	-
F5	31,3	31,3	31,3	6,1	0,2	0,2	-	-	20,80	-
F6	31,3	31,3	31,3	6,1	0,2	0,4	-	-	20,80	-
F7	31,3	31,3	31,3	6,1	0,2	-	0,2	-	20,80	-
F8	31,3	31,3	31,3	6,1	0,2	-	0,4	-	20,80	-
F9	31,3	31,3	31,3	6,1	0,2	0,2	-	-	-	20,80
F10	31,3	31,3	31,3	6,1	0,2	0,4	-	-	-	20,80
F11	31,3	31,3	31,3	6,1	0,2	-	0,2	-	-	20,80
F12	31,3	31,3	31,3	6,1	0,2	-	0,4	-	-	20,80
Massa cárnea (%)	3,8	3,8	3,8	0,6	0,02	0,02/0,04	0,02/0,04	2,5	2,5	2,5

F1 – blend contendo 0,2% de carragena e 2,5% de FOS; **F2** – blend contendo 0,4% de carragena e 2,5% de FOS; **F3** – blend contendo 0,2% de colágeno e 2,5% de FOS; **F4** – blend contendo 0,4% de colágeno e 2,5% de FOS; **F5** – blend contendo 0,2% de carragena e 2,5% de AR; **F6** – blend contendo 0,4% de carragena e 2,5% de AR; **F7** – blend contendo 0,2% de colágeno e 2,5% de AR; **F8** – blend contendo 0,4% de colágeno e 2,5% de AR; **F9** – blend contendo 0,2% de carragena e 2,5% de inulina; **F10** – blend contendo 0,4% de carragena e 2,5% de inulina; **F11** – blend contendo 0,2% de colágeno e 2,5% de inulina; **F12** – blend contendo 0,4% de colágeno e 2,5% de inulina.

Para elaboração dos sistemas lipídicos, realizou-se a homogeneização no equipamento Turrax IKA® T25. Os ingredientes foram adicionados na seguinte ordem:

- água e proteína isolada de soja, homogeneizados por 1 min a 10000 rpm.
- óleo de canola, homogeneizado por 2 min a 10000 rpm.

Os três ingredientes foram transferidos para o homogeneizador (Retsch GM 200), onde adicionou-se o toucinho (5 °C), o tripolifosfato de sódio, a carragena ou colágeno e fibra. Esta mistura foi realizada por 30 s a 3000 rpm.

Os sistemas lipídicos foram armazenados congelados.

A Figura 3 ilustra os sistemas lipídicos obtidos.



Figura 3. Representação dos sistemas lipídicos desenvolvidos

F1 – blend contendo 0,2% de carragena e 2,5% de FOS; **F2** – blend contendo 0,4% de carragena e 2,5% de FOS; **F3** – blend contendo 0,2% de colágeno e 2,5% de FOS; **F4** – blend contendo 0,4% de colágeno e 2,5% de FOS; **F5** – blend contendo 0,2% de carragena e 2,5% de AR; **F6** – blend contendo 0,4% de carragena e 2,5% de AR; **F7** – blend contendo 0,2% de colágeno e 2,5% de AR; **F8** – blend contendo 0,4% de colágeno e 2,5% de AR; **F9** – blend contendo 0,2% de carragena e 2,5% de inulina; **F10** – blend contendo 0,4% de carragena e 2,5% de inulina; **F11** – blend contendo 0,2% de colágeno e 2,5% de inulina; **F12** – blend contendo 0,4% de colágeno e 2,5% de inulina.

2.1.3. Pré-testes para seleção dos sistemas lipídicos

2.1.3.1. Conteúdo de Gordura Sólida

Foi realizada uma determinação do Conteúdo de Gordura Sólida (do inglês “Solid Fat Content”, SFC) por Ressonância Magnética Nuclear (RMN), de acordo com o Método AOCS Cd 16b-83 (2009). O conteúdo de gordura sólida foi obtido em diferentes temperaturas: 10, 20, 25, 30 e 35 °C. As amostras permaneceram por 1 h em banho seco a 0 °C e 30 min em cada temperatura para análise em RMN.

As amostras testadas estão descritas na Tabela 3. A análise foi realizada através misturas de óleo e toucinho apenas, nesta análise não foram analisados os blends. Foram traçados os perfis de sólidos de cada gordura por RMN sendo possível conhecer assim a aplicabilidade das amostras, na qual se pode prever o comportamento de derretimento da gordura e o teor de sólidos presente a diversas temperaturas.

Tabela 3. Amostras para determinação de Conteúdo de Gordura Sólida (SFC)

Amostra	Óleo de Canola (%)	Toucinho (%)
1	100	0
2	90	10
3	80	20
4	70	30
5	60	40
6	50	50
7	40	60
8	30	70
9	20	80
10	10	90
11	0	100

1 – 100% Óleo de Canola; **2** – 90% Óleo de Canola e 10% Toucinho; **3** – 80% Óleo de Canola e 20% Toucinho; **4** – 70% Óleo de Canola e 30% Toucinho; **5** – 60% Óleo de Canola e 40% Toucinho; **6** – 50% Óleo de Canola e 50% Toucinho; **7** – 40% Óleo de Canola e 60% Toucinho; **8** – 30% Óleo de Canola e 70% Toucinho; **9** – 20% Óleo de Canola e 80% Toucinho; **10** – 10% Óleo de Canola e 90% Toucinho; **11** – 100% Toucinho.



Figura 4. Imagem dos tratamentos para determinação de Conteúdo de Gordura Sólida (SFC) **1** – 100% Óleo de Canola; **2** – 90% Óleo de Canola e 10% Toucinho; **3** – 80% Óleo de Canola e 20% Toucinho; **4** – 70% Óleo de Canola e 30% Toucinho; **5** – 60% Óleo de Canola e 40% Toucinho; **6** – 50% Óleo de Canola e 50% Toucinho; **7** – 40% Óleo de Canola e 60% Toucinho; **8** – 30% Óleo de Canola e 70% Toucinho; **9** – 20% Óleo de Canola e 80% Toucinho; **10** – 100% Óleo de Canola e 90% Toucinho; **11** – 100% Toucinho.

2.1.3.2. Diagrama de Compatibilidade

O diagrama de compatibilidade foi construído a partir dos resultados obtidos na análise de Conteúdo de Gordura Sólida, para as diferentes concentrações de óleo de canola a diferentes temperaturas.

2.1.4. Caracterização dos sistemas lipídicos

2.1.4.1. Avaliação de consistência

A avaliação da consistência ocorre a partir da obtenção do parâmetro “yield value”, o mesmo foi determinado utilizando o equipamento analisador de textura TA-XT Plus (Stable Micro Systems, Inglaterra), controlado por microcomputador.

As amostras dos diferentes tratamentos, preparadas em triplicata, foram acondicionadas em béqueres de 50 mL e incubadas a 25 °C por 24 h. Foi utilizado o probe de cone de acrílico truncado de ângulo de 45°. As determinações foram realizadas em triplicata para cada amostra nas seguintes condições: distância inicial

de 10 mm; velocidade de 2 mm/s; tempo de 5 s (RODRIGUES et al., 2003). A partir destas condições, foi obtida a força de compressão (gF).

Para cálculo do “yield value” foi utilizada a equação, de acordo com Haighton (1959), sendo:

$$C = \frac{K \times W}{p^{1,6}}$$

onde, C = yield value, em gF/cm²;

K = fator dependente do ângulo do cone (igual a 4700 para o cone de 45°);

W = força de compressão (gF); p = profundidade de penetração, em 0,1 mm.

2.1.4.2. Capacidade de retenção de água e gordura (CRA)

Para esta determinação, 5 g de amostra foram centrifugados a 10.000 g por 15 min à 25 °C, em triplicata. Os tubos foram abertos e deixados de ponta cabeça até que se escorresse todo o sobrenadante (1 h). A capacidade de retenção de água e gordura (%) foi calculada a partir da razão entre o peso final e o inicial, multiplicado por 100 (ZHAO et al., 2014).

2.1.4.3. Cor Instrumental

A determinação de cor dos sistemas lipídicos foi realizada no colorímetro Konica Minolta (CM-5), operando com iluminante D65, ângulo do observador 10°, no modo SCI (desconsiderando o brilho da amostra) e no sistema de cor CIELab, para avaliação dos parâmetros L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho/verde) e b* (intensidade de amarelo/azul). Para todas as amostras foram realizadas cinco leituras, sendo que a média de cada leitura foi dada por cinco *flashes*, e o procedimento repetido em triplicata.

O índice de brancura (W) foi calculado pela seguinte equação: $100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$ (PATHARE et al., 2013). E o ΔE^* (que indica a magnitude total da diferença da cor), calculado pela equação: $\Delta E^* = [\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}]^{1/2}$ (PRÄNDL et al., 1994), sendo $\Delta L^* = (L^* \text{ dos tratamentos} - L^* \text{ do toucinho})$, assim respectivamente para Δa^* e Δb^* .

Os valores obtidos de todos os parâmetros foram comparados com a cor do toucinho suíno.

2.2. Processamento dos embutidos fermentados com blends – escolha do blend com melhor potencial de desenvolvimento

2.2.1. Descrição dos materiais

Os materiais utilizados para elaboração dos blends foram: óleo de canola comercial (Cargill Foods, São Paulo, Brasil), inulina (Clariant S/A, São Paulo, Brasil), FOS (Clariant S/A, São Paulo, Brasil), Amido Resistente (Ingredion Brasil, Mogi-Guaçu, Brasil), carragena e colágeno (New Max, Americana, Brasil). As fibras e os estabilizantes utilizados foram doados pelas empresas.

As matérias-primas (pernil suíno e toucinho) utilizadas no processamento dos embutidos fermentados foram adquiridas em comércio local em Campinas/SP, com garantia de qualidade assegurada. Os demais ingredientes utilizados para o processamento dos embutidos fermentados foram doados pela empresa New Max (Americana, Brasil).

2.2.2. Processamento dos embutidos fermentados

Na Tabela 4, encontram-se os tratamentos realizados no processamento dos embutidos fermentados. As matérias-primas (carne suína e toucinho) foram moídas juntamente com o respectivo blend de gordura elaborado no dia anterior (mantido congelado até a moagem). A moagem foi feita em disco de 5 mm e estes ingredientes, misturados com sal para a extração das proteínas miofibrilares. Em seguida, foram adicionados os seguintes ingredientes (valores calculados em relação à massa cárnea): glicose (5 g/kg), sacarose (5 g/kg), nitrato de sódio (0,15 g/kg), nitrito de sódio (0,15 g/kg), ascorbato de sódio (0,25 g/kg) e cultura *starter* (T-SPX Bactoferm (*Staphylococcus xylosus* e *Pediococcus pentacoseus*), Chr. Hansen) (0,25 g/kg). Para o teste, não foram adicionados os condimentos, uma vez que a prioridade seria avaliar o comportamento físico-químico dos sistemas lipídicos nos embutidos fermentados e não a avaliação sensorial.

Os tratamentos selecionados foram: F1, F5 e F9, contendo 0,2% de carragena e 2,5% de FOS, AR e inulina, respectivamente. Para adição dos sistemas

lipídicos em embutidos fermentados, adicionou-se mais um tratamento: um blend sem fibras.

Desta forma, os tratamentos foram renomeados e, para esta etapa, os tratamentos foram: F1, contendo redução de 50% de toucinho com adição de blend contendo óleo de canola; F2, F3 e F4, sendo iguais à F1, adicionados de 2,5% de FOS, inulina e AR, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Formulações dos diferentes tratamentos de embutidos fermentados adicionados de sistemas lipídicos

	F1	F2	F3	F4
Matéria-Prima	%	%	%	%
Pernil Suíno	82	82	82	82
Toucinho	6	6	6	6
Blend*	12	12	12	12
Água	3,75	3,75	3,75	3,75
PIS	0,72	0,72	0,72	0,72
Óleo de Canola	3,75	3,75	3,75	3,75
Toucinho	3,75	3,75	3,75	3,75
Tripolifosfato	0,01	0,01	0,01	0,01
Carragena	0,02	0,02	0,02	0,02
FOS	-	2,5	-	-
Inulina	-	-	2,5	-
Amido Resistente	-	-	-	2,5
Ingredientes				
Glicose	0,5	0,5	0,5	0,5
Sacarose	0,5	0,5	0,5	0,5
Ascorbato de Sódio	0,25	0,25	0,25	0,25
Nitrato de Sódio	0,015	0,015	0,015	0,015
Nitrito de Sódio	0,015	0,015	0,015	0,015
NaCl	2,5	2,5	2,5	2,5
Starter T-SPX	0,025	0,025	0,025	0,025

*o blend representa 12% da formulação total, e os ingredientes do mesmo somam 100% deste, com exceção das fibras (FOS, inulina e amido resistente), que foram calculados como 2,5% da formulação total do salame.

Após a completa homogeneização, as peças resultantes de cada tratamento foram embutidas manualmente em tripas artificiais de colágeno, com 60 mm de diâmetro e 25 cm de comprimento, com aproximadamente 250 g cada peça. Após o embutimento, as peças foram submetidas a um banho em solução de sorbato

de potássio 20% e encaminhadas para a câmara climatizada, com temperatura e umidade relativa controladas.

A programação de temperatura e umidade relativa (T°/UR%) da câmara de maturação foi: primeiro dia, temperatura 25 °C/95%; segundo dia, 24 °C/93%, terceiro dia, 23 °C/91%, quarto dia, 22 °C/89%, quinto dia, 21 °C/87%, sexto dia, 20 °C/87% e do sétimo dia, 18 °C/85% e oitavo dia em diante, até que se alcance 0,91 de atividade de água, 15 °C/75%. A velocidade relativa do ar foi mantida menor que 0,5 m/s.

2.2.3. Caracterização físico-química

Foram realizadas as análises físico-químicas de determinação de atividade de água, pH, perda de peso e cor.

2.2.3.1. Determinação de pH

Foram utilizadas três peças de cada tratamento para análise de pH, com três repetições por tratamento. A determinação do pH foi realizada nos dias 0, 7 e 14. A determinação do valor de pH foi realizada através do potenciômetro de penetração Mettler Toledo MP125.

2.2.3.2. Determinação da atividade de água (Aw)

A atividade de água foi determinada através do medidor de Aw Aqualab - DECAGON (modelo 4TE), em três repetições por tratamento, nos dias 0, 7 e 14.

2.2.3.3. Perda de peso

As peças foram pesadas a cada dois dias e calculada a porcentagem de perda de peso. Foram utilizadas 5 peças por tratamento. O cálculo foi realizado de acordo com a equação:

$$\% \text{ perda de peso} = \frac{(P_i - P_d)}{P_i} \times 100,$$

onde: P_d = Peso do dia, correspondente ao peso no dia em que foi realizada a análise (g)

P_i = peso inicial do produto (g).

2.3. 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% ($P < 0,05$), utilizando o pacote estatístico SPSS (SPSS, Chicago, IL, USA).

3. Resultados e Discussão

3.1. Desenvolvimento de sistemas lipídicos (blends)

3.1.1. Pré-testes para seleção dos sistemas lipídicos

3.1.1.1. Conteúdo de Gordura Sólida

O conteúdo de gordura sólida (SFC), determinado através da espectrometria de ressonância magnética nuclear, indica o percentual de gordura presente no estado sólido em determinada temperatura. É uma das propriedades determinantes da consistência e importante para o presente estudo uma vez que os sistemas lipídicos a serem desenvolvidos conterão uma mistura de óleo e toucinho, logo, espera-se que não haja separação de fases.

Na Figura 5, estão apresentados os resultados da análise. De acordo com os resultados obtidos, pode-se observar que, ao aumentar o teor de toucinho e diminuir o teor de óleo, o conteúdo de gordura sólida aumentou, o que era esperado, uma vez que o óleo de canola se encontra líquido em temperatura ambiente.

Em temperatura ambiente (20 a 25 °C), que é a faixa de temperatura em que pretende-se obter blends estáveis, o ideal é que o conteúdo de gordura sólida seja superior a 10%, como forma de garantir que não haja exsudação de fases na mistura (LIDA & ALI, 1998).

Observando os resultados, na temperatura de 25 °C, em que pretende-se trabalhar, nenhuma das misturas possui mais de 10% de gordura sólida, e a 20 °C, somente as amostras 9, 10 e 11 apresentam conteúdo de gordura sólida acima de 10%, o que indica que, em temperatura ambiente, misturas com mais de 30% de óleo de canola estarão susceptíveis à separação de fases e migração de óleo livre.

Ospina-E et al. (2010) avaliaram o conteúdo de gordura sólida de 16 amostras de toucinho e perceberam comportamento similar, em que para todas as amostras os sólidos encontraram-se totalmente fundidos entre 30 e 40 °C. Estes

resultados concordam com o resultado encontrado para a amostra contendo 100% de toucinho (amostra 11).

Por fim, como os blends serão desenvolvidos a partir de uma mistura de emulsificante, água e agente estabilizante, além do óleo e toucinho, a curva de sólidos, neste caso, serve de base para o ponto de partida inicial com relação às quantidades a serem utilizadas.

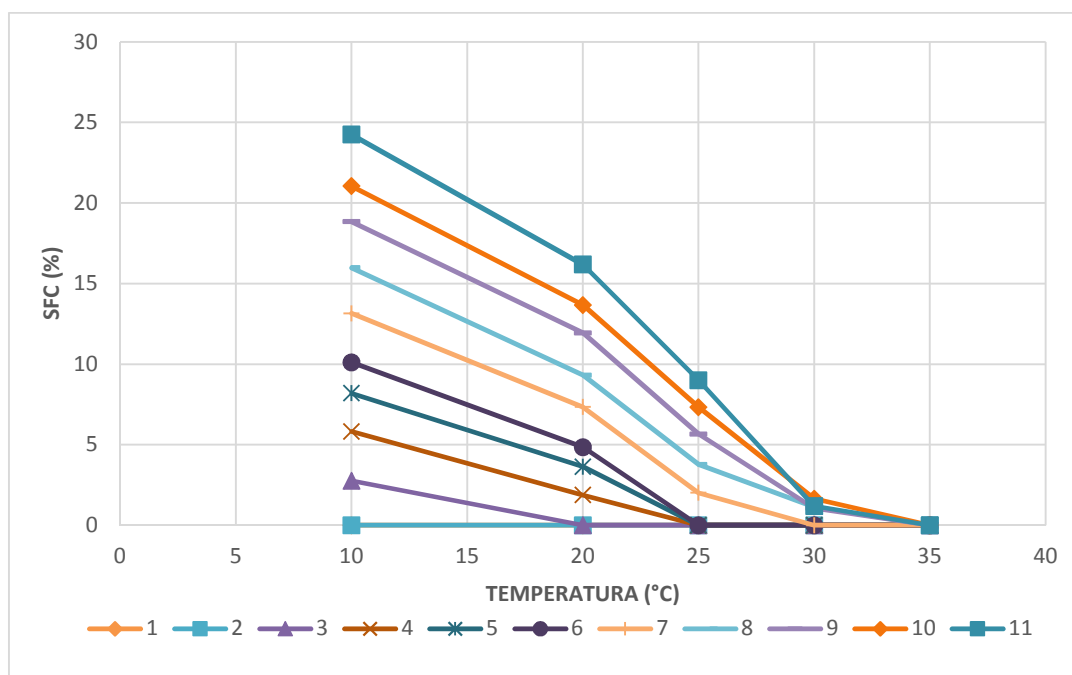


Figura 5. Curva de Sólidos para misturas de óleo de canola e toucinho, a diferentes proporções

1 – 100% Óleo de Canola; **2** – 90% Óleo de Canola e 10% Toucinho; **3** – 80% Óleo de Canola e 20% Toucinho; **4** – 70% Óleo de Canola e 30% Toucinho; **5** – 60% Óleo de Canola e 40% Toucinho; **6** – 50% Óleo de Canola e 50% Toucinho; **7** – 40% Óleo de Canola e 60% Toucinho; **8** – 30% Óleo de Canola e 70% Toucinho; **9** – 20% Óleo de Canola e 80% Toucinho; **10** – 100% Óleo de Canola e 90% Toucinho; **11** – 100% Toucinho.

3.1.1.2. Diagrama de Compatibilidade

Devido à diferença entre a composição do óleo de canola e o toucinho, pode haver incompatibilidade entre a mistura a diferentes concentrações, sendo esta incompatibilidade definida como “efeito eutético”. Este efeito ocorre devido à grande diferença entre os pontos de fusão dos componentes da mistura (TIMMS, 1984), em que a fração de triacilgliceróis de baixo ponto de fusão pode solubilizar os triacilgliceróis de alto ponto de fusão, causando liberação de óleo e perda de estrutura do produto.

De acordo com a Figura 6, não foi observada a incompatibilidade das matérias-primas lipídicas nas diferentes concentrações e temperaturas. O efeito eutético é caracterizado por descontinuidades ou perda de linearidade nas linhas do diagrama de compatibilidade.

Esta análise é importante pois garante que, na faixa de temperatura em que haverá o desenvolvimento, manipulação e aplicação dos sistemas lipídicos nos embutidos fermentados, a liberação de óleo líquido não ocorrerá devido à incompatibilidade das matérias-primas. Ou seja, a diminuição do ponto de fusão nas misturas é consequência apenas da incorporação do óleo de canola, em todas as concentrações avaliadas.

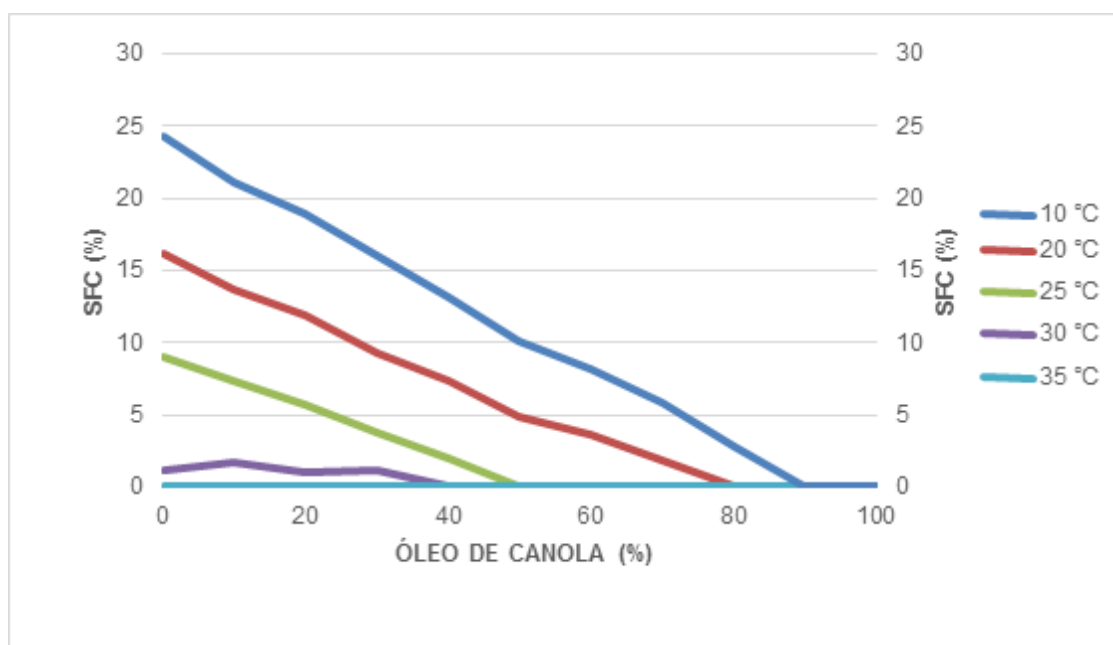


Figura 6. Diagrama de compatibilidade para misturas de óleo de canola e toucinho, a diferentes temperaturas

3.1.2. Caracterização dos sistemas lipídicos

3.1.2.1. Avaliação de Consistência

A avaliação da consistência geralmente é realizada em alimentos gordurosos, a exemplo de margarinas, e obtém-se o parâmetro conhecido como “yield value”. A Tabela 5 mostra a classificação dos blends lipídicos de acordo com o “yield value”. Essa análise foi realizada uma vez que o blend a ser utilizado nos embutidos

fermentados exige a manipulação a temperatura ambiente e, dessa forma, suas propriedades físicas no momento da adição são muito importantes para garantir a estabilidade ao longo de todo processamento.

Na Tabela 6, encontram-se os resultados da análise de consistência realizada para os diferentes sistemas lipídicos. Não foi possível obter os valores de “yield value” para os tratamentos contendo FOS (F1, F2, F3 e F4), devido à consistência muito macia (podendo ser caracterizado como fluido). Os tratamentos contendo amido resistente (F5, F6, F7 e F8) apresentaram valores entre 112,89 e 162,61 g/cm², sendo classificados como consistência “macia, já espalhável”.

E os tratamentos contendo inulina (F9, F10, F11 e F12) mostraram os maiores valores de “yield value”, sendo classificados como de consistência “plástica e espalhável”. Ainda, pode-se observar que o tratamento contendo inulina e 0,2% de carragena apresentou o maior valor para a consistência, de 307,62 g/cm².

O toucinho suíno é uma gordura com alto ponto fusão, em sua maioria composta por ácidos graxos saturados, sendo considerada “dura”, e o que se deseja ao desenvolver um substituto de gordura é que a consistência seja a mais firme e semelhante ao toucinho. A partir destes resultados, pode-se perceber o potencial dos sistemas lipídicos contendo inulina para futura aplicação em produtos cárneos, uma vez que os resultados de “yield value” apontaram para os tratamentos contendo inulina para maior consistência.

Tabela 5. Classificação dos produtos gordurosos, de acordo com o “yield value”

“Yield Value” (gf/cm ²)	Consistência
<50	Muito macia, quase fluida
50-100	Muito macia, não espalhável
100-200	Macia, já espalhável
200-800	Plástica e espalhável
800-1000	Dura, satisfatoriamente espalhável
1000-1500	Muito dura, limite de espalhabilidade
>1500	Muito dura

Fonte: HAIGHTON (1959)

Tabela 6. Valores Médios de “yield value” obtidos na avaliação de consistência dos sistemas lipídicos

Fibra	Tratamento	“Yield Value” (g/cm²)
FOS	F1	–*
	F2	–*
	F3	–*
	F4	–*
Amido Resistente	F5	112,89
	F6	119,11
	F7	162,61
	F8	136,02
Inulina	F9	307,62
	F10	271,74
	F11	295,56
	F12	286,07

(*) Valores não mensuráveis

F1 – blend contendo 0,2% de carragena e 2,5% de FOS; **F2** – blend contendo 0,4% de carragena e 2,5% de FOS; **F3** – blend contendo 0,2% de colágeno e 2,5% de FOS; **F4** – blend contendo 0,4% de colágeno e 2,5% de FOS; **F5** – blend contendo 0,2% de carragena e 2,5% de AR; **F6** – blend contendo 0,4% de carragena e 2,5% de AR; **F7** – blend contendo 0,2% de colágeno e 2,5% de AR; **F8** – blend contendo 0,4% de colágeno e 2,5% de AR; **F9** – blend contendo 0,2% de carragena e 2,5% de inulina; **F10** – blend contendo 0,4% de carragena e 2,5% de inulina; **F11** – blend contendo 0,2% de colágeno e 2,5% de inulina; **F12** – blend contendo 0,4% de colágeno e 2,5% de inulina.

3.1.2.2. Capacidade de retenção de água (CRA) e Cor

Os resultados obtidos das análises de CRA e cor estão apresentados na Tabela 7. A análise adaptada por Zhao et al. (2014) é semelhante à análise de perda de peso por cozimento, porém é realizada em temperatura ambiente. A capacidade de retenção de água e gordura é uma propriedade importante quando se considera a estabilidade de géis em alimentos (ZHAO et al., 2014), e quanto a matriz do gel consegue incorporar e reter os componentes estabilizados nela.

Para os tratamentos em que foi adicionado FOS, o maior valor de CRA foi de 92,66% e o menor, 91,93%; para os tratamentos contendo amido resistente, os valores variaram entre 90,44% a 92,54%, porém, não houve diferenças ao nível de significância considerado ($P > 0,05$). Por fim, os tratamentos em que foi adicionada inulina mostraram os maiores valores e estes diferiram significativamente quando comparados às demais fibras, os valores de CRA oscilaram entre 94,99 % e 95,76% e não foram observadas diferenças significativas entre os agentes estabilizantes utilizados.

De acordo com Méndez-Zamora et al. (2015), a CRA de algumas fibras está relacionada ao tipo e quantidade de polissacarídeos, e moléculas grandes, com

estrutura aberta tendem a ter maior facilidade de ligação com a água e gordura. Este fato pode explicar a maior CRA da inulina com relação às demais fibras.

Com relação à cor dos sistemas lipídicos, o que se deseja é que a mesma não seja muito diferente da característica do toucinho suíno, que apresenta uma cor branca, levemente rosa.

Para valores de L^* (luminosidade), o toucinho apresentou o menor valor (73,76), sendo diferente significativamente de todos os demais tratamentos. Apesar das diferenças encontradas, os tratamentos contendo as mesmas fibras apresentaram os resultados semelhantes e próximos entre si.

Para os valores de a^* (intensidade de cor vermelha), o maior valor obtido foi o do toucinho (2,79), que diferiu significativamente dos demais. Os baixos valores de a^* podem ser explicados devido à ausência da cor vermelha nas fibras utilizadas, as quais, misturadas com parte do toucinho, geraram um valor baixo deste parâmetro.

Os valores de b^* , que representam a intensidade de cor amarela, variaram de 12,59 (toucinho) a 15,10 (F7), sendo que o toucinho diferiu significativamente dos demais. No geral, os tratamentos foram semelhantes entre si, quando adicionados da mesma fibra.

Com relação aos valores de W (índice de brancura), o toucinho apresentou o menor valor (70,70), diferente dos demais ao nível de significância considerado. Os maiores valores de W podem ser atribuídos à presença das fibras, que possuem coloração branca.

Também foi calculado o parâmetro ΔE^* , que envolve os componentes L^* , a^* e b^* . O ΔE^* indica se as diferenças são perceptíveis ao olho humano, que podem ser classificadas em: 0-0,2 correspondem a alterações não perceptíveis ao olho humano; 0,2-0,5 muito pouco perceptíveis; 0,5-1,5 pouco perceptíveis; 1,5-3,0 percepções evidentes; 3,0-6,0 percepções muito evidentes; 6-12 percepção bastante clara; 12-14 facilmente perceptíveis (PRÄNDL et al., 1994).

Os maiores valores foram obtidos para os tratamentos contendo amido resistente (que variaram entre 6,61 e 7,42), sendo classificados como de “percepção bastante clara”. Os demais tratamentos, contendo FOS e inulina, apresentaram a classificação “percepções muito evidentes”. Este parâmetro segue a mesma tendência do W, pois ambos envolvem no cálculo os valores de L^* , a^* e b^* .

Por fim, conclui-se que os blends desenvolvidos, devido à mistura de óleo, fibra, toucinho e água, apresentaram todos os parâmetros diferentes do toucinho puro, no entanto, com valores próximos aos do toucinho, uma vez que todas apresentaram cores entre branco e rósea (o que pode ser confirmado na Figura 3).

Tabela 7. Valores de capacidade de retenção de água e gordura (CRA) e cor para os blends desenvolvidos

Fibra	Tratamentos	CRA (%)	Cor				
			L*	a*	b*	W	ΔE^*
FOS	F1	92,51 ^b	76,14 ^f	1,20 ^{bc}	14,83 ^{ab}	71,87 ^g	3,73 ^e
	F2	91,93 ^b	77,47 ^{de}	1,12 ^{bcd}	14,65 ^{ab}	73,10 ^e	4,57 ^d
	F3	92,27 ^b	77,32 ^{de}	1,07 ^{bcd}	14,63 ^{ab}	72,99 ^{ef}	4,46 ^d
	F4	92,66 ^b	75,99 ^e	1,07 ^{bcd}	14,91 ^a	72,57 ^f	4,35 ^d
Amido Resistente	F5	92,54 ^b	80,90 ^a	1,02 ^{bcde}	13,20 ^{de}	76,74 ^a	7,42 ^a
	F6	91,99 ^b	80,59 ^a	1,16 ^{bc}	14,15 ^{bc}	75,95 ^b	7,20 ^a
	F7	90,44 ^b	79,69 ^b	1,38 ^b	15,10 ^a	74,65 ^c	6,61 ^b
	F8	91,49 ^b	80,42 ^a	1,04 ^{bcde}	14,15 ^{bc}	75,92 ^b	7,08 ^a
Inulina	F9	95,36 ^a	77,81 ^{cd}	0,41 ^f	13,05 ^e	74,25 ^{cd}	4,74 ^{cd}
	F10	94,99 ^a	77,64 ^{cd}	0,57 ^{ef}	13,44 ^{cde}	73,90 ^d	4,59 ^d
	F11	95,76 ^a	77,77 ^{cd}	0,65 ^{def}	13,81 ^{cd}	73,82 ^d	4,74 ^{cd}
	F12	95,40 ^a	78,18 ^c	0,77 ^{cdef}	14,09 ^{bc}	73,99 ^d	5,17 ^c
Toucinho		-	73,76 ^g	2,79 ^a	12,59 ^f	70,70 ^h	-
Erro Padrão		0,33	0,15	0,04	0,08	0,14	0,07

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

F1 – blend contendo 0,2% de carragena e 2,5% de FOS; **F2** – blend contendo 0,4% de carragena e 2,5% de FOS; **F3** – blend contendo 0,2% de colágeno e 2,5% de FOS; **F4** – blend contendo 0,4% de colágeno e 2,5% de FOS; **F5** – blend contendo 0,2% de carragena e 2,5% de AR; **F6** – blend contendo 0,4% de carragena e 2,5% de AR; **F7** – blend contendo 0,2% de colágeno e 2,5% de AR; **F8** – blend contendo 0,4% de colágeno e 2,5% de AR; **F9** – blend contendo 0,2% de carragena e 2,5% de inulina; **F10** – blend contendo 0,4% de carragena e 2,5% de inulina; **F11** – blend contendo 0,2% de colágeno e 2,5% de inulina; **F12** – blend contendo 0,4% de colágeno e 2,5% de inulina.

3.2. Análises dos embutidos fermentados adicionados de sistemas lipídicos

3.2.1. Caracterização físico-química

A partir dos resultados obtidos nas análises anteriores, optou-se por desenvolver blends utilizando as três fibras, tendo como agente estabilizante a carragena. Tanto a carragena quanto o colágeno apresentaram resultados similares, porém optou-se pela carragena por ser um polissacarídeo e não uma proteína animal,

como o colágeno. A adição do colágeno implicaria em uma outra fonte de proteína, além daquela presente na carne e a proteína isolada de soja adicionada ao blend.

A perda de peso em embutidos fermentados é um fato esperado, uma vez que a etapa de secagem em câmara climatizada promove a perda de água por evaporação. A presença de água está diretamente relacionada ao desenvolvimento microbiano, logo, a redução de água no produto é uma das formas de preservação (GRAU et al., 2015).

Valores típicos de perda de peso para embutidos fermentados sem redução de gordura variam entre 20 a 40%, dependendo da formulação e condições de processamento (OCKERMAN & BASU, 2008).

A perda de peso nos embutidos fermentados com adição de blends encontra-se na Figura 7. A perda de peso nos embutidos fermentados com adição de óleo ou óleo e fibra variou de 41,23% (F1) a 45,20% (F4), aos 14 dias de processamento. Houve diferença significativa para os tratamentos com adição de fibras, com relação ao tratamento contendo somente óleo, com isso, pode-se concluir que a adição de fibras facilitou a perda de água e consequente perda de peso.

Isso indica que a presença das fibras pode ter agido como um obstáculo à gelificação do produto ao longo do processamento, apesar de ter capacidade de retenção de água, neste caso, não foi observado esse comportamento.

A interação das fibras com a matriz cárnea pode ter facilitado a perda de água e secagem do produto, obtendo assim, maiores valores de perda de peso e menores valores de atividade de água.

Mendes et al. (2014) também obtiveram maiores valores de perda de peso para embutidos fermentados adicionados de fibras (subprodutos da produção de vinho tinto), assim como menores valores de atividade de água.

Dentre os tratamentos em que houve adição de fibra (F2, F3 e F4), observa-se a menor perda de peso encontrada para o tratamento contendo inulina, e a maior, para o tratamento contendo AR. Desta forma, comparando-se com a CRA dos blends com fibras no item anterior, a maior CRA foi atribuída aos tratamentos contendo inulina, e o menor, para os tratamentos contendo AR. Isso demonstra a concordância dos resultados obtidos nestas duas análises e mais uma vez, o potencial da incorporação da inulina em sistemas lipídicos.

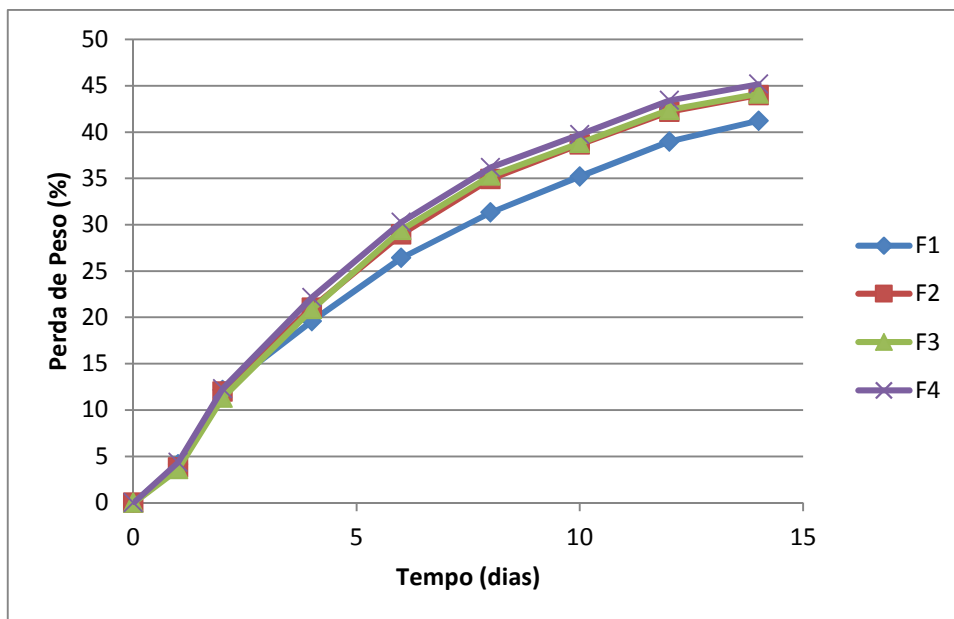


Figura 7. Porcentagem de perda de peso dos embutidos fermentados adicionados de sistemas lipídicos

F1- 50% de gordura suína e blend com óleo de canola; **F2** - 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 2,5% de FOS; **F3**- 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 2,5% de inulina, **F4** - 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 2,5% de amido resistente.

Na Tabela 8, estão apresentados os valores obtidos para aw e pH ao longo dos 14 dias de processamento dos embutidos fermentados com adição de sistemas lipídicos.

Para o dia 0, os valores de aw variaram entre 0,967 e 0,968 e não houve diferença significativa entre os tratamentos. Os valores obtidos são um pouco mais baixos do que a aw da matéria-prima carne, uma vez que adição de sal no processamento é a primeira das formas de controle de crescimento microbiano indesejável (RUIZ & PÉREZ-PALACIOS, 2015). Houve diferença significativa para o tratamento em que se adicionou somente o sistema lipídico contendo óleo e não fibras (F1) somente aos 14 dias de processamento.

O pH inicial (dia 0) de todos os tratamentos variou entre 5,64 e 5,70; e o pH final (dia 14), entre 4,99 e 5,04. A diminuição do pH nos embutidos fermentados é um fenômeno esperado, devido à produção de ácido láctico pelas bactérias lácticas, consequentemente, reduzindo o pH (INCZE, 1992). Ao final do processamento, os valores típicos de pH variam de 4,8 a 5,2; sendo estes valores esperados para embutidos fermentados que durante o processamento encontram-se em temperatura de 15 a 20 °C (PUOLANNE & PETÄJÄ-KANNINEN, 2015).

Tabela 8. Valores de aw e pH para embutidos fermentados ao longo do processamento

	Tempo (dias)	F1	F2	F3	F4	Erro Padrão
aw	0	0,967	0,967	0,968	0,967	0,000
	7	0,927	0,927	0,925	0,929	0,001
	14	0,879 ^a	0,861 ^b	0,863 ^b	0,863 ^b	0,002
pH	0	5,64 ^b	5,68 ^{ab}	5,70 ^a	5,66 ^b	0,01
	7	4,96	4,93	4,99	4,91	0,01
	14	4,99	5,04	5,03	4,99	0,01

Médias na mesma linha acompanhadas de mesma letra em minúsculo não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($P>0,05$). **F1**- 50% de gordura suína e blend com óleo de canola; **F2** - 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 2,5% de FOS; **F3**- 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 2,5% de inulina, **F4** - 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 2,5% de amido resistente.

A formação de substâncias alcalinas (produtos do catabolismo dos aminoácidos e acúmulo de nitrogênio não-proteico) ao fim do processamento fez com que o pH dos embutidos fermentados fosse levemente elevado (LÜCKE, 1994; GONZÁLES-FERNÁNDEZ et al., 1997), o que ocorreu dos 7 aos 14 dias.

4. Conclusão

Os pré-testes realizados entre misturas de óleo de canola e toucinho foram importantes para prever o comportamento de misturas em diferentes concentrações e temperaturas e assim, selecionar uma faixa de concentração em que se pode iniciar o desenvolvimento dos sistemas lipídicos (além dos já presentes na literatura).

O desenvolvimento de sistemas lipídicos contendo óleo de canola, proteína isolada de soja, toucinho, fibra (FOS, AR ou inulina) e estabilizante (carragena ou colágeno), resultou em sistemas com boa capacidade de retenção de água e gordura, e diferentes consistências. A partir da avaliação inicial dos sistemas lipídicos, pode-se selecionar a carragena como estabilizante, pois por ser um polissacarídeo, não iria influenciar no teor de proteína dos produtos, o que ocorreria através da utilização do colágeno.

Nos embutidos fermentados desenvolvidos, as análises de pH, aw e perda de peso foram consistentes com os resultados esperados para este tipo de produto, indicando que a adição de sistemas lipídicos não afetou estas propriedades físico-químicas.

Ainda, as análises de consistência e CRA dos sistemas lipídicos e perda de peso dos embutidos fermentados foram determinantes para optar-se pela escolha da inulina como fibra com melhor potencial para desenvolvimento de sistemas lipídicos e aplicação em embutidos fermentados reformulados.

5. Referências Bibliográficas

- AOCS Official Method Cd 16b-93. 2009. Solid Fat Content (SFC) by Low-Resolution Nuclear Magnetic Resonance - The Direct Method. In David Firestone (Ed), Official Methods and Recommended Practices of the AOCS (6th Edition), Champaign, IL.
- Bjerregaard, P., Pedersen, H. S., & Mulvad, G. (2000). The associations of a marine diet with plasma lipids, blood glucose, blood pressure and obesity among the Inuit in Greenland. *European Journal of Clinical Nutrition*, 54, 732–737.
- Bloukas, J. G., Paneras, E. D., & Fournitzis, G. C. (1997). Effect of replacing pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 45(2), 133 - 144.
- Chen, Y.; Liao, M. L.; & Dustan, D. E. (2002). The rheology of K⁺-κ-carrageenan as a weak gel. *Carbohydrate Polymers*, 50, 109-116.
- Dickinson, E. (1992). *An introduction to food hydrocolloids*, Oxford, UK: University Press, (Capítulo 1).
- Dos Santos, B. A.; Campagnol, P. C. B.; Pacheco, M.T. B.; & Pollonio, M. A. R. (2012). Fructooligosaccharides as a fat replacer in fermented cooked sausages. *International Journal of Food Science and Technology*, 47, 1183-1192.
- Eskin, N. A. M., & McDonald, B. E. (1991). Canola oil. *Nutrition Bulletin*, 16, 138–146
- Giese, J. (1992). Developing low-fat meat products. *Food Technology*, 46(4), 100-108.
- González-Fernández, C.; Santos, E. M.; Jaime, I.; & Rovira, J. (1997). Utilización de cultivos iniciadores en la elaboración de chorizo y su influencia en las propiedades sensoriales. *Food Science and Technology International*, 3(1), 31-42.
- Grau, R.; Andres, A.; & Barat, J. M. (2015). Principles of Drying. In: *Handbook of Fermented Meat and Poultry* (eds F. Toldrá, Y. H. Hui, I. Astiasarán, J. G. Sebranek and R. Talon), John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. (Cap. 5).
- Gustafsson, I. B.; Vessby, B.; Ohrvall, M.; & Nydahl, M. (1994). A diet rich in monounsaturated rapeseed oil reduces the lipoprotein cholesterol concentration and increases the relative content of n-3 fatty acids in serum in hyperlipidemic subjects. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 59 (3), 667-674.

- Haighton, A. J. (1959). The measurement of the hardness of margarine and fats with cone penetrometers. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Champaign, 36 (8), 345-348.
- Hoogenkamp, H. W. (1989). Low-fat and low-cholesterol sausages. *Fleischerei*, 40 (10), 3–4.
- Incze, K. (1992). Raw fermented and dried meat products. *Fleischwirtschaft*, 72 (1), 58-62.
- Jiménez-Colmenero, F. (2007). Healthier lipid formulation approaches in meat-based functional foods. Technological options for replacement of meat fats by non-meat fats. *Trends in Food Science and Technology*, 18 (11), 567-578.
- Kayaardi, S.; & Gök, V. (2003). Effect of replacing beef fat with olive oil on quality dietary characteristics of Turkish soudjouk (sucuk). *Meat Science*, 66, 249–257.
- Kwon, J. S., Snook, J. T., Wardlaw, G. M., & Hwang, D. H. (1991). Effects of diets high in saturated fatty acids, canola oil, or safflower oil on platelet function, thromboxane B₂ formation, and fatty acid composition of platelet phospholipids. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 54, 351–358.
- Lida, H. M. D. N.; & Ali, A. R. M. (1998). Physicochemical characteristics of palm-based oil blends for the production of reduced fat spreads. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75, 1625-1631.
- Lücke, F. K. (1994). Fermented meat products. *Food Research International*. 27, 299–307.
- Méndez-Zamora, G.; García-Macías, J. A.; Santellano-Estrada, E.; Durán-Meléndez, M.; Silva-Vázquez, R.; & Quintero-Ramos, A. (2015). Fat reduction in the formulation of frankfurter sausages using inulin and pectin. *Food Science and Technology*, 35 (1).
- Mendoza, E.; García, M. L.; Casas, C.; & Selgas, M. D. (2001). Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat Science*, 57, 387-393.
- Menegas, L. Z.; Pimentel, T. C.; Garcia, S.; Prudencia, S. H. 2013. Dry-fermented chicken sausage produced with inulin and corn oil: Physicochemical, microbiological, and textural characteristics and acceptability during storage. *Meat Science*, 93, 501-506.

- Muguerza, E.; Gimeno, O.; Ansorena, D.; Bloukas, J. G.; & Astiasarán, I. (2001). Effect of replacing pork backfat with preemulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona e a traditional Spanish fermented sausage. *Meat Science*, 59(3), 251-258.
- Nunes, M. C.; Batista, P.; Raymundo, A. Alves, M. M.; & Souza, I. (2003). Vegetable proteins and Milk puddings. *Colloides and surfaces B: Biointerfaces*, 21-29.
- Ockerman, H. W.; & Basu, L. (2008). Fermented meat products: Production and consumption. F. Toldra (Ed.), *Handbook of fermented meat and poultry*, Blackwell Publishing, Spain.
- OMS – Organização Mundial da Saúde. (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. WHO technical report series, 916, i-viii, 1-149.
- Ospina-E, J. C.; Cruz-S, A.; Pérez-Álvarez, J. A.; & Fernández-López, J. (2010). Development of combinations of chemically modified vegetable oils as pork backfat substitutes in sausages formulation. *Meat Science*, 84(3), 491-497.
- Pathare, P. B.; Opara, U. L.; & Al-Said, F. A. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food Bioprocess Technol.*, 6, 36-60.
- Pelser, W. M.; Linssen, J. P. H.; Legger, A.; & Houben, J. H. (2007). Lipid oxidation in n-3 fatty acid enriched Dutch style fermented sausages. *Meat Science*, 75 (1), 1-11.
- Prändl, O.; Fischer, A.; Schmidhofer, T. et al. (1994). *Tecnologia e higiene de la carne*. Zaragoza: Acribia, 854 p.
- Puolanne, E.; & Petäjä-Kanninen, E. (2015). Principles of Meat Fermentation. In: *Handbook of Fermented Meat and Poultry* (eds F. Toldrá, Y. H. Hui, I. Astiasarán, J. G. Sebranek and R. Talon), John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK.
- Rodrigues, J. N.; Gioielli, L. A.; & Anton, C. (2003). Propriedades físicas de lipídios estruturados obtidos de misturas de gordura do leite e óleo de milho. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 23 (2), 226-233.
- Ruiz, J.; Pérez-Palacios, T. (2015). Ingredients. In: *Handbook of Fermented Meat and Poultry* (eds F. Toldrá, Y. H. Hui, I. Astiasarán, J. G. Sebranek and R. Talon), John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. (Capítulo 8).

- Salazar, P.; Garcia, M. L.; & Selgas, M. D. (2009). Short-chain fructooligosaccharides as potential functional ingredient in dry fermented sausages with different fat levels. *International Journal of Food Science and Technology*, 44(6), 1100–1107.
- Severini, C.; De Pilli, T.; & Baiano, A. (2003). Partial substitution of pork backfat with extra-virgin olive oil in ‘salami’ products: effects on chemical, physical and sensorial quality. *Meat Science*, 64, 323–331.
- Timms, R. E. (1984). Phase behaviour of fats and their mixtures. *Progress in Lipid Research*, 23 (1), 1-38.
- Vural, H. (2003). Effect of replacing beef fat and tail fat with interesterified plant oil on quality characteristics of Turkish semi-dry fermented sausages. *European Food Research and Technology*, 217 (2), 100-103.
- Zhao, Y. Y.; Wang, P.; Zou, Y. F.; Li, K.; Kang, Z. L.; Xu, X. L., & Zhou, G. H. (2014). Effect of pre-emulsification of plant lipid treated by pulsed ultrasound on the functional properties of chicken breast myofibrillar protein composite gel. *Food Research International*, 58, 98–104.
- Zóia, D. (2011). As gomas exudadas de plantas. *Food Ingredients Brasil*, 17, 26.
- Wirth, F. (1988). Technologies for making fat-reduced meat products. *Fleischwirtschaft*, 68, 1153–1156.

Capítulo 3.

UTILIZAÇÃO DE BLENDS CONTENDO INULINA E ÓLEO DE CANOLA EM SALAMES COM REDUZIDO TEOR DE GORDURA PARA MELHORA NO PERFIL LIPÍDICO

OZAKI, M. M., VIDAL, V. A., GALVÃO, M. T. E. L., CAMPAGNOL, P. C. B.,
RIBEIRO, A. P. B., DOS SANTOS, B. A., & POLLONIO, M. A. R.

O artigo será traduzido para o inglês e será submetido à revista Food Research International

Resumo

Muitos produtos cárneos tradicionais possuem até cerca de 30% de gordura em sua formulação, e esse valor pode ser ainda maior em produtos que passam por fermentação e desidratação, como é o caso dos embutidos fermentados. Os consumidores geralmente relacionam a presença de altos teores de gordura e ácidos graxos saturados com a ocorrência de doenças cardiovasculares, colesterol, obesidade, dentre outros. A reformulação de produtos cárneos com foco na redução de gordura e desenvolvimento de perfil lipídico mais favorável sob aspecto nutricional, não é um desafio simples, pois a gordura desempenha um papel tecnológico importante nestes produtos, como o desenvolvimento de sabor e aroma, além das características de textura e aceitação sensorial. Diversas estratégias têm sido estudadas para a redução de gordura em produtos cárneos, como a adição de fibras, modificação do perfil lipídico ou seleção de matéria-prima mais magra. A inulina, um exemplo de fibra, é interessante devido aos seus efeitos benéficos à saúde e propriedades funcionais, pois além do baixo valor calórico, favorece o trânsito gastrointestinal e é fermentado pela microbiota do cólon. A modificação do perfil lipídico também é uma boa alternativa, pois, no caso do uso do óleo de canola, este é fonte de ácidos graxos do tipo mono e poli-insaturados. O objetivo do estudo foi avaliar a incorporação de sistemas lipídicos do tipo pré-emulsões, desenvolvidos através da mistura entre óleo de canola, água, toucinho, proteína isolada de soja, tripolifosfato de sódio, carragena e inulina, em duas concentrações (2,5% e 5%) em embutidos fermentados reformulados. Foram elaborados quatro tratamentos: FC1 (18% de gordura), F1 (redução de 50% de gordura e sistema lipídico com óleo de canola) e F2 e F3, com 50% de redução de gordura e contendo 2,5% e 5% de fibras no sistema lipídico, respectivamente. As análises realizadas foram: físico-químicas (pH, aw, cor, oxidação lipídica, perda de peso, perfil de textura e composição em ácidos graxos), microbiológicas (bactérias lácticas, micro-organismos mesófilos aeróbios e coliformes totais), sensoriais (CATA e teste de aceitação) e proteólise (eletroforese em gel SDS-PAGE). A reformulação do produto resultou em produtos com maior perda de peso e menores valores de aw, valores esperados de pH e desenvolvimento de bactérias lácticas. De acordo com a análise microbiológica, o produto mostrou-se seguro para consumo devido aos baixos níveis de coliformes termotolerantes. A aceitação sensorial apresentou valores próximos ao controle, sendo classificados como “gostei

moderadamente” com exceção do tratamento com adição somente de óleo, que foi percebido como “seco” e “sem sal”. A proteólise demonstrou desaparecimento de algumas proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas ao longo do tempo, sendo este comportamento típico do processamento de embutidos fermentados. Pelo perfil de ácidos graxos, pode-se perceber a melhora no perfil lipídico, através do aumento de ácidos graxos mono e poli-insaturados e a diminuição dos ácidos graxos saturados. Considerando os resultados, os tratamentos que apresentaram o melhor desempenho tecnológico e funcional foram os com adição de 2,5 e 5% de inulina. Com isso, conclui-se que embutidos fermentados reformulados podem ser desenvolvidos sem afetar negativamente suas características sensoriais, microbiológicas e bioquímicas.

Palavras-chave: ácidos graxos poli-insaturados, proteólise, CATA, salames

1. Introdução

O consumo de carnes e produtos cárneos tem sido geralmente relacionado a alguns impactos negativos sobre a dieta devido ao elevado teor de gordura animal em sua composição. Esta gordura está associada ao desenvolvimento de diversos tipos de doenças, como as cardiovasculares (ENSER et al., 1996), devido aos altos níveis de colesterol e ácidos graxos saturados presentes.

Através de algumas reformulações estratégicas em produtos cárneos, pode-se obter um produto mais saudável, porém, é importante manter as características de qualidade e identidade para não se perder mercado consumidor. Somente reduzir a gordura em produtos cárneos pode não ser suficiente, uma vez que a gordura é responsável pela textura e sabor diferenciados do produto e pode-se gerar produtos com baixa aceitabilidade sensorial (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2000; MUGUERZA et al., 2002).

Dessa forma, buscar estratégias para obter reformulações com foco num produto mais saudável, no entanto, garantindo estabilidade e aceitação sensorial, é um desafio essencial para o sucesso de novos produtos cárneos. A redução de gordura, adição de óleo vegetal e incorporação de fibra como potenciais substitutos de gordura pode ser uma boa alternativa para tornar os produtos mais saudáveis.

Sabe-se que o aumento na ingestão de ácidos graxos poli-insaturados (PUFA), como os presentes na maior parte dos óleos vegetais, diminui os níveis de colesterol LDL no sangue.

Diversos autores substituíram parcialmente a gordura animal por óleos vegetais em produtos cárneos, tais como azeite de oliva (BLOUKAS et al., 1997; KAYAARDI & GOK, 2003; MUGUERZA et al., 2002), soja (MUGUERZA et al., 2003, TRINDADE et al., 2011), linhaça (PELSER et al., 2007; CÂMARA & POLLONIO, 2015) e canola (PELSER et al., 2007), podendo ser adicionados na forma líquida ou em pré-emulsão.

Além da melhora no perfil lipídico, ainda pode-se adicionar substitutos não-lipídicos, como fibras. A inulina é um carboidrato encontrado em diversas plantas como a chicória e a cebola, e pode ser utilizada em produtos cárneos devido às suas propriedades de formação de gel, ligação com a água, além da cor e odor neutros (SELGAS et al., 2005). Em embutidos fermentados, a adição de inulina e redução de

gordura gerou um produto com boa aceitação sensorial e melhora na textura (MENDOZA et al., 2001).

Devido à utilização de óleo, é importante monitorar a oxidação lipídica do produto, uma vez que essa reação é muito favorecida na presença de ácidos graxos insaturados. A oxidação lipídica é a maior causa de deterioração em carnes e derivados (LOVE & PEARSON, 1971), resultado de uma série de reações que por fim, resultam em sabor e aroma indesejáveis.

Outra reação igualmente relevante em produtos cárneos fermentados é a proteólise, caracterizada pela degradação parcial das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas ao longo do tempo, de forma a gerar peptídeos e aminoácidos livres (TOLDRÁ, 2004).

A formação de compostos de baixo peso molecular durante a proteólise, como os peptídeos, aminoácidos, aldeídos, ácidos e aminas orgânicas é responsável pelo desenvolvimento de compostos de sabor e precursores de sabor (DÍAZ et al., 1993). A proteólise influencia a textura e desenvolvimento de sabor, e ocorre durante o processamento e maturação dos embutidos fermentados.

Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da adição de blends de gordura contendo duas concentrações de inulina e óleo de canola em salames sobre suas propriedades funcionais e sensoriais.

2. Material e Métodos

2.1. Processamento

2.1.1. Descrição dos materiais – Blends e Embutidos Fermentados

Os materiais utilizados para elaboração dos blends foram: óleo de canola comercial (Cargill Foods, São Paulo, Brasil), inulina (Clariant S/A, São Paulo, Brasil), FOS (Clariant S/A, São Paulo, Brasil), Amido Resistente (Ingredion Brasil, Mogi-Guaçu, Brasil), carragena e colágeno (New Max, Americana, Brasil). As fibras e os estabilizantes utilizados foram doados pelas empresas.

As matérias-primas (pernil suíno e toucinho) utilizadas no processamento dos embutidos fermentados foram adquiridas em comércio local em Campinas/SP, com garantia de qualidade assegurada. Os demais ingredientes utilizados para o

processamento dos embutidos fermentados foram doados pela empresa New Max (Americana, Brasil).

2.1.2. Blends de gordura

Os blends de gordura foram otimizados em estudos anteriores, sendo a inulina selecionada como a fibra com melhor potencial de utilização em embutidos fermentados, considerando principalmente a consistência, capacidade de retenção de água e gordura, e comportamento do blend nas condições de fermentação e secagem da câmara climatizada.

Foram elaborados diferentes blends de gordura contendo: toucinho, óleo vegetal (canola), água, inulina (2,5 e 5%), tripolifosfato de sódio, proteína isolada de soja e carragena para adição como ingrediente de embutido cárneo fermentado reformulado. As formulações dos blends encontram-se na Tabela 9, juntamente com as formulações dos embutidos fermentados.

Para elaboração dos sistemas lipídicos, realizou-se a homogeneização em minicutter (Super Cutter, modelo Sire, São Paulo, Brasil), os ingredientes foram adicionados na seguinte ordem:

- água e proteína isolada de soja, homogeneizados por 1 min.
- óleo de canola, homogeneizado por 2 min.

Esta mistura foi transferida para outro recipiente, onde os demais ingredientes (toucinho, tripolifosfato de sódio, carragena e inulina) foram adicionados. A homogeneização final ocorreu utilizando um mixer de alimentos (Braun Miniprimer, Alemanha), a mistura foi realizada por 30 s em velocidade máxima.

Os blends de gordura foram preparados no dia anterior ao processamento e mantidos congelados (-18 °C) até a moagem.

2.1.3. Elaboração de embutidos fermentados

A elaboração dos embutidos fermentados ocorreu na Planta Piloto de Carnes e Derivados (Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas).

Foram elaborados quatro tratamentos (Tabela 9), e o processamento foi realizado em triplicata. Os tratamentos foram: Controle 1 (FC1) – 18% de gordura; e três tratamentos contendo blends de gordura: F1 – 5% de toucinho adicionado ao batter, 4% em forma de blend, juntamente com 4% de óleo de canola; F2 – igual ao tratamento F1, com adição de 2,5% de inulina no blend e F3 – igual ao tratamento F1, porém com 5% de inulina adicionado ao blend.

As matérias-primas (carne suína e toucinho) foram moídas juntamente com o respectivo blend de gordura (nas formulações em que havia adição de blend). As matérias-primas e o blend sem as fibras são considerados 100% da formulação. Os demais ingredientes foram calculados sobre este valor.

Por isso, para os tratamentos em que há adição de fibras (2,5 e 5%), a somatória dos valores de pernil, toucinho e blend ultrapassa os 100%.

A moagem foi feita em disco de 5 mm e misturado com sal para a extração das proteínas miofibrilares. Em seguida, foram adicionados os seguintes ingredientes: glicose (5 g/kg), sacarose (5 g/kg), nitrato de sódio (0,15 g/kg), nitrito de sódio (0,15 g/kg), ascorbato de sódio (0,25 g/kg), pimenta branca (2 g/kg), alho em pó (3 g/kg), noz moscada (0,2 g/kg) e cultura *starter* (T-SPX Bactoferm (*Staphylococcus xylosus* e *Pediococcus pentacoseus*), Chr. Hansen) (0,25 g/kg).

As peças foram embutidas em tripas artificiais de colágeno, com 60 mm de diâmetro e 30 cm de comprimento, com aproximadamente 300 g cada peça. Após o embutimento, as peças foram imersas em solução de sorbato de potássio 20% e encaminhadas para a câmara climatizada, com temperatura e umidade relativa controladas.

A programação de temperatura e umidade relativa (T °C/UR%) da câmara de maturação foi: primeiro dia, temperatura 25 °C/95%; segundo dia, 24 °C/93%, terceiro dia, 23 °C/91%, quarto dia, 22 °C/89%, quinto dia, 21 °C/87%, sexto dia, 20 °C/87% e do sétimo dia, 18 °C/85% e oitavo dia em diante, até que se alcance 0,91 de atividade de água, 15 °C/75%. A velocidade relativa do ar foi mantida menor que 0,5 m/s.

Tabela 9. Formulações dos diferentes tratamentos de embutidos fermentados adicionados de sistemas lipídicos, demonstrando as respectivas reduções de gordura.

	FC1	F1	F2	F3
Matéria-Prima	%	%	%	%
Pernil Suíno	82	82	82	82
Toucinho	18	5	5	5
Blend	0	13,00	15,5	18
água		4,05	4,05	4,05
PIS		0,80	0,80	0,80
Óleo de canola		4,05	4,05	4,05
Toucinho		4,05	4,05	4,05
Carragena		0,02	0,02	0,02
Tripolifosfato		0,03	0,03	0,03
Inulina		0,00	2,50	5,00
<i>total toucinho</i>	18	9	9	9
<i>total óleo</i>	0	4	4	4
<i>total gordura</i>	18	13	13	13
<i>redução toucinho</i>	-	50	50	50
Ingredientes				
Glicose	0,5	0,5	0,5	0,5
Sacarose	0,5	0,5	0,5	0,5
Pimenta Branca	0,2	0,2	0,2	0,2
Alho em Pó	0,3	0,3	0,3	0,3
Noz moscada	0,02	0,02	0,02	0,02
Ascorbato de Sódio	0,25	0,25	0,25	0,25
Nitrato de Sódio	0,015	0,015	0,015	0,015
Nitrito de Sódio	0,015	0,015	0,015	0,015
NaCl	2,5	2,5	2,5	2,5
Starter T-SPX	0,025	0,025	0,025	0,025

2.2. Caracterização físico-química

Foram realizadas as análises físico-químicas de determinação de atividade de água, pH, perda de peso e cor. As amostras foram previamente homogeneizadas (2000 rpm, 20 segundos).

2.2.1. Determinação de pH

Três peças de cada tratamento foram tomadas para análise de pH, com três repetições por tratamento. A determinação do pH foi realizada nos dias 0, 7, 14 e 21. A determinação do valor de pH foi realizada através do potenciômetro de penetração Mettler Toledo MP125.

2.2.2. Determinação da atividade de água (Aw)

A atividade de água foi mensurada através do medidor de Aw Aqualab – DECAGON (modelo 4TE), em três repetições por tratamento e nos dias 0, 7, 14 e 21.

2.2.3. Avaliação da estabilidade à oxidação lipídica

A oxidação lipídica foi avaliada conforme metodologia proposta por Bruna et al. (2001). Os números de TBARS foram expressos em miligramas de substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico / kg de amostra. A oxidação lipídica foi avaliada nos tempos 0, 7, 14 e 21 dias.

2.2.4. Perda de peso

Cinco peças de cada tratamento foram pesadas a cada dois dias e calculada a porcentagem de perda de peso. O cálculo foi realizado de acordo com a equação:

$$\% \text{ perda de peso} = \frac{(P_i - P_d)}{P_i} \times 100$$

onde: P_d = peso do dia, correspondente ao peso do produto no dia em que foi realizada a análise (g)

P_i = peso inicial do produto (g).

2.2.5. Cor Instrumental

A determinação de cor dos embutidos fermentados reformulados foi realizada no colorímetro Konica Minolta (CM-5), operando com iluminante D65, ângulo do observador 10°, no modo SCI (desconsiderando o brilho da amostra) e no sistema de cor CIELab, para avaliação dos parâmetros L^* (luminosidade), a^* (intensidade de vermelho/verde) e b^* (intensidade de amarelo/azul). Foram utilizadas três peças de cada tratamento. Para todas as amostras foram realizadas cinco leituras, sendo que a média de cada leitura foi dada por cinco *flashes*, e o procedimento repetido em triplicata.

Também foi calculado o índice de brancura (W), de acordo com a seguinte equação: $100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$ (PATHARE et al., 2013).

2.2.6. Composição química

A análise da composição química foi realizada nos dias 0 e 21. A porcentagem de umidade seguiu a metodologia descrita pela Norma 24.002 da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1984), que consiste em secagem em estufa 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 & DYER (1959). As cinzas foram determinadas através da calcinação em mufla (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

O conteúdo de carboidratos foi determinado por diferença: calculou-se a média da porcentagem de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas e o restante foi considerado carboidrato (AOAC, 1997).

2.3. Avaliação do Perfil de Textura

O perfil de textura foi determinado utilizando o analisador de textura TA-xT2i (Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY). Utilizaram-se dez cilindros (três peças) com diâmetro de 20 mm e altura de 30 mm, para cada tratamento. As amostras foram comprimidas a 30% do seu peso original, com velocidade de 1 mm/s. O probe utilizado foi o P-35 (haste longa / base normal). Todas as medidas foram realizadas em temperatura ambiente. Os parâmetros avaliados foram: coesividade, dureza, elasticidade e mastigabilidade. A avaliação do perfil de textura foi realizada aos 21 dias de processamento.

2.4. Análises Microbiológicas

Foi realizada a contagem padrão de bactérias aeróbias mesófilas, bactérias lácticas, coliformes totais e bactérias termotolerantes de origem fecal, segundo metodologia proposta por DOWNES & ITO (2001).

Porções de 25 gramas de cada tratamento foram homogeneizadas 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 °C/48 horas).

A contagem de bactérias lácticas foi realizada em meio ágar De Man Rogosa Sharpe (Oxoid) (37 °C/48 horas), coliformes totais em ágar cristal violeta-vermelho neutro-bile (Oxoid) (37 °C/24 horas) e bactérias termotolerantes de origem fecal em caldo EC (Oxoid) (45 °C/48 horas). Todas as análises microbiológicas foram realizadas utilizando duas peças de cada tratamento, nos tempos 0, 7, 14 e 21 dias.

2.5. Análise Sensorial

O teste de aceitação foi conduzido em cabines individuais com iluminação branca. Foram recrutados 120 provadores não treinados (36% homens e 64% mulheres), consumidores de embutidos fermentados, com idade entre 18 e 60 anos. Por utilizar voluntários para análise sensorial, o presente estudo só pode ser realizado após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Unicamp (Número do CAAE: 49905015.2.0000.5404). Antes do início de cada teste, o provador leu e assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

2.5.1. CATA - Check all that apply

Para a seleção dos atributos a serem avaliados, realizou-se um teste com 15 provadores não treinados, com três amostras de salame, apresentadas em pares, para que fossem levantadas características que os diferenciavam.

Os resultados do teste CATA foram avaliados pela frequência (%) em que foram citados pelos provadores. A lista de atributos apresentou 27 palavras ou frases, onde o provador marcou os atributos pertinentes para caracterizar a amostra recebida.

A aplicação do teste CATA foi realizada na mesma ficha do Teste de Aceitação, utilizando os 27 termos selecionados previamente. Cento e vinte provadores marcaram os atributos que caracterizavam cada amostra recebida de salame. Para cada ficha, os termos eram apresentados em ordem diferente.

2.5.2. Teste de Aceitação

Os provadores receberam, em cabines individuais, quatro amostras codificadas, apresentadas monadicamente e aleatorizadas.

Foi apresentada uma fatia de salame, também foi oferecido biscoito de água e sal e água. Para este teste, foi avaliada a impressão global, utilizando escala hedônica de nove pontos (desgostei muitíssimo a gostei muitíssimo). O modelo da ficha de análise sensorial encontra-se no Apêndice I.

2.6. Estudo do Perfil Eletroforético

A avaliação do perfil eletroforético foi realizada nos dias 0, 7, 14 e 21.

2.6.1. Extração das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas

As proteínas foram extraídas seguindo o método descrito por Hughes et al. (2002). Cinco gramas de amostra foram homogeneizados (2000 rpm por 20 s) com 35 mL de tampão fosfato 0,03 M (pH 7,4) em um Ultra Turrax IKA® T25 por 2 minutos a 13600 rpm. A mistura foi centrifugada a 10000g por 20 minutos a 4 °C. O sobrenadante obtido, que continha as proteínas sarcoplasmáticas, foi filtrado utilizando papel filtro e estocado a -20 °C. As etapas descritas acima foram repetidas duas vezes. O precipitado foi lavado com tampão fosfato 0,03 M (pH 7,4) e homogeneizado com 25 mL de 8 M e 1% (v/v) de β -mercaptoetanol por 2 minutos. A mistura foi centrifugada a 10000g por 20 minutos a 4 °C. O sobrenadante contendo as proteínas miofibrilares foi filtrado com lã de vidro e estocados a -20 °C.

2.6.2. Determinação da concentração de proteínas

A concentração das proteínas foi determinada pelo método descrito por Bradford (1976). Utilizou-se BSA (albumina do soro bovino) como proteína padrão. A curva padrão foi construída a partir de 5 pontos na faixa de concentração de 20-100 μ L/mL. A proteína foi monitorada por leitura de absorbância a 595 nm.

2.6.3. Eletroforese em gel de poliacrilamida (SDS-PAGE)

A hidrólise das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas na amostra foi determinada pela análise de eletroforese em gel de poliacrilamida (SDS-PAGE) descrita por Laemmli et al. (1970) com algumas adaptações. Nesta análise foi utilizado gel de empacotamento 4% e gel gradiente com concentração final de poliacrilamida, de 8% e 17,5%. As proteínas poderão ser visualizadas pela coloração com o Comassie Blue G-250. O gel foi digitalizado para fins quantitativos de modo que cada banda é comparada com o padrão, de acordo com peso molecular.

2.7. Composição em Ácidos Graxos

A fase lipídica dos embutidos fermentados foi extraída de acordo com o método de Bligh & Dyer (1959), e em seguida, realizou-se a esterificação utilizando o método de Hartman & Lago (1973).

A análise da composição em ácidos graxos foi realizada em cromatógrafo em fase gasosa com coluna capilar - CGC 6850 Series GC System (Agilent, Santa Clara, California, EUA). Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram separados de acordo com o método AOCS Ce 2-66 (2009) em coluna capilar DB-23 Agilent (50% cianopropil-metilpolisiloxano), dimensões 60 m, Ø int: 0,25 mm, 0,25 µm filme. Temperatura do forno de 110 °C por 5 min, 110-215 °C (5 °C/min), 215 °C por 24 min; temperatura do detector: 280 °C; temperatura do injetor: 250 °C; gás de arraste hélio; razão split 1:50; volume injetado 1,0 µL. A composição qualitativa foi determinada por comparação dos tempos de retenção dos picos com os dos respectivos padrões de ácidos graxos. A composição em ácidos graxos foi realizada no início e final do processamento (dia 0 e 21).

2.8. Análise Estatística

Foram realizadas três repetições para os processamentos dos embutidos fermentados reformulados, e todas as análises foram realizadas em triplicata, sendo obtidos 3 dados para cada bloco (repetição), considerando os tratamentos como efeito fixo e as repetições, como efeito aleatório. Os resultados foram analisados utilizando análise de variância por Modelo Linear Generalizado (General Linear Model - GLM),

e as médias comparadas pelo teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5% ($P < 0,05$), utilizando o pacote estatístico SPSS (SPSS, Chicago, IL, USA).

Para a análise sensorial, os resultados do CATA foram analisados utilizando o software XLStat (versão 2015.5, Addinsoft, Paris, França) através da Análise Fatorial Múltipla; para os resultados do teste de aceitação, realizou-se análise de variância (one way ANOVA) e comparação de médias pelo teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5% ($P < 0,05$).

3. Resultados e Discussão

3.1. Caracterização Físico-química

3.1.1. pH, Atividade de Água e Oxidação Lipídica

Os valores de pH, atividade de água (aw) e oxidação lipídica (TBARs) encontram-se na Tabela 10.

O maior valor obtido para aw no dia 0 foi 0,970 (F1) e o menor, 0,967 (F2), havendo diferença significativa entre eles. Ao final do processamento, dia 21, os valores obtidos variaram entre 0,915 (FC1) e 0,860 (F2), onde também houve diferença significativa ao nível de significância considerado ($P < 0,05$).

Logo após o processamento (dia 0), todos os tratamentos apresentaram aw elevada, uma vez que a matéria-prima cárnea possui essa característica, e a adição de sal no processamento fez com que esta aw fosse um pouco reduzida a valores próximos de 0,970. A diminuição da aw devido à adição de sal é uma forma de controle de crescimento microbiano indesejável, pois no início do processamento os outros obstáculos de conservação ainda não estão atuando (RUIZ & PÉREZ-PALACIOS, 2015).

A redução de gordura, adição de óleo de canola e inulina influenciou a aw dos embutidos fermentados. Os três tratamentos (F1, F2 e F3) em que houve a reformulação do produto tiveram uma maior queda de aw ao longo do tempo, comparando-se com o controle (FC1) e essa diferença foi significativa ($P < 0,05$), isso se deve provavelmente à menor quantidade de gordura, uma vez que a gordura atenua a perda de peso e consequente queda de atividade de água (PEARSON et al., 1996).

A adição de óleo de canola ou óleo e inulina em diferentes níveis não influenciou a *aw*, pois os valores obtidos não apresentaram diferença significativa entre si ao final dos 21 dias.

O pH inicial (dia 0) de todos os tratamentos variou entre 5,65 e 5,71; e o pH final (dia 21), entre 4,84 e 4,96. A presença da inulina ou óleo não afetou a fermentação dos embutidos fermentados, uma vez que houve a redução do pH ao longo do processamento, o que era esperado, devido à adição da cultura *starter* que faz com que seja produzido ácido láctico, diminuindo o pH do produto (INCZE, 1992). Além disso, a queda do pH nestes produtos é desejável pois, além de inibir o desenvolvimento de alguns micro-organismos, também favorece a formação de compostos de aroma e sabor (LÜCKE, 1998).

Para todos os tratamentos houve um ligeiro aumento do pH dos 14 para os 21 dias de processamento, o que pode ser explicado pela formação de substâncias alcalinas (amônia) devido à proteólise (LÜCKE, 1994; GONZÁLES-FERNÁNDEZ et al., 1997).

O pH final (21 dias) dos salames reformulados (F1, F2 e F3) variou entre 4,95 e 4,96; que foi superior ($P < 0,05$) ao pH do controle (FC1), porém, não foram diferentes entre si ($P > 0,05$). Isso demonstra que a redução de gordura, juntamente com a adição de inulina ou óleo apresentou influência no pH dos embutidos fermentados reformulados.

Os resultados obtidos concordam com outros autores, que também reduziram gordura em produtos cárneos, como Campagnol et al. (2013) e Salazar et al. (2009).

Através dos valores de TBARs, pode-se acompanhar a oxidação lipídica dos embutidos fermentados, que é um valor dependente do grau de insaturação dos ácidos graxos, pH, temperatura, presença de metais (DAWSON & GARTNER, 1983). Durante a oxidação lipídica, diversos produtos são formados, sendo um deles o malonaldeído (MDA), que é um produto de decomposição de hidroperóxidos de ácidos graxos poli-insaturados (ST. ANGELO et al., 1996).

Os resultados variaram entre 0,212 e 0,327 mg MDA/kg de amostra no dia 0, sendo que os tratamentos em que houve a reformulação apresentaram valores superiores ao controle e foram significativamente diferentes ($P < 0,05$). E entre 0,293 e

0,469 mg MDA/kg de amostra no dia 21, novamente foram superiores e apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) quando comparados ao controle.

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que a adição de óleo e inulina promoveu a maior oxidação dos embutidos fermentados, uma vez que os valores obtidos diferiram do controle em todos os tempos analisados. O óleo de canola possui em sua composição o tocoferol, um antioxidante natural (O'BRIEN, 1998), porém a presença de ácidos graxos insaturados aumenta a susceptibilidade à oxidação lipídica.

Os resultados obtidos concordam com Kayaardi & Gök (2003) e Pelser et al. (2007), que encontraram valores de TBARs superiores ao controle devido à adição de óleo vegetal. De acordo com Ockerman (1976), valores de TBARs abaixo de 1 mg MDA/ kg amostra são considerados aceitáveis.

Tabela 10. Propriedades físico-químicas (aw e pH) e TBARs (mg MDA/ kg amostra) de salames reformulados com adição de óleo de canola e inulina

	Tempo (dias)	FC1	F1	F2	F3	Erro Padrão*
aw	0	0,968 ^{ab}	0,970 ^a	0,967 ^b	0,969 ^{ab}	0,000
	7	0,954 ^a	0,937 ^b	0,935 ^{bc}	0,933 ^c	0,001
	14	0,939 ^a	0,899 ^b	0,898 ^b	0,892 ^b	0,003
	21	0,915 ^a	0,864 ^b	0,860 ^b	0,866 ^b	0,004
pH	0	5,66 ^b	5,70 ^{ab}	5,65 ^b	5,71 ^a	0,01
	7	4,86 ^a	4,84 ^{ab}	4,82 ^{ab}	4,80 ^b	0,01
	14	4,71 ^b	4,81 ^a	4,81 ^a	4,78 ^a	0,01
	21	4,84 ^b	4,95 ^a	4,96 ^a	4,96 ^a	0,02
TBARs	0	0,212 ^{bB}	0,328 ^{aB}	0,323 ^{aC}	0,327 ^{aC}	0,009
	7	0,226 ^{bB}	0,333 ^{aB}	0,346 ^{aB}	0,349 ^{aB}	0,039
	14	0,222 ^{cB}	0,364 ^{bA}	0,455 ^{aA}	0,463 ^{aA}	0,016
	21	0,293 ^{cA}	0,366 ^{bA}	0,466 ^{aA}	0,469 ^{aA}	0,013

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 ($P > 0,05$) (apenas para valores de TBARS). **FC1**- 100% de gordura suína; **F1**- 50% de gordura suína e blend com óleo de canola; **F2**-50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 2,5% de inulina; **F3**- 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 5% de inulina.

3.1.2. Perda de peso

A Figura 8 apresenta os valores obtidos para a perda de peso (%) em embutidos fermentados reformulados com adição de óleo de canola ou óleo de canola e inulina. Como resultado da etapa de secagem na câmara de fermentação, os embutidos perdem peso diariamente por evaporação.

Observa-se que nos embutidos fermentados em que houve a reformulação (adição de óleo ou óleo e inulina) a perda de peso foi cerca de 10% maior. Ao final dos 21 dias, a maior perda de peso encontrada foi referente ao tratamento F1, com 47,47% de perda de peso, e o menor valor, de 34,63% foi do tratamento FC1.

Muguerza et al. (2001) estudaram a redução de gordura e adição de azeite de oliva em embutidos fermentados, os resultados apontaram para uma menor perda de peso para os produtos com maior teor de gordura, e é interessante ressaltar que esse resultado foi independente da adição de óleo – comparando-se produtos em que havia o mesmo teor de gordura, com e sem azeite, não foram observadas diferenças significativas.

Esta conclusão de Muguerza et al. (2001) concorda com os resultados obtidos, pois para os embutidos fermentados reformulados em questão, a redução de gordura suína que foi a provável responsável pela maior perda de peso, indicando que a maior perda de peso pode ser relacionada ao menor conteúdo de gordura.

Semelhantemente, Liaros et al. (2009) e Ruiz-Capillas et al. (2012) também observaram maior perda de peso em embutidos fermentados com redução de gordura, possivelmente devido à menor quantidade de gordura, já que uma das funções da gordura é auxiliar na perda de água gradual durante o processamento (KEETON, 1994).

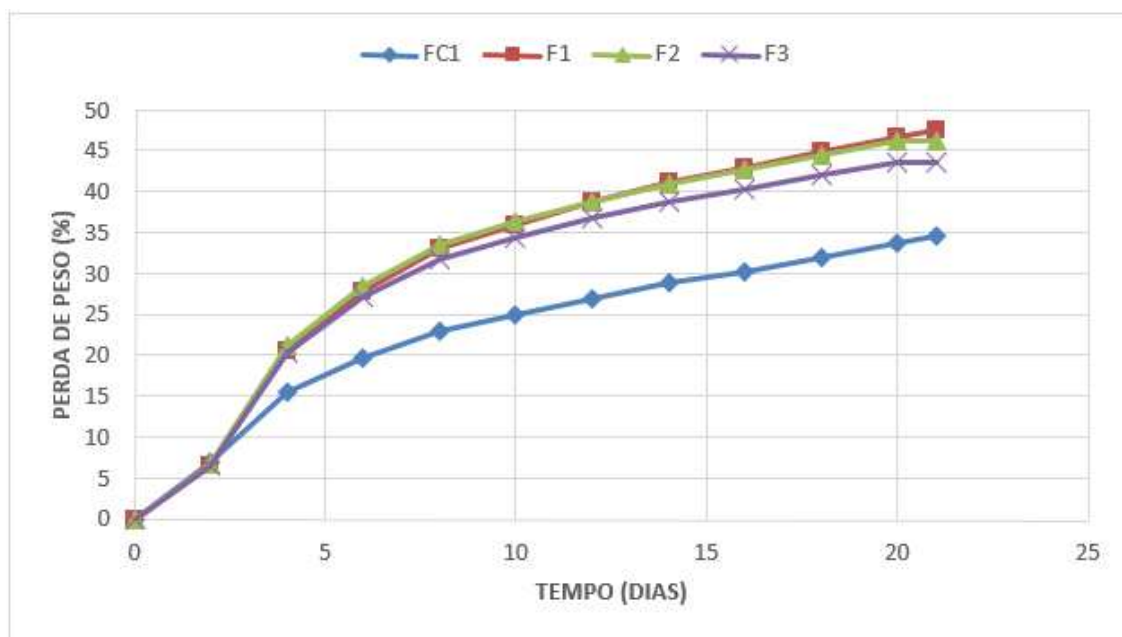


Figura 8. Perda de peso em embutidos fermentados reformulados

FC1- 100% de gordura suína; **F1-** 50% de gordura suína e blend com óleo de canola; **F2-** 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 2,5% de inulina; **F3-** 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 5% de inulina.

3.1.3. Cor instrumental

Os produtos cárneos curados são característicos pela presença da cor rósea/avermelhada, no entanto, para fins de análise, a cor do produto pode ser decomposta em alguns parâmetros, que são L^* (luminosidade), a^* (intensidade de vermelho), b^* (intensidade de amarelo) e W (índice de brancura). A Tabela 11 apresenta os resultados obtidos para os parâmetros L^* , a^* , b^* e W ao longo dos 21 dias de processamento dos embutidos fermentados reformulados.

Para produtos cárneos em que há a presença de gordura aparente a análise de cor pode apresentar uma variação maior do que em produtos em que a gordura se apresenta em glóbulos bem menores (como é o caso dos produtos cárneos emulsionados), e esta variação nos resultados também foi observada por Serevini et al. (2003).

Os valores de L^* variaram entre 51,57 (F1) e 57,11 (F2) no dia 0, sendo estas diferenças significativas ($P < 0,05$) do controle, exceto F3. E aos 21 dias de processamento, os valores de L^* variaram de 52,83 (F1) a 55,60 (FC1), também diferindo significativamente ($P < 0,05$) do controle. Pode-se observar que houve oscilação entre os valores obtidos, porém, no geral, os valores de L^* para o controle (FC1) foram significativamente maiores do que aqueles observados nos tratamentos

com adição de óleo e/ou inulina, indicando uma maior luminosidade por parte do tratamento controle, o que pode ter acontecido devido à maior presença de gordura.

No dia 0, FC1 teve o menor valor de a^* , porém não foi diferente de F2 (2,5% de inulina). Já no final do processo (dia 21), FC1 teve o maior valor de a^* (intensidade de vermelho) e não foi diferente de F1, significativamente menor de F2 e F3. Este resultado pode ser atribuído à cor branca da inulina.

Tabela 11. Valores de L^* (luminosidade), a^* (intensidade de cor vermelha), b^* (intensidade de cor amarela), e W (índice de brancura) em tratamentos de embutidos fermentados reformulados

	Tempo (dias)	FC1	F1	F2	F3	Erro Padrão
L^*	0	55,44 ^{bC}	51,57 ^{cC}	57,11 ^{aA}	53,92 ^{bB}	0,41
	7	60,39 ^{aA}	57,30 ^{bA}	57,29 ^{bA}	55,10 ^{cA}	0,33
	14	57,08 ^{aB}	52,69 ^{cB}	53,99 ^{bB}	52,10 ^{cC}	0,34
	21	55,60 ^{aC}	52,83 ^{cB}	53,79 ^{bB}	53,39 ^{bcB}	0,20
a^*	0	5,84 ^{bC}	7,70 ^{aD}	6,16 ^{bD}	7,31 ^{aC}	0,17
	7	11,47 ^{aB}	10,02 ^{bC}	10,38 ^{bC}	10,59 ^{bB}	0,08
	14	13,42 ^{aA}	11,31 ^{cB}	11,19 ^{cB}	11,89 ^{bA}	0,10
	21	13,33 ^{aA}	12,83 ^{abA}	12,55 ^{bA}	11,91 ^{cA}	0,13
b^*	0	13,86 ^{abA}	13,59 ^{bA}	14,35 ^{aA}	13,55 ^{bA}	0,11
	7	11,41 ^{cB}	12,10 ^{bC}	12,93 ^{aC}	11,85 ^{bB}	0,10
	14	11,23 ^{cBC}	12,01 ^{bC}	13,14 ^{aC}	12,17 ^{bB}	0,12
	21	10,78 ^{cC}	12,78 ^{bB}	13,66 ^{aB}	13,35 ^{aA}	0,20
W	0	52,97 ^{abBC}	49,10 ^{cB}	54,34 ^{aA}	51,41 ^{bB}	0,39
	7	57,21 ^{aA}	54,50 ^{bA}	54,18 ^{bA}	52,37 ^{cA}	0,32
	14	53,65 ^{aB}	49,89 ^{cB}	50,86 ^{bB}	49,16 ^{cD}	0,35
	21	52,40 ^{aC}	49,48 ^{bB}	50,20 ^{bB}	50,07 ^{bcC}	0,25

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 ($P>0,05$). **FC1**- 100% de gordura suína; **F1**- 50% de gordura suína e blend com óleo de canola; **F2**-50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 2,5% de inulina; **F3**- 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 5% de inulina.

Para os valores de b^* , no dia 0, não houve diferença significativa para os tratamentos, comparando-se com FC1. Porém, aos 21 dias, os valores de b^* mostraram-se significativamente menores do que FC1, e ainda, os tratamentos contendo inulina não foram diferentes, diferindo significativamente dos demais, isso indica que a adição da inulina aumentou significativamente o valor de b^* ao fim do processamento.

Com relação ao W (índice de brancura), no início do processamento, somente F1 diferiu significativamente do controle. Aos 21 dias, houve diminuição do

valor de W para os tratamentos em que houve a reformulação, sendo diferentes significativamente do FC1.

Por fim, pode-se concluir que com a secagem, houve um aumento na concentração de inulina nos produtos finais, ou seja, a adição da inulina contribuiu para aumento do valor de b^* e redução dos demais parâmetros, a^* e L^* e W. Visualmente, estas diferenças também puderam ser percebidas.

3.1.4. Composição Química

A Tabela 12 mostra os resultados da análise da composição química de embutidos fermentados reformulados com adição de óleo de canola e inulina. Com relação ao teor umidade logo após o processamento (dia 0), os valores variaram entre 59,36% (FC1) e 64,82% (F1). Os valores obtidos apresentaram diferença significativa com relação ao controle, provavelmente devido à adição de água nos sistemas lipídicos. Porém, ao fim do processamento (dia 21) esta diferença de umidade não foi significativa.

Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos com relação ao teor de proteínas, tanto no início quanto no final do processamento, apesar de os valores para os tratamentos F1, F2 e F3 serem ligeiramente superiores ao controle, o que pode ser atribuído à adição da proteína isolada de soja – a adição de 0,8% de PIS não alterou significativamente o valor total.

Muguerza et al. (2001) também encontraram maior teor de umidade para embutidos fermentados em que houve adição de óleo na forma de pré-emulsão, e também notaram o aumento do conteúdo proteico quanto maior a substituição – fato atribuído à adição de PIS.

Com relação ao conteúdo lipídico, a reformulação dos embutidos fermentados resultou em uma redução de cerca de 33% para o dia 0 e cerca de 20% de redução ao fim do processamento (21 dias), comparando-se com o tratamento controle. O teor de cinzas praticamente não foi afetado pela reformulação.

O teor de carboidratos foi calculado por diferença, e pode-se determinar, com isso, que a presença da inulina diferiu significativamente neste componente. Além disso, também são considerados carboidratos a sacarose e a glicose adicionadas em todos os tratamentos (o que explica a presença de carboidratos nos tratamentos FC1 e F1). O aumento no teor de carboidratos concorda com o aumento da adição de

diferentes níveis de inulina (2,5 e 5%), ainda que este aumento não tenha sido proporcional.

Pode-se observar que o uso dos blends de contendo inulina influenciaram significativamente no conteúdo lipídico. Ao fim do processamento, foram obtidos maiores valores de carboidratos para F2 e F3, e o conteúdo lipídico, apresentou redução com relação aos tratamentos adicionados de óleo (F1) e o controle.

Estes resultados concordam com Menegas et al. (2013) e Flaczyk et al. (2009), que realizaram a substituição de gordura por inulina em embutidos fermentados e almôndega, respectivamente, obtendo menores teores de lipídeos devido à adição de inulina.

Tabela 12. Composição Química dos salames reformulados nos tempos 0 e 21 dias

Determinação (%)	Tempo (dias)	FC1	F1	F2	F3	Erro Padrão
Umidade	0	59,36 ^c	64,32 ^a	64,14 ^a	62,22 ^b	0,54
	21	35,23	35,91	35,99	35,24	0,14
Proteínas	0	18,54	18,58	18,29	18,06	0,35
	21	31,44	32,97	32,77	32,17	0,05
Lipídeos	0	17,95 ^a	12,82 ^b	11,98 ^b	11,93 ^b	0,77
	21	27,34 ^a	23,97 ^b	21,81 ^c	21,93 ^c	0,79
Cinzas	0	3,14 ^b	3,34 ^{ab}	3,49 ^a	3,37 ^{ab}	0,05
	21	4,54	4,93	4,69	4,79	0,32
Carboidratos	0	1,01 ^c	0,94 ^c	2,1 ^b	3,42 ^a	0,72
	21	1,45 ^d	2,22 ^c	4,74 ^b	5,88 ^a	0,75

Médias na mesma linha acompanhadas de mesma letra em minúsculo não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). **FC1**- 100% de gordura suína; **F1**- 50% de gordura suína e blend com óleo de canola; **F2**- 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 2,5% de inulina; **F3**- 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 5% de inulina.

3.2. Avaliação do Perfil de Textura

Os resultados da avaliação do perfil de textura encontram-se na Tabela 13, onde foram avaliados os parâmetros: Dureza, Elasticidade, Coesividade e Mastigabilidade. Todos os parâmetros analisados foram menores em relação ao controle (FC1), e esta diferença foi significativa.

Com relação à dureza dos embutidos fermentados, os valores variaram de 31,72 N (F3) a 42,54 N (FC1), sendo o controle significativamente diferente dos demais. Observou-se a diminuição da dureza ao reduzir e substituir a gordura do produto. Comparando-se com outros estudos que adicionaram óleo em embutidos fermentados para substituir a gordura, os resultados de dureza concordam com o

obtido neste estudo. Por exemplo, Severini et al. (2003) encontraram menor dureza em embutidos fermentados ao se adicionar óleo líquido ao invés da gordura sólida.

Porém, estes resultados não concordam com os obtidos por outros autores, que encontraram um aumento da dureza ao realizar a adição de inulina (MENDOZA et al., 2001) e óleo de milho com inulina (MENEGAS et al., 2013). Nowak et al. (2007) relataram a dificuldade em estabelecer o efeito da inulina nas propriedades de textura em produtos cárneos. A inulina tende a afetar a textura dos alimentos e também pode ser influenciado pelo tipo de inulina e concentração (CRUZ et al., 2010). Os menores valores de dureza então, podem ser atribuídos à adição de óleo, que pode ter atenuado o efeito de aumento da dureza promovida pela inulina.

Tabela 13. Resultados da análise do perfil de textura em embutidos fermentados reformulados aos 21 dias

	FC1	F1	F2	F3	Erro Padrão
Dureza (N)	42,54 ^a	32,86 ^b	33,60 ^b	31,72 ^b	0,58
Elasticidade	0,66 ^a	0,62 ^b	0,59 ^{bc}	0,55 ^c	0,01
Coesividade	0,70 ^a	0,64 ^b	0,61 ^c	0,53 ^d	0,00
Mastigabilidade (N)	22,30 ^a	17,31 ^b	17,65 ^b	16,93 ^b	0,34

Médias na mesma linha acompanhadas de mesma letra em minúsculo não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). **FC1**- 100% de gordura suína; **F1**- 50% de gordura suína e blend com óleo de canola; **F2**- 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 2,5% de inulina; **F3**- 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 5% de inulina.

Tanto a dureza quanto a mastigabilidade foram reduzidos com a adição de óleo, não sendo afetados pela adição da inulina, uma vez que não diferiram significativamente entre si. Estes resultados concordam com os obtidos na análise sensorial, em que os tratamentos contendo inulina foram caracterizados pela textura esfarelenta e macia, concordando com os parâmetros de mastigabilidade, dureza. Apesar de F1 não ter sido caracterizado desta forma na análise sensorial, de forma geral, as duas análises estão em concordância.

3.3. Análises Microbiológicas

A Tabela 14 apresenta os resultados obtidos para as análises microbiológicas realizadas para os embutidos fermentados reformulados. Durante a

etapa de fermentação, os açúcares são convertidos em ácido láctico através das bactérias lácticas.

As bactérias lácticas influenciam tanto em propriedades tecnológicas como na estabilidade microbiológica. A queda do pH afeta as propriedades de fatiabilidade, capacidade de retenção de água e dureza no produto. Além disso, o acúmulo de ácido láctico produzido pelas bactérias lácticas inibe o crescimento de micro-organismos patogênicos (COCCONCELLI & FONTANA, 2015).

As bactérias lácticas encontradas no dia 0 apresentaram valores entre 6,65 log UFC/g (FC1) e 6,75 log UFC/g (F1). Não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) entre os diferentes tratamentos. A mudança que ocorreu, o que era esperado e necessário, era que houvesse o aumento na contagem de bactérias lácticas ao longo do processamento. Isso ocorreu intensamente durante a etapa de fermentação (dias 0 a 7), em que houve o aumento de cerca de 1,5 ciclos log. A partir disto, o número de bactérias aumentou significativamente e manteve-se constante até o fim do processamento.

Tabela 14. Valores obtidos para as contagens microbiológicas de bactérias lácticas, micro-organismos aeróbios mesófilos (log UFC/g) e coliformes totais (log NMP/g)

	Tempo (dias)	FC1	F1	F2	F3	Erro Padrão
Bactérias Lácticas	0	6,65 ^C	6,75 ^C	6,69 ^C	6,73 ^C	0,03
	7	8,20 ^B	8,24 ^B	8,29 ^B	8,30 ^B	0,02
	14	8,54 ^A	8,51 ^A	8,46 ^A	8,57 ^A	0,02
	21	8,52 ^A	8,51 ^A	8,47 ^A	8,49 ^A	0,02
Aeróbios Mesófilos	0	6,72 ^B	6,85 ^B	6,69 ^B	6,84 ^B	0,03
	7	8,27 ^A	8,23 ^A	8,24 ^A	8,25 ^A	0,01
	14	8,42 ^A	8,35 ^A	8,37 ^A	8,42 ^A	0,03
	21	8,35 ^A	8,30 ^A	8,15 ^A	8,40 ^A	0,04
Coliformes Totais	0	2,15	1,80	1,96	2,38	0,09
	7	≤1	≤1	≤1	≤1	-
	14	≤1	≤1	≤1	≤1	-
	21	≤1	≤1	≤1	≤1	-

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 ($P>0,05$). **FC1**- 100% de gordura suína; **F1**- 50% de gordura suína e blend com óleo de canola; **F2**-50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 2,5% de inulina; **F3**- 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 5% de inulina.

O valor obtido para a contagem de micro-organismos aeróbios mesófilos variou entre 6,69 log UFC/g (F2) a 6,85 log UFC/g (F1) para o dia 0. Assim como a

contagem de bactérias lácticas, não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Ao longo da fermentação (dia 7) houve aumento significativo da população para todos os tratamentos, mantendo-se constante até o fim do processamento. Aos 21 dias, os valores obtidos variam de 8,15 log UFC/g (F2) a 8,42 log UFC/g (F3).

Os valores iniciais de Coliformes Totais foram baixos e não houve diferenças significativas entre os tratamentos ($P>0,05$), não houve a presença de coliformes fecais. A partir dos 7 dias, a contagem foi inferior a 1 log NMP/g, indicando a boa qualidade higiênico-sanitária tanto da matéria-prima como do processo, desta forma, os resultados estão de acordo com os limites estabelecidos pela legislação, que é de 3 log NMP/g (BRASIL, 2001).

3.4. Análise Sensorial

3.4.1. Check all that apply (CATA)

A metodologia CATA (do inglês, check all that apply – marque tudo que se aplica) consiste de uma lista de palavras, escolhida previamente por uma equipe, em que os provadores podem marcar quantos itens desejarem, desta forma, descrever o produto (ARES et al., 2010). Esta metodologia, devido à facilidade e rapidez de aplicação, provê resultados semelhantes à análise sensorial descritiva (BRUZZONE et al., 2012).

O teste foi realizado com 27 atributos, sendo 10 relacionados à aparência, 4 ao aroma, 8 ao sabor e 5 em relação à textura. A Figura 9 indica o número de citações para cada atributo no teste CATA.

Para a amostra controle (FC1), os atributos mais citados foram: cor vermelha, brilhante, aroma intenso, sabor característico, textura firme, muita gordura. O tratamento F1 teve o maior número de citações para os atributos: pouca gordura, sabor de tempero, cor uniforme, aroma de carne, gosto salgado, sabor característico, gosto ácido e textura firme. Já o tratamento F2 foi caracterizado por ter cor clara e uniforme, ser opaco, ter pouca gordura, aroma de carne, sabor característico e de tempero, gosto salgado, ácido e apimentado, textura firme e ser seco. Por fim, o tratamento F3 caracterizou-se também pela cor clara e uniforme, opaco, pouca gordura, sabor característico e de tempero, gosto salgado, sabor apimentado e macio.

Os resultados do CATA podem ser interpretados através da Análise Fatorial Múltipla (AFM) (ESCOFIER & PAGÈS, 2008), que é semelhante à análise de componentes, porém diferente pelo fato de que é dado o mesmo peso às variáveis, no caso em que o aroma, textura, sabor e gosto devem ter o mesmo impacto nos resultados (MEYNERs et al., 2013). A utilização da análise fatorial múltipla explicou 94,86% da variância dos dados experimentais utilizando duas dimensões.

Com isso, pode-se dividir os produtos resultantes dos tratamentos analisados em 3 grupos de acordo com os quadrantes em que eles pertencem, conforme mostra a Figura 10. O primeiro grupo compreende os tratamentos F2 e F3, que são os dois tratamentos em que há a adição de óleo e inulina. Estas amostras foram caracterizadas por: ter gosto doce, sem sabor, textura macia, esfarelenta e aparência quebradiça, e pouca gordura, ter cor clara, uniforme, rosa, ser opaco e aroma fraco.

É interessante observar que o gosto levemente doce da inulina foi percebido pelos provadores, de forma que na AFM os tratamentos foram caracterizados como sem sabor e doce, e ainda, percebeu-se que os gostos doce e salgado foram posicionados em lados opostos no mapa.

O segundo grupo, caracterizado pelo tratamento contendo apenas adição de óleo de canola, foi caracterizado pelos atributos: sem sal, gosto ácido, sabor apimentado, aroma ácido e textura seca. O terceiro grupo, ao qual pertence o tratamento FC1, foi caracterizado por ter sabor de tempero, aroma intenso, muita gordura e cor escura.

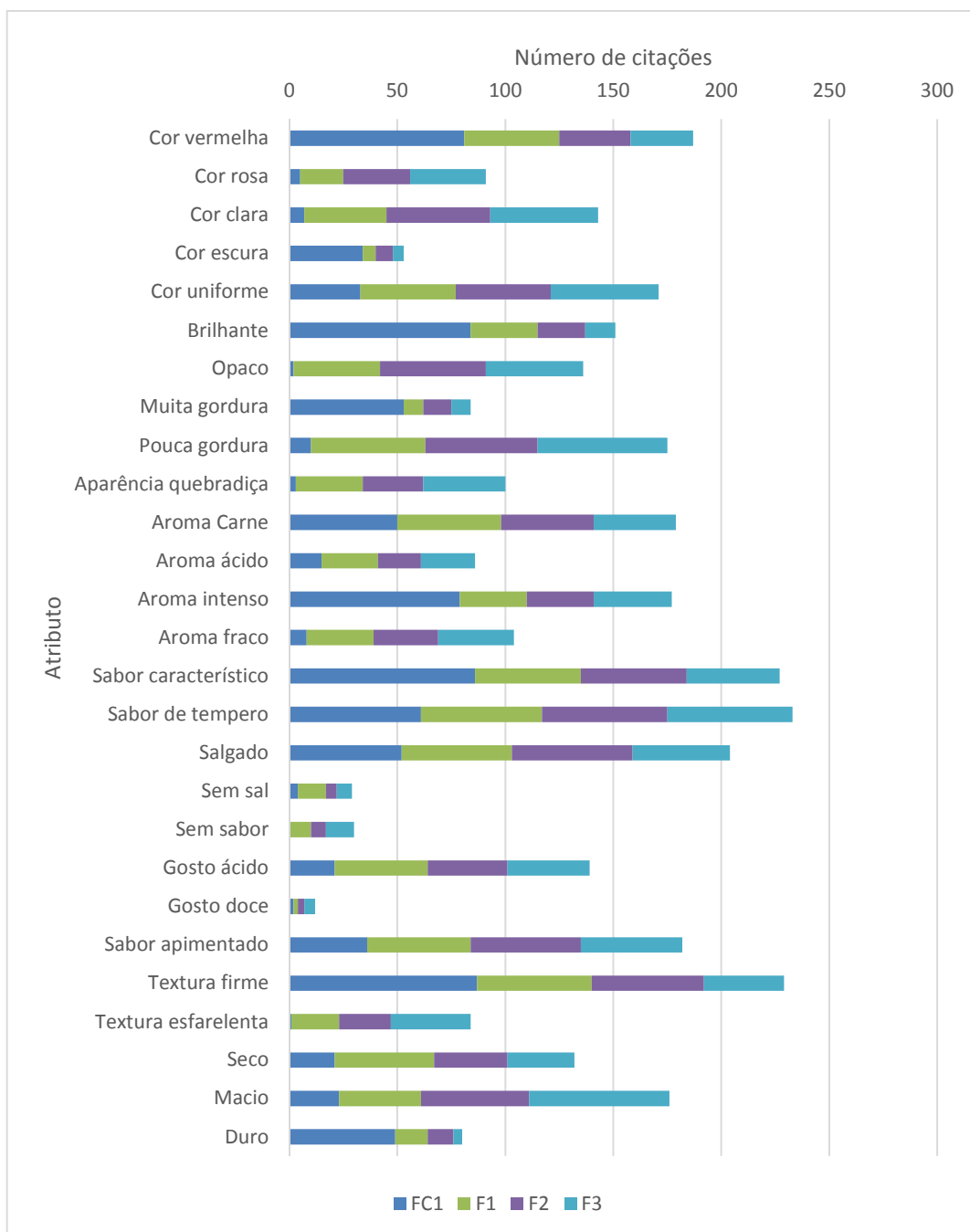


Figura 9. Número de citações de atributos - CATA

FC1- 100% de gordura suína; **F1-** 50% de gordura suína e blend com óleo de canola; **F2-** 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 2,5% de inulina; **F3-** 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 5% de inulina.

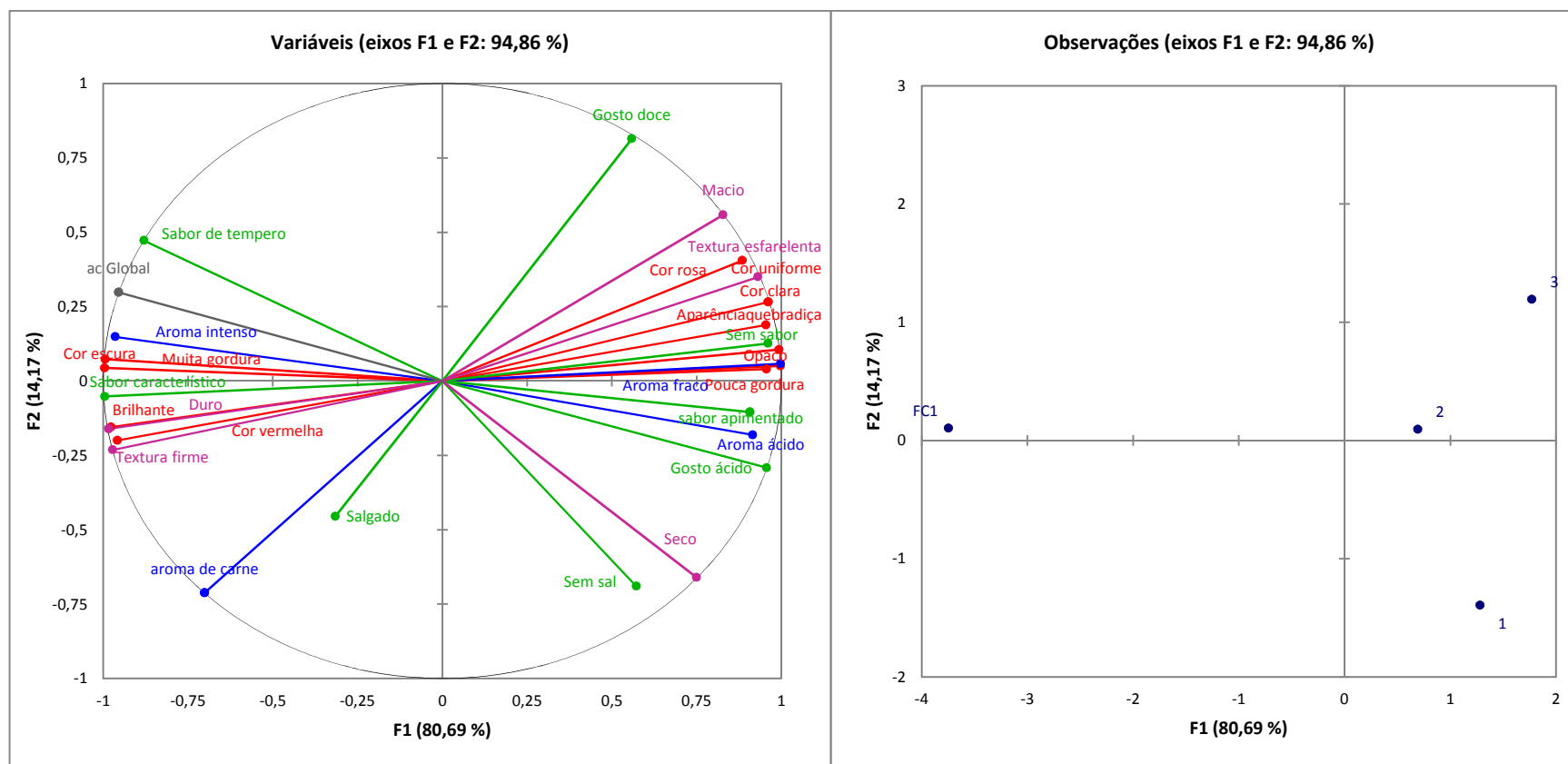


Figura 10. Representação da distribuição dos atributos e amostras na primeira e segunda dimensão da Análise Fatorial Múltipla
FC1- 100% de gordura suína; **F1-** 50% de gordura suína e blend com óleo de canola; **F2-** 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 2,5% de inulina; **F3-** 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 5% de inulina.

3.4.2. Teste de aceitação

A Figura 11 demonstra os resultados do Teste de Aceitação dos embutidos fermentados reformulados; e a Tabela 15, as notas obtidas para os diferentes tratamentos.

Através da escala hedônica de 9 pontos, a maior nota dos provadores foi atribuída ao embutido fermentado controle (FC1), com nota de 7,13, sendo classificado como 'gostei moderadamente'. O percentual de aceitação do tratamento FC1 (nota maior que 6) foi de 88% dos provadores. Somente o tratamento F1, contendo óleo de canola, diferiu significativamente do controle (FC1), porém, não foi diferente significativamente dos outros tratamentos adicionados de sistemas lipídicos.

Para os tratamentos em que houve a adição de inulina (F2 e F3), nota-se que não houve diferença significativa na aceitação dos embutidos fermentados reformulados, podendo-se concluir que o nível de inulina adicionado não afetou a impressão global dos provadores. Para os tratamentos em que houve a reformulação, as notas variaram entre 6,52 (F1) e 6,69 (F2) e a porcentagem de aceitação, entre 77 e 82%.

Estes resultados indicam que mesmo com todas as diferenças presentes nos produtos: diminuição de gordura, adição de óleo e inulina, o produto ainda é considerado aceitável pelos consumidores. Outros autores também concluíram que a redução de gordura e adição de inulina ou outro frutano (CÁCERES et al, 2004; GARCIA et al., 2006; MENEGAS et al., 2013) nem a adição de óleo (MUGUERZA et al., 2002, KAYAARDI & GÖK, 2003) em produtos cárneos não resultaram em rejeição por parte dos provadores

Tabela 15. Impressão Global da Análise Sensorial de embutidos fermentados reformulados

Tratamento	FC1	F1	F2	F3	Erro Padrão
Impressão Global	7,13 ^a	6,52 ^b	6,69 ^{ab}	6,66 ^{ab}	0,08

Médias na mesma linha acompanhadas de mesma letra em minúsculo não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). **FC1**- 100% de gordura suína; **F1**- 50% de gordura suína e blend com óleo de canola; **F2**- 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 2,5% de inulina; **F3**- 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 5% de inulina.

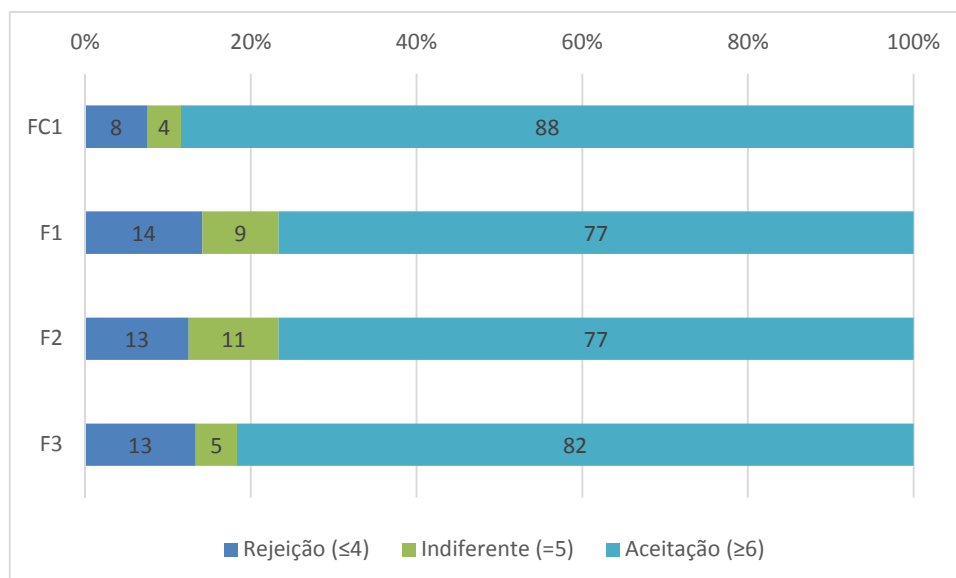


Figura 11. Impressão Global para o teste de aceitação de embutidos fermentados reformulados

FC1- 100% de gordura suína; **F1-** 50% de gordura suína e blend com óleo de canola; **F2-** 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 2,5% de inulina; **F3-** 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 5% de inulina.

3.5. Estudo do perfil eletroforético

SDS-PAGE é o método mais utilizado para análises qualitativas de proteínas. As proteínas são separadas segundo o tamanho, pois o gel funciona como uma peneira que retém as proteínas de acordo com o peso molecular. Os géis de eletroforese SDS-PAGE (em duas concentrações, 8 e 17,5%) obtidos estão apresentados na Figura 12 (proteínas miofibrilares) e na Figura 13 (proteínas sarcoplasmáticas).

As proteínas miofibrilares são insolúveis em água e solúveis em alta força iônica, ou seja, são extraídas através da ação do cloreto de sódio. A importância da extração das proteínas miofibrilares em produtos cárneos influencia sua capacidade de formação de emulsão, que promove a ligação entre a gordura e a água (PARDI et al., 1993). E as proteínas sarcoplasmáticas são responsáveis, principalmente, pela cor da carne, devido à mioglobina.

Durante as etapas de fermentação e secagem de embutidos fermentados uma série de reações bioquímicas ocorrem, principalmente a lipólise e a proteólise, logo, a degradação das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas é um fenômeno esperado (DIAZ et al., 1994), isso ocorre devido à ação de proteases musculares e microbianas (TOLDRA, 2006).

Proteases microbianas como as endopeptidases irão originar polipeptídeos que posteriormente serão degradados em peptídeos e aminoácidos livres. Estes compostos formados apresentam grande influência no desenvolvimento de sabor de produtos cárneos (FLORES & OLIVARES, 2015).

Não foram observadas diferenças entre os tratamentos nos embutidos fermentados reformulados em todos os tempos. O que se observa em relação às proteínas miofibrilares é que houve degradação proteica entre os dias 0 e 7, isso pode ser observado através do peso molecular quando comparado com o Padrão e esse comportamento foi mantido até o final do processamento. A miosina (200,000 Mr) e a actina (45,000 Mr) sofreram degradação, assim como observado também por DOS SANTOS et al. (2015).

Johansson et al. (1996) observaram a presença de polipeptídeos com pesos moleculares de 13, 29, 38 e 122,000 Mr, que foram formados após a fermentação (dias 7 a 21).

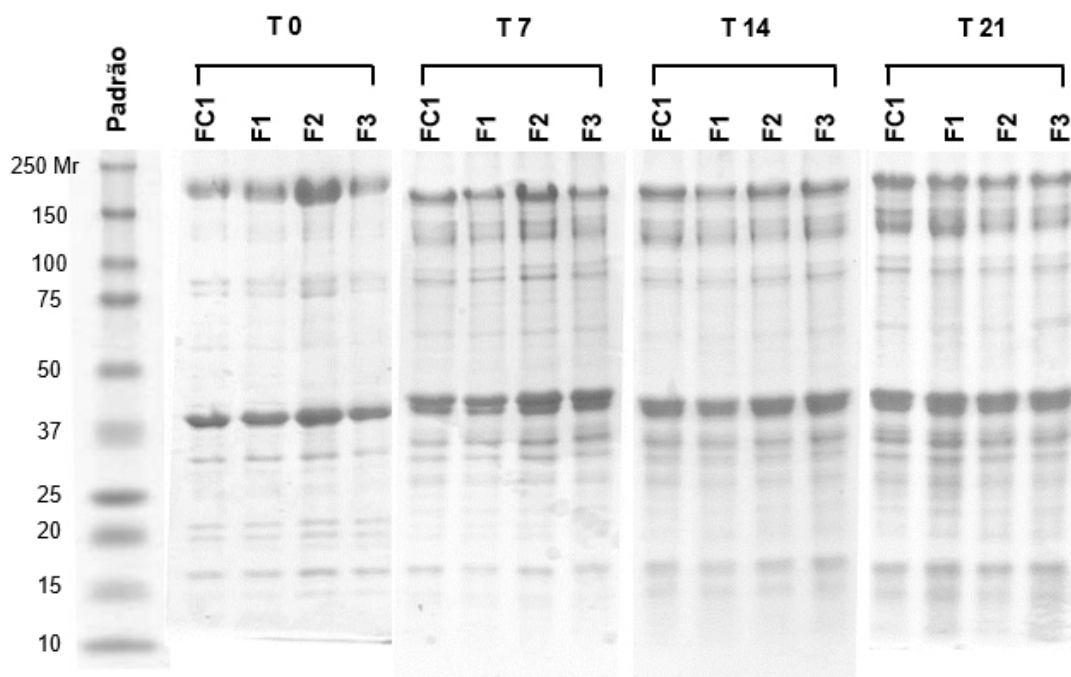


Figura 12. Géis de eletroforese SDS-PAGE (8% e 17,5%) - Proteínas miofibrilares de salames reformulados, durante 21 dias. Padrão: Bio-Rad (Mr de 250 a 10)
FC1- 100% de gordura suína; **F1-** 50% de gordura suína e blend com óleo de canola; **F2-** 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 2,5% de inulina; **F3-** 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 5% de inulina.

As proteínas sarcoplasmáticas podem ser observadas entre os pesos moleculares 15,000 e 100,000 Mr na Figura 13. Não foram observadas diferenças

entre os tratamentos, porém, entre os dias 0 e 7 houve o desaparecimento de algumas proteínas, assim como observado por Johansson et al. (1994) em que as proteínas de peso molecular entre 20 e 30kDA praticamente desapareceram ao fim da fermentação.

Houve também o aparecimento de outros fragmentos (37,000; 60,000 e 15,000 Mr) e este comportamento continuou ao longo do processamento, o que concorda com outros autores (DOS SANTOS et al., 2015; HUGHES et al., 2002).

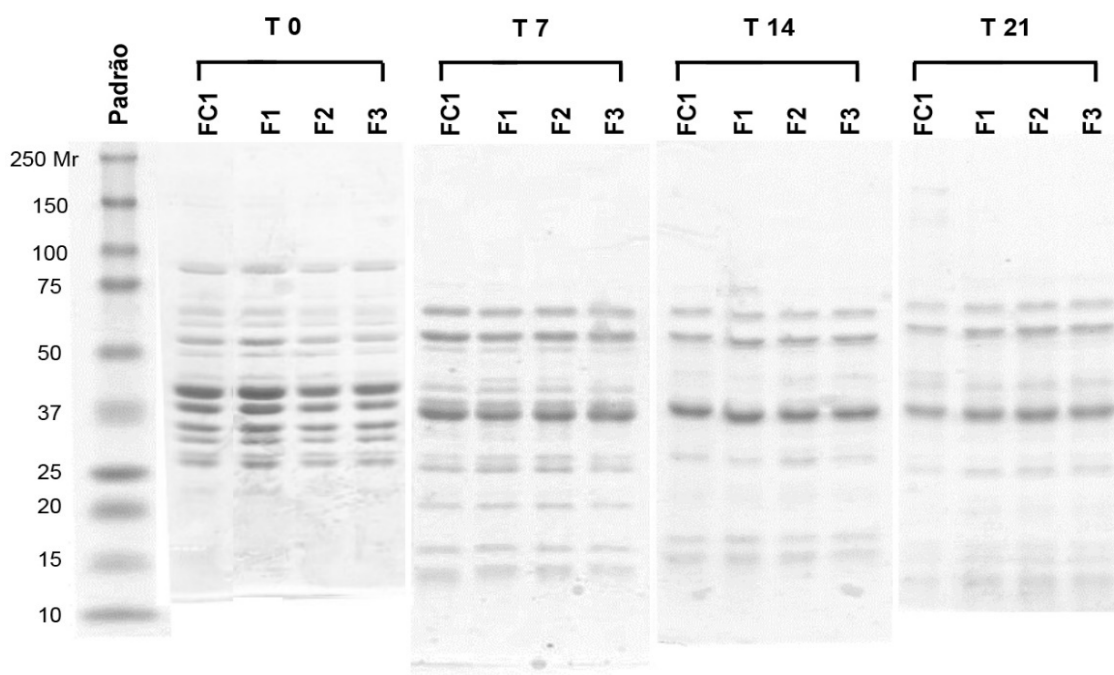


Figura 13. Géis de eletroforese SDS-PAGE (8% e 17,5%) - Proteínas sarcoplasmáticas de salames reformulados, durante 21 dias. Padrão: Bio-Rad (Mr de 250 a 10)
FC1- 100% de gordura suína; **F1-** 50% de gordura suína e blend com óleo de canola; **F2-** 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 2,5% de inulina; **F3-** 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 5% de inulina.

3.6. Composição em Ácidos Graxos

Na Tabela 16 estão apresentados os resultados da composição em ácidos graxos em embutidos fermentados reformulados, no início (dia 0) e final do processamento (dia 21).

Para todos os tratamentos, devido à presença de toucinho, os ácidos graxos majoritários foram os ácidos palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) (ácidos graxos saturados), ácido oleico (C18:1) (ácido graxo monoinsaturado) e ácido linoleico (C18:2) (ácido graxo poli-insaturado). Estes resultados eram esperados, pois são característicos da composição do toucinho. Nos tratamentos em que houve a reformulação lipídica, a soma dos SFA foi reduzida comparando-se com o controle.

A adição de óleo de canola com simultânea redução de gordura resultou em redução de cerca de 30% de SFA com relação à FC1, para todos os tratamentos em que houve adição de óleo de canola, e aumento de cerca de 18% de MUFA e aumento de 12% de PUFA.

A adição de óleo de canola nos tratamentos F2, F3 e F4 aumentou em cerca de três vezes ($P < 0,05$) o teor de ácido α -linolênico (C18:3), um ácido graxo essencial presente em no óleo de canola.

Para os diferentes dias analisados não foram percebidas diferenças significativas para os SFA, MUFA e PUFA ($P > 0,05$), o que era esperado, pois a composição em ácidos graxos não deve ser modificada ao longo do processamento. O aumento no teor de MUFA, deve-se principalmente ao ácido oleico (C18:1), presente em grande quantidade no óleo de canola.

A relação PUFA/SFA foi elevada em cerca de 60% devido à utilização de óleo de canola para os tratamentos em que houve a reformulação lipídica. O valor médio da relação PUFA/SFA para o óleo de canola é de 4,57 e para o toucinho é de 0,23 (MORRIS, 2007), com isso, considera-se que os resultados obtidos estão de acordo com a literatura.

Os ácidos graxos ômega-6 (n6) e ômega-3 (n3) são essenciais ao organismo, porém deve haver um equilíbrio entre estes dois, por isso utiliza-se a relação n6/n3. A elevada quantidade de n6 em relação ao n3 pode ocasionar doenças cardiovasculares, câncer, obesidade, entre outros (HARRIS et al., 2009).

Os resultados da relação n6/n3 para os tratamentos contendo óleo de canola diminuíram aproximadamente 50%. A sociedade atual consome a proporção de n6/n3 de 10/1 a 20/1, em média (RUSSO, 2009), os valores obtidos para o tratamento controle (FC1), de 13,73/1 após os 21 dias de processamento indicam a necessidade de redução deste consumo.

Em estudos similares, Pelser et al. (2007) e Asuming-Bediako et al. (2014) ao realizarem a substituição de toucinho por óleo de canola em produtos cárneos, obtiveram também aumento no teor de MUFA devido à maior quantidade de ácido oleico e redução de SFA.

Estes resultados apresentam os efeitos positivos da reformulação dos embutidos fermentados desenvolvidos, demonstrando que a melhora no perfil lipídico

pode ser realmente realizada, pois o objetivo era obter-se menores teores de SFA e aumento nos ácidos graxos insaturados.

Tabela 16. Composição em ácidos graxos de embutidos fermentados reformulados

Ácido graxo	Tempo (dias)	FC1 (%)	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)
C8:0	0	0	0	0 ^B	0 ^B
	21	0 ^a	0 ^a	0,04 ^{Ab}	0,05 ^{Ab}
C10:0	0	0,05	0,04	0,04	0,05
	21	0,06	0,06	0,04	0,06
C12:0	0	0,26 ^a	0,05 ^c	0,21 ^b	0,07 ^{Bc}
	21	0,26 ^b	0,07 ^c	0,05 ^c	0,37 ^{Aa}
C14:0	0	1,40 ^{Ba}	0,80 ^{Bc}	0,82 ^c	0,91 ^b
	21	1,61 ^{Aa}	1,04 ^{Ab}	0,81 ^c	0,85 ^c
C15:0	0	0,18 ^a	0,05 ^b	0,06 ^b	0,07 ^b
	21	0,17 ^a	0,07 ^b	0,05 ^b	0,07 ^b
C16:0	0	19,68 ^a	14,60 ^b	14,51 ^b	14,14 ^{Bb}
	21	19,79 ^a	14,52 ^b	14,41 ^b	14,61 ^{Ab}
C17:0	0	0,43 ^a	0,27 ^c	0,26 ^c	0,35 ^b
	21	0,44 ^a	0,22 ^c	0,25 ^c	0,32 ^b
C18:0	0	11,36 ^a	7,21 ^{Ac}	7,38 ^{Bc}	8,04 ^{Ab}
	21	11,39 ^a	7,11 ^{Bc}	7,53 ^{Ab}	7,09 ^{Bc}
C20:0	0	0,29 ^{Ab}	0,33 ^a	0 ^c	0,31 ^{ab}
	21	0,22 ^{Bb}	0,31 ^a	0,32 ^a	0,33 ^a
C22:0	0	0,04 ^{Ab}	0,12 ^a	0,12 ^a	0,11 ^a
	21	0,02 ^{Bb}	0,11 ^a	0,11 ^a	0,15 ^a
C24:0	0	0 ^b	0,07 ^{Aa}	0,06 ^a	0,08 ^a
	21	0 ^b	0 ^{Bb}	0,08 ^a	0,05 ^b
SFA	0	33,68 ^a	23,55 ^c	23,47 ^c	24,13 ^b
	21	33,97 ^a	23,71 ^b	23,69 ^b	23,96 ^b
C16:1	0	1,83 ^a	1,43 ^c	1,36 ^{Bc}	1,62 ^b
	21	1,78 ^a	1,47 ^b	1,43 ^{Ab}	1,59 ^b
C17:1	0	0,05 ^b	0,34 ^a	0,24 ^a	0,32 ^a
	21	0,05 ^c	0,30 ^a	0,25 ^b	0,30 ^a
C18:1 TRANS	0	0,07 ^b	0 ^c	0,12 ^a	0 ^{Bc}
	21	0,07 ^b	0 ^c	0,14 ^a	0,06 ^{Ab}
C18:1	0	38,38 ^c	46,18 ^{Aa}	46,24 ^a	45,36 ^{Bb}
	21	38,60 ^c	46,10 ^{Ba}	46,22 ^a	45,58 ^{Ab}
C20:1	0	1,10 ^{Aa}	0,82 ^b	0,80 ^b	0,86 ^b
	21	0,79 ^{Bb}	0,83 ^a	0,88 ^a	0,89 ^a
MUFA	0	41,44 ^b	48,77 ^a	48,77 ^a	48,16 ^a
	21	41,29 ^b	48,70 ^a	48,93 ^a	48,42 ^a

Tabela 16. Continuação

Ácido Graxo	Tempo (dias)	FC1 (%)	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)
C18:2 TRANS	0	0 ^b	0 ^b	0,05 ^a	0 ^{Bb}
	21	0 ^b	0 ^b	0,05 ^a	0,07 ^{Aa}
C18:2	0	22,48 ^b	23,75 ^a	23,78 ^{Aa}	23,76 ^a
	21	22,35 ^b	23,79 ^a	23,31 ^{Ba}	23,58 ^a
C18:3 TRANS	0	0,12 ^b	0,16 ^a	0,15 ^a	0,14 ^a
	21	0,11 ^c	0,15 ^a	0,13 ^b	0,16 ^a
C18:3	0	1,10 ^c	2,96 ^b	3,25 ^{Aa}	2,97 ^b
	21	1,20 ^b	2,90 ^a	2,99 ^{Ba}	2,97 ^a
C18:4	0	0,16 ^{Aa}	0,08 ^b	0,09 ^b	0,09 ^b
	21	0,10 ^B	0,11	0,08	0,10
C20:4	0	0,66 ^{Aa}	0,52 ^{Bb}	0,54 ^b	0,53 ^b
	21	0,60 ^{Bab}	0,62 ^{Aa}	0,59 ^b	0,51 ^c
C20:5	0	0,03	0,02	0,03	0,04
	21	0,02	0,03	0,04	0,03
C22:5	0	0,11	0,11	0,09	0,11
	21	0,11	0,11	0,11	0,10
C22:6	0	0,21 ^{Ba}	0,07 ^b	0,08 ^b	0,07 ^b
	21	0,25 ^{Aa}	0,08 ^b	0,08 ^b	0,09 ^b
PUFA	0	24,88 ^b	27,67 ^a	27,77 ^a	27,71 ^a
	21	24,74 ^b	27,79 ^a	27,38 ^a	27,62 ^a
PUFA/SFA	0	0,74 ^b	1,18 ^a	1,18 ^a	1,15 ^a
	21	0,73 ^b	1,18 ^a	1,16 ^a	1,15 ^a
n6/n3	0	14,25 ^a	7,39 ^b	6,75 ^{Bb}	7,37 ^b
	21	13,73 ^a	7,50 ^b	7,24 ^{Ab}	7,24 ^b

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 ($P>0,05$)

FC1- 100% de gordura suína; **F1**- 50% de gordura suína e blend com óleo de canola; **F2**-50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 2,5% de inulina; **F3**- 50% de gordura suína, blend com óleo de canola e 5% de inulina.

4. Conclusão

A redução de 50% de gordura suína e adição de sistemas lipídicos preparados com adição de óleo de canola e inulina (2,5% e 5%) resultaram em produtos com maior perda de peso do que o produto convencional devido à menor quantidade de gordura. Valores de pH, cor, microbiologia e de proteólise não sofreram alterações nos embutidos fermentados reformulados. Maiores valores de oxidação lipídica foram obtidos para os produtos em que houve a adição de óleo de canola, devido à maior presença de ácidos graxos insaturados.

A análise sensorial caracterizou as amostras dos diferentes tratamentos em três grupos: Controle, caracterizado por diversos atributos, dentre eles, cor escura, muita gordura; o segundo grupo caracterizado por macio, cor rosa, gosto doce, pertenceu aos tratamentos com adição de óleo e inulina; e por fim, o terceiro grupo foi caracterizado por ser seco e sem gosto, ao qual pertence o tratamento somente com adição de óleo.

A reformulação do produto com redução de toucinho e adição de óleo vegetal resultou em produto mais saudável, com melhora no perfil lipídico, com diminuição de 30% dos ácidos graxos saturados e aumento no teor de mono e poli-insaturados, em 18% e 12%, respectivamente. A adição de inulina foi bem sucedida do ponto de vista sensorial e agregou mais um benefício funcional.

Estudos futuros ainda são necessários para avaliar a vida-de-prateleira destes produtos, particularmente em relação à estabilidade microbiológica e oxidativa, parâmetros altamente relevantes, considerando o armazenamento de tais produtos em temperatura ambiente em sistemas de varejo.

5. Referências Bibliográficas

- AOAC (1984). *Official Methods of Analysis* (14 ed). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC (1997). *Official Methods of Analysis* (16 ed). Washington: v. 2: Association of Official Analytical Chemists.
- Ares, G., Deliza, R., Barreiro, C., Giménez, A., & Gambaro, A. (2010). Application of a check-all-that-apply questions to the development of chocolate milk desserts. *Journal of Sensory Studies*, 25, 67-86.
- Asuming-Bediako, N., Jaspal, M. H., Hallett, K., Bayntun, J., Baker, A., & Sheard, P. R. (2014). Effects of replacing pork backfat with emulsified vegetable oil on fatty acid composition and quality of UK-style sausages. *Meat Science*, 96, 187–194.
- Bligh, E.G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. Journal Biochemistry. Physiological*, 37, 911-914.
- Bloukas, J. G., Paneras, E. D., & Fournitzis, G. C. (1997). Effect of replacing pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 45(2), 133 - 144.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-251.
- Brasil, Ministério da saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico Sobre Os Padrões Microbiológicos para Alimentos. Diário Oficial. Brasília, DF.
- Bruna, J.M., Ordóñez J. A., Fernández, M., Herranz, B., & De La Hoz, L. (2001). 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*, 59, 87-96.
- Bruzzone, F., Ares, G., & Giménez, A. (2012). Consumers' texture perception of milk desserts. II - Comparison with trained assessors' data. *Journal of Texture Studies*, 43, 214-226.
- Cáceres, E., García, M. L., Toro, J., & Selgas, M. D. (2004). The effect of fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. *Meat Science*, 68(1), 87–96.

- Câmara, A. K. F. I., & Pollonio, M. A. R. (2015). Reducing animal fat in bologna sausage using pre-emulsified linseed oil: technological and sensory properties. *Journal of Food Quality*, 38, 201–212.
- Campagnol, P. C. B., Dos Santos, B. A., Wagner, R., Terra, N. N., & Pollonio, M. A. R. (2013). The effect of soy fiber addition on the quality of fermented sausages at low-fat content. *Journal of Food Quality*, 36, 41–50.
- Cocconcelli, P. S., & Fontana, C. (2015). Bacteria. In: *Handbook of Fermented Meat and Poultry* (eds F. Toldrá, Y. H. Hui, I. Astiasarán, J. G. Sebranek and R. Talon), John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. Cap. 14.
- Cruz, A. G., Cadena, R. S., Walter, E. H. M., Mortazavian, A. M., Granato, D., Faria, J. A. F., Bolini, H. M. A. (2010). Sensory Analysis: Relevance for Prebiotic, Probiotic, and Symbiotic Product Development. *Comprehensive Review in Food Science and Food Safety*, 9(4), 358–373.
- Dawson, L.E., & Gartner, R. (1983). Lipid oxidation in mechanically deboned poultry. *Food Technology*. 37 (7), 112-116.
- Díaz, O., Fernández, M., García De Fernando, G. D., De La Hoz, L., & Ordóñez, J. A. (1993). Effect of the addition of pronase E on the proteolysis in dry fermented sausages. *Meat Science*, 34 (2), 205-216.
- Dos Santos, B. A., Campagnol, P. C. B., Cavalcanti, R. N., Pacheco, M. T. B., Netto, F. M., Motta, E. M. P., Celeghini, R. M. S., Wagner, R., & Pollonio, M. A. R. (2015). Impact of sodium chloride replacement by salt substitutes on the proteolysis and rheological properties of dry fermented sausages. *Journal of Food Engineering*, 151, 16–24.
- Downes, F. P., & Ito, H. (2001). *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. Washington: American Public Health Association.
- Enser, M., Hallet, K, Hewitt, B., Fursey, G. A. J., & Wood, J. D. (1996). Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. *Meat Science*, 42, 443–456.
- Escofier, B., & Pagès, J. (2008). *Analyses factorielles simples et multiples, objectifs, méthodes et interprétation*. (4th ed.) Dunod, Paris, France.
- Flores, M., & Olivares, A. 2015. Flavor. In: *Handbook of Fermented Meat and Poultry* (eds F. Toldrá, Y. H. Hui, I. Astiasarán, J. G. Sebranek and R. Talon), John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK.

- Flaczyk, E., Gorecka, D., Kobus, J., & Szymandera-Buszk, K. (2009). The influence of inulin addition as fat substitute on reducing energy value and consumer acceptance of model pork meatballs. *Zywnosc Nauka Technologia Jakosc*, 4(65), 41–46.
- Garcia, M. L., Cáceres, E., & Selgas, M. D. (2006). Effect of inulin on the textural and sensory properties of Mortadella, a Spanish cooked meat product. *International Journal of Food Science and Technology*, 41(10), 1207–1215.
- González-Fernández, C., Santos, E. M., Jaime, I., & Rovira, J. (1997). Utilización de cultivos iniciadores en la elaboración de chorizo y su influencia en las propiedades sensoriales. *Food Science and Technology International*, 3(1), 31–42.
- Harris, W.S., Mozaffarian, D., Rimm, E., Kris-Etherton, P., Rudel, L. L., Appel, L. J., Engler, M. B., & Sacks, F. (2009). Omega-6 fatty acids and risk for cardiovascular disease: a science advisory from the American Heart Association Nutrition Subcommittee of the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism, Council on Cardiovascular Nursing, and Council on Epidemiology and Prevention. *Circulation*. 119: 902–907.
- Hartman, L., & Lago, R. C. A. (1973). Rapid preparation of fatty acids methyl esters. *Laboratory Practice*, 22, 475–476.
- Hughes, M. C., Kerry, J. P., Arendt, E. K., Kenneally, P. M., Mcsweeney, P. L. H., & O'neil, E. E. (2002). Characterization of proteolysis during the ripening of semi-dry fermented sausages. *Meat Science*, 62, 205–216.
- Incze, K. (1992). Raw fermented and dried meat products. *Fleischwirtschaft*, 72 (1), 58–62.
- Instituto Adolfo Lutz. (2005). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4th Edição. Brasília, 512 p.
- Jiménez-Colmenero, F. (2000). Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. *Trends in Food Science & Technology*, 11, 56–66.
- Johansson, G., Berdagué, J. L., Larsson, M., Tran, N., & Borch, E. (1994). Lipolysis, proteolysis and formation of volatile components during ripening of a fermented sausage with *Pediococcus pentosaceus* and *Staphylococcus xylosus* as starter cultures. *Meat Science*, 38, 203–218.

- Kayaardi, S., & Gök, V. (2003). Effect of replacing beef fat with olive oil on quality dietary characteristics of Turkish soudjouk (sucuk). *Meat Science*, 66, 249–257.
- Keeton, J. T. (1994). Low-fat meat products - technological problems with processing. *Meat Science*, 36 (1-2), 261-276.
- Laemli, U. K. (1970). Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227 (15), 685-689.
- Liaros, N. G., Katsanidis, E., & Bloukas, J. G. (2009). Effect of the ripening time under vacuum and packaging film permeability on processing and quality characteristics of low-fat fermented sausages. *Meat Science*, 83 (4), 589–598.
- Love, J. D., & Pearson, A. M. (1971). Lipid oxidation in meat and meat products – a review. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 48, 547.
- Lücke, F. K. (1994). Fermented meat products. *Food Research International*, 27, 299–307.
- Lücke, F. K. (1998). Fermented sausages. In: *Microbiology of Fermented Foods* (B.J.B. Wood, ed.), 441–483, Blackie Academic and Professional, London, U.K.
- Mendoza, E., García, M.L., Casas, C., & Selgas, M.D. (2001). Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat Science*, 57, 387-393.
- Menegas, L. Z., Pimentel, T. C., Garcia, S., & Prudencia, S. H. (2013). Dry-fermented chicken sausage produced with inulin and corn oil: Physicochemical, microbiological, and textural characteristics and acceptability during storage. *Meat Science*, 93, 501-506.
- Meyners, M. Castura, J. C., & Carr, B. T. (2013). Existing and new approaches for the analysis of CATA data. *Food Quality and Preference*, 30 (2), 309–319.
- Morris, D. H. (2007). *Flax - A Health and Nutrition Primer*. 4th ed. Winnipeg: MB Flax Council of Canada.
- Muguerza, E., Ansorena, D., & Astiasaran, I. (2003). Improvement of nutritional properties of Chorizo de Pamplona by replacement of pork backfat with soy oil. *Meat Science*, 65, 1361–1367.
- Muguerza, E., Fista, G., Ansorena, D., Astiasarán, I., & Bloukas, J. G. (2002). Effect of fat level and parcial replacement of pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 61, 397–404.
- Nowak, B., Von Mueffling, T., Grotheer, J., Klein, G., & Watkinson, B. M. (2007). 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*, 72(9), S629–S638.
- Ockerman, H. W. (1976). *Quality control of post-mortem muscle tissue*, v. 1. Dept. of Animal Science, Ohio State University.
- Pathare, P. B., Opara, U. L., Al-Said, F. A. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food Bioprocess Technol.*, 6, 36-60.
- Pearson, A. M., & Gillet, T. A. (1996). *Processed meats*. Chapman & Hall, New York, 3^o ed.
- Pelser, W. M., Linssen, J. P. H., Legger, A., & Houben, J. H. (2007). Lipid oxidation in n-3 fatty acid enriched Dutch style fermented sausages. *Meat Science*, 75 (1), 1-11.
- Ruiz, J., & Pérez-Palacios, T. (2015). Ingredients. In: *Handbook of Fermented Meat and Poultry* (eds F. Toldrá, Y. H. Hui, I. Astiasarán, J. G. Sebranek and R. Talon), John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK.
- Ruiz-Capillas, C., Triki, M., Herrero, A.M., Rodriguez-Salas, L., & Jiménez-Colmenero, F. (2012) Konjac gel as pork backfat replacer in dry fermented sausages: Processing and quality characteristics. *Meat Science*, 92, 144–150.
- Russo, G. L. (2009). Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids: from biochemistry to clinical implications in cardiovascular prevention. *Biochemical Pharmacology*, 77(6):937-46.
- Salazar, P., Garcia, M. L., & Selgas, M. D. (2009). Short-chain fructooligosaccharides as potential functional ingredient in dry fermented sausages with different fat levels. *International Journal of Food Science and Technology*, 44(6), 1100–1107.
- Selgas, M. D., Cáceres, E., & García, M. L. 2005. Long-chain Soluble Dietary Fibre as Functional Ingredient in Cooked Meat Sausages. *Food Science and Technology International*, 11(1):041–7.
- Sevanian, A., & Hochstein, P. (1985). Mechanisms and consequences of lipid peroxidation in biological systems. *Annual Reviews of Nutrition*, Palo Alto, 5, 365-390.
- Severini, C., De Pilli, T., Baiano, A. (2003). Partial substitution of pork backfat with extra-virgin olive oil in ‘salami’ products: effects on chemical, physical and sensorial quality. *Meat Science*, 64, 323–331.

- St. Angelo, A.J., Vercellotti, J., Jacks, T., Legendre M. (1996). Lipid oxidation in foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.*, 36 (3), 175–224.
- Stone, H., Sidel, J.L. *Sensory evaluation practices*. 3rd ed. London: Academic Press, Inc., 2004. 408p.
- Toldrá, F. (2004). Curing: Dry. In: *Encyclopedia of Meat Sciences*, eds. W. Jensen, C. Devine, and M. Dikemann, 360–365. Londres: Elsevier Science.
- Toldrá, F. (2006). Biochemical proteolysis basis for improved processing of dry-cured meats. M.L. Leo Nollet, Fidel Toldrá (Eds.), In: *Advanced technologies for meat processing*, CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL, 329–354.
- Trindade, M. A., Oliveira, J. M. DE, Nogueira, N. M. G., Oliveira Filho, P. R. C., Alencar, S. M. DE, & Contreras-Castilo, C. J. (2011). Mortadella sausage produced with soybean oil instead of pork fat. *Italian Journal of Food Science*, 23 (1), 72-79.

Discussão Geral

O trabalho em questão avaliou a adição de óleo de canola e diferentes fibras (FOS, inulina e amido resistente) para desenvolvimento de sistema lipídico funcional como substitutos de gordura em embutidos fermentados. O estudo consistiu de duas etapas, dividido em três capítulos: “Revisão Bibliográfica”, “Desenvolvimento de sistemas lipídicos funcionais para aplicação como substituto de gordura em embutidos cárneos fermentados” e “Utilização de blends contendo inulina e óleo de canola em salames com reduzido teor de gordura para melhora no perfil lipídico”.

Na revisão bibliográfica (Capítulo 1), foi destacada a necessidade de reformulação dos embutidos fermentados, pois o alto teor lipídico presente no produto pode ser relacionado ao desenvolvimento de diversas doenças. Desta forma, a reformulação do produto pode ser feita através da redução de gordura saturada e adição de óleo vegetal na forma de pré-emulsões. Ainda, pode-se adicionar fibras, como FOS, inulina e amido resistente.

No Capítulo 2 (Desenvolvimento de sistemas lipídicos funcionais para aplicação como substituto de gordura em embutidos cárneos fermentados), foram desenvolvidos 12 tratamentos (Capítulo 2, Tabela 2) em que houve a adição e estabilização de óleo de canola, água, toucinho, proteína isolada de soja, tripolifosfato de sódio, fibras (FOS, AR ou inulina) e estabilizantes (carragena ou colágeno). Os resultados indicaram que a inulina foi a fibra com melhor potencial para desenvolvimento em embutidos fermentados, pela análise de consistência, já que os tratamentos contendo inulina obtiveram os maiores valores de “yield value” (Capítulo 2, Tabela 6), caracterizando-os como uma consistência “plástica e espalhável”.

Através da realização da análise de capacidade de retenção de água e gordura (Capítulo 2, Tabela 7), os tratamentos contendo inulina obtiveram os maiores valores, o que é desejável em um sistema em que há água e óleo, de forma que estes componentes se mantenham no sistema e prossigam de forma estável durante de processamento.

Com relação aos estabilizantes utilizados, concluiu-se que o tipo ou quantidade não influenciou, uma vez que o que mais afetou os resultados foi o tipo de fibra e não o estabilizante.

A adição de alguns destes sistemas lipídicos em embutidos fermentados para análise do comportamento físico-químico durante o processamento resultou em

comportamento esperado para este tipo de produto: diminuição da atividade de água, perda de peso e diminuição do pH, o que deu mais segurança para prosseguir para a próxima etapa.

A etapa final do trabalho (Capítulo 3 - Utilização de blends contendo inulina e óleo de canola em salames com reduzido teor de gordura para melhora no perfil lipídico) consistiu na seleção da fibra com melhor desempenho (inulina) e desenvolvimento de sistemas lipídicos com dois níveis de inulina: 2,5 e 5% no batter dos embutidos fermentados (Capítulo 3, Tabela 9).

A redução de gordura e reformulação manteve as características dos embutidos fermentados: secagem, queda de pH, perda de peso e cor. Observou-se a maior perda de peso (Capítulo 3, Figura 8) para os embutidos fermentados reformulados e menores valores de atividade de água (Capítulo 3, Tabela 10) isso se deve, provavelmente, à menor quantidade de gordura presente.

A oxidação lipídica apresentou valores superiores para os tratamentos (Capítulo 3, Tabela 10) com adição de óleo de canola, devido à composição do óleo, que possui maior teor de ácidos graxos insaturados, porém, ao longo dos 21 dias de processamento, estes valores permaneceram abaixo do que pode ser percebido como gosto de “ranço”.

Com relação à cor (Capítulo 3, Tabela 11), os resultados apontaram para aumento no valor de intensidade de amarelo e redução dos demais parâmetros. Em concordância, na análise dos resultados obtidos pelo CATA (Capítulo 3, Figura 10), o tratamento controle ficou caracterizado como “cor escura”, e os tratamentos contendo inulina, como “cor rosa”.

Os resultados de análise do perfil de textura (Capítulo 3, Tabela 13) também concordam com o obtido pelo CATA (Capítulo 3, Figura 9), uma vez que as amostras contendo inulina foram caracterizadas como “macias”.

As análises microbiológicas (Capítulo 3, Tabela 14) não indicaram diferenças com relação à contagem de bactérias lácticas e micro-organismos aeróbios mesófilos, indicando que a reformulação lipídica não influenciou o desenvolvimento dos micro-organismos.

Os géis de eletroforese SDS-PAGE apresentaram comportamento normal com relação à degradação das proteínas miofibrilares (Capítulo 3, Figura 12) e

sarcoplasmáticas (Capítulo 3, Figura 13) ao longo do processamento, indicando que não houve influência da adição de óleo e inulina na proteólise.

A composição em ácidos graxos (Capítulo 3, Tabela 16) apontou para aumento do teor de ácidos graxos monoinsaturados e redução de ácidos graxos saturados, indicando que a reformulação lipídica realmente apresentou-se efetiva.

Conclusão Geral

O trabalho em questão propôs a reformulação de embutidos fermentados com o objetivo de promover apelos funcionais (devido à adição de inulina) e de melhora no perfil lipídico, sem que fossem perdidas as características típicas destes produtos.

A reformulação dos produtos através da adição de óleo de canola e inulina demonstrou ter grande potencial para desenvolvimento. Uma das maiores preocupações ao iniciar o estudo era com relação à perda de óleo durante o processamento, mas devido aos estudos prévios nos sistemas lipídicos, não houve desestabilização da pré-emulsão desenvolvida, uma vez que o conteúdo lipídico ao final do processo manteve-se no produto.

As características físico-químicas, sensoriais, microbiológicas e bioquímicas foram mantidas, comparando-se ao produto tradicional. A perda de peso e atividade de água foram alterados com a reformulação – houve maior perda de peso e menor atividade de água para os embutidos reformulados, mas não foram prejudiciais às características do produto. A análise de textura demonstrou diminuição da dureza, provavelmente devido à adição de óleo líquido, de forma a compensar a gordura sólida.

A oxidação lipídica apresentou valores superiores devido à presença de ácidos graxos insaturados no óleo, porém os valores obtidos estavam abaixo do limiar de percepção do consumidor. A análise sensorial, através do CATA, caracterizou as amostras em três grupos: formulação convencional, embutidos reformulados com adição de óleo e embutidos reformulados com adição de óleo e inulina. E somente uma amostra teve aceitação diferente do controle, a amostra que continha apenas os blends com óleo de canola.

A proteólise indicou comportamento esperado com relação à degradação de algumas proteínas sarcoplasmáticas e miofibrilares. E a composição em ácidos graxos mostrou que o perfil lipídico foi realmente melhorado: menor teor de ácidos graxos saturados e maior teor de ácidos graxos monoinsaturados.

Por fim, pode-se concluir que a reformulação dos embutidos cárneos fermentados através da redução de gordura, adição de óleo de canola e inulina tem potencial para futuro desenvolvimento, porém ainda são necessárias pesquisas

complementares, como a avaliação da estabilidade destes produtos durante a vida-de-prateleira.

Apêndice A - Ficha utilizada no Teste de Aceitação e CATA

TESTE DE ACEITAÇÃO DE SALAME

Nome: _____ Data: ____/____/____

Sexo ☐ Masculino Idade ☐ menos de 20 anos
☐ Feminino ☐ 21 a 30 anos
☐ 31 a 40 anos
☐ 41 a 50 anos
☐ acima de 50 anos

Amostra _____

Por favor, prove o produto e indique na escala o quanto você gostou ou desgostou do mesmo

☐ Gostei muitíssimo
☐ Gostei muito
☐ Gostei moderadamente
☐ Gostei ligeiramente
☐ Nem gostei/nem desgostei
☐ Desgostei ligeiramente
☐ Desgostei moderadamente
☐ Desgostei muito
☐ Desgostei muitíssimo

Agora marque todas as características que chamaram a sua atenção no salame que você acabou de provar

☐ Aparência quebradiça	☐ Muita gordura	☐ Aroma de carne
☐ Cor vermelha	☐ Gosto ácido	☐ Sabor apimentado
☐ Sabor de tempero	☐ Aroma intenso	☐ Opaco
☐ Sem sabor	☐ Cor rosa	☐ Duro
☐ Brilhante	☐ Gosto salgado	☐ Cor uniforme
☐ Aroma ácido	☐ Seco	☐ Pouca gordura
☐ Cor escura	☐ Macio	☐ Gosto doce
☐ Textura firme	☐ Aroma fraco	☐ Sabor característico
☐ Sem sal	☐ Textura esfarelenta	☐ Cor clara

Anexo A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Desenvolvimento de sistemas lipídicos funcionais para substituição de gordura em produtos cárneos fermentados: Efeitos sobre as propriedades físico-químicas e sensoriais

Pesquisador: Maristela Midori Ozaki

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 49905015.2.0000.5404

Instituição Proponente: Faculdade de Engenharia de Alimentos

Patrocinador Principal: MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.358.394

Apresentação do Projeto:

Título: "Desenvolvimento de sistemas lipídicos funcionais para substituição de gordura em produtos cárneos fermentados: efeitos sobre as propriedades físico-químicas e sensoriais".

A busca por produtos diferenciados, com apelos mais saudáveis, na indústria de produtos cárneos tem se mostrado cada vez mais necessária, devido à maior preocupação do consumidor com relação à composição dos produtos, como a alta quantidade de sal e gordura. Muitos produtos cárneos tradicionais possuem até cerca de 30% de gordura em sua formulação e esse valor pode ser ainda maior em produtos que passam por fermentação e desidratação, como é o caso dos embutidos fermentados. Os consumidores geralmente relacionam a presença de altos teores de gordura e ácidos graxos com a ocorrência de doenças cardíacas, colesterol, obesidade, dentre outros. A reformulação de produtos cárneos com foco na redução de gordura e desenvolvimento de perfil lipídico mais favorável sob aspecto nutricional, não é um desafio simples, pois a gordura desempenha um papel tecnológico importante nestes produtos, como o desenvolvimento de sabor e aroma, além das características de textura e aceitação sensorial. Diversas estratégias têm sido estudadas para redução de gordura em produtos cárneos, como a adição de fibras pré-bióticas, modificação do perfil lipídico ou seleção de matéria-prima mais magra. As fibras pré-bióticas são interessantes devido aos seus efeitos benéficos à saúde e propriedades funcionais, pois além do baixo valor calórico, favorecem o trânsito gastrointestinal. A modificação do perfil lipídico também é boa alternativa pois, no caso dos óleos

COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA DA UNICAMP -
CAMPUS CAMPINAS



Continuação do Parecer: 1.358.394

vegetais, estes são livres de colesterol e são fonte de ácidos graxos do tipo mono e poli-insaturados. Dentro deste contexto, o presente trabalho propõe desenvolver blendas de gordura, com melhor perfil lipídico, adicionado de diferentes fibras pré-bióticas, para posteriormente avaliar o comportamento destas blendas em embutidos fermentados. Serão realizadas análises físico-químicas ao longo do período de processamento dos embutidos fermentados. As reações de lipólise serão conduzidas através de análises de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico. O estudo de proteólise será avaliado pela avaliação do grau de desnaturação proteica através de eletroforese em gel de poliacrilamida, monitorados ao longo do tempo de processamento dos salames. Será realizada avaliação sensorial por teste consumidor e CATA (Check All That Apply), aplicados ao final do processamento. Análises microbiológicas serão realizadas previamente para determinar a segurança da reformulação proposta. As análises estatísticas serão realizadas com auxílio do software SAS (2008), através de ANOVA e Teste de média de Tukey. Com os resultados do estudo, pretende-se recomendar estratégias tecnológicas consistentes que assegurem a estabilidade físico química e microbiológica de salames com modificação de perfil lipídico. Aspectos Éticos da Pesquisa. Serão realizados dois testes sensoriais com consumidor: Teste de Aceitação e CATA. Os julgadores serão convidados através de cartazes colocados em murais da Faculdade de Engenharia de Alimentos/Unicamp. A população envolvida no estudo será de um grupo não vulnerável, constituída de estudantes (maiores de idade) e funcionários da UNICAMP que manifestem interesse em participar do mesmo. Será apresentado aos participantes o TCLE para que os mesmos tenham conhecimento da pesquisa e possam decidir sobre sua participação.

Os testes consistirão na avaliação das características de cor, aroma, sabor, textura e aceitação global de amostras fatiadas de salame. O risco associado ao projeto de pesquisa é extremamente baixo. Os testes consistirão na avaliação dos salames elaborados em uma planta piloto sob rigoroso controle higiênicosanitário. Além disso, antes da realização da análise sensorial, será realizada uma avaliação microbiológica para assegurar que as amostras a serem consumidas não causem nenhum prejuízo à saúde dos voluntários. Os pesquisadores comprometem-se a recrutar somente provadores que manifestem que não apresentam alergia a produtos cárneos e que assinem o TCLE. As informações obtidas neste estudo serão publicadas, sejam elas favoráveis ou não, em congressos e revistas científicas. Porém, para maior confiabilidade do estudo e para preservação dos provadores, os mesmos não serão identificados. O pesquisador responsável estará disponível para quaisquer questionamentos, dúvidas ou esclarecimentos sobre a pesquisa, que porventura venham a ser solicitados pelos

participantes. Os voluntários poderão deixar de participar dos testes sensoriais a qualquer momento, sem que isto acarrete prejuízo ou dano ao mesmo.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar a influência da redução e substituição de gordura por óleo vegetal e fibras alimentares sobre os atributos de qualidade físico químicos e sensoriais de embutidos fermentados.

Objetivo Secundário:

- 1) Avaliar a estabilidade de sistemas lipídicos elaborados com óleo vegetal e fibras alimentares, como possíveis substitutos de gordura em embutidos fermentados.
- 2) Avaliar as características físico-químicas, bioquímicas e sensoriais dos sistemas lipídicos em embutidos fermentados, durante o processamento.
- 3) Investigar a evolução das reações de fermentação e secagem através da mudança no perfil eletroforético das proteínas miofibrilares durante o processamento.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Você não deve participar deste estudo se:

- a) tiver idade inferior a 18 anos.
- b) tiver algum tipo de restrição de qualquer ordem (como alergia ou intolerância alimentar, religiosa, etc.) para o consumo de salames com matéria-prima carne suína, sal refinado, óleo de canola e/ou fibra alimentar.

Benefícios:

Não há benefícios diretos aos provadores. Suas respostas, juntamente com as dos demais participantes ajudarão os pesquisadores a desenvolver um produto cárneo com apelo mais saudável.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um projeto de pesquisa intitulado "Desenvolvimento de sistemas lipídicos funcionais para substituição de gordura em produtos cárneos fermentados: efeitos sobre as propriedades físico-químicas e sensoriais", associado à Dissertação (Mestrado) de uma aluna, graduada em Engenharia de Alimentos, orientada por uma docente do Departamento de Tecnologia de Alimentos

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNICAMP - CAMPUS CAMPINAS



Continuação do Parecer: 1.358.394

(DTA)/Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA)/Unicamp, a ser desenvolvido no Laboratório de Carnes e Derivados, desse Departamento.

Etapas do trabalho

O trabalho será dividido em duas etapas:

Etapa 1. Elaboração de embutidos fermentados, com substituição parcial de gordura animal por três tipos fibras pré-bióticas: avaliação das propriedades físico-químicas, bioquímicas e sensoriais.

Etapa 2. Elaboração de embutidos fermentados com desenvolvimento de blends de gordura, contendo óleos vegetais, estabilizadas com ingredientes pré-bióticos.

Etapa 1

Tratamento e Formulações

Serão realizados quatro tratamentos com formulações descritas na Tabela 1 do projeto detalhado. As formulações serão elaboradas com 50% de redução de gordura e substituição por três tipos de fibras prébióticas (fruto-oligossacarídeo, inulina e amido resistente). A formulação controle (FC1) terá 100% de gordura (toucinho). As demais formulações terão 3% de cada fibra e 3% de água. Os aditivos e ingredientes serão adquiridos de empresas reconhecidas no mercado e que tenham sistema de qualidade assegurado, todos os ingredientes e aditivos serão padronizados e não ocorrerá nenhuma troca de fornecedor.

Processamento dos embutidos fermentados

Os embutidos fermentados serão elaborados utilizando como matéria-prima carne suína, carne bovina e toucinho (Tabela 1 do projeto detalhado). A matéria-prima será moída em disco de 8 mm e misturada com a quantidade correta de NaCl e dos demais ingredientes correspondentes a cada tratamento. Após, serão adicionados: glicose (5 g/kg), sacarose (5g/kg), nitrato de sódio (0,15 g/kg), nitrito de sódio (0,15 g/kg), ascorbato de sódio (0,25 g/kg) e cultura starter (Floracarn T-SPX (*Staphylococcus xylosus* e *Pediococcus pentacoseus*), Chr. Hansen) (0,25 g/kg). Para as formulações em que há adição de fibra (frutooligossacarídeo, inulina e amido resistente), o mesmo será adicionado por último, juntamente com a água. Após completa homogeneização, as peças resultantes de cada tratamento serão embutidas em tripas artificiais de colágeno, com 60 mm de diâmetro e cortadas em peças de aproximadamente 30 cm de comprimento, com aproximadamente 300 g cada peça. Após, as peças serão submetidas a um banho em solução de sorbato de potássio 20% e encaminhadas para a câmara climatizada, com temperatura e umidade relativa controladas, onde permanecerão durante 21 dias ou até atingirem

COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA DA UNICAMP -
CAMPUS CAMPINAS



Continuação do Parecer: 1.358.394

atividade de água de 0,90. A programação de temperatura e umidade relativa (T° /UR%) da câmara de maturação será: primeiro dia, temperatura 25°C/95%; segundo dia, 24°C/93%, terceiro dia, 23°C/90%, quarto dia, 22°C/85%, quinto dia, 21°C/80%, sexto dia, 20°C/75% e do sétimo até o vigésimo primeiro dia, 18°C/75%. A velocidade relativa do ar em todos os dias será menor que 5m/s. Análises físico-químicas Serão realizadas análises físico-químicas de determinação de atividade de água, pH, perda de peso, perfil de textura, composição centesimal (umidade, proteína, lipídeos e cinzas).

Determinação de pH

Serão utilizadas duas peças de cada tratamento para análise de pH, com seis repetições. A determinação do pH será realizada nos dias 0, 3, 7, 14 e produto pronto. A determinação do valor de pH será realizada através do potenciômetro de penetração Mettler Toledo MP125.

Determinação da atividade de água (A_w)

Será mensurada através do medidor de A_w Aqualab - DECAGON do Laboratório de Carnes e Processos do DTA/Unicamp, em quatro repetições por tratamento e nos tempos 0, 7, 14 e produto final.

Perda de peso

Será calculada pela diferença de peso existente entre as peças cárneas no momento do embutimento e produto final, em cinco peças, por tratamento, devidamente identificadas.

Cor

Será determinada, para o produto final no colorímetro Konica Minolta (CM-5), obtendo-se os parâmetros L^* (luminosidade), a^* (intensidade de vermelho/verde) e b^* (intensidade de amarelo/azul). As amostras serão previamente homogeneizadas (3000 rpm, 30 segundos). Serão utilizadas duas peças de cada formulação e realizadas cinco leituras de cada formulação. Avaliação do perfil de textura

Será feita utilizando o analisador de textura TA-xT2i (Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY). As amostras padronizadas são fatiadas em porções de 20 mm de espessura. Utiliza-se seis cilindros com diâmetro de 20 mm e altura de 30 mm, para cada formulação. As amostras são comprimidas a 30% do seu peso original, com velocidade de 1 mm/s. O probe a ser utilizado será o P-35 (haste longa / base normal). Todas as medidas serão feitas em temperatura ambiente. Os parâmetros avaliados serão: coesividade, dureza, elasticidade e mastigabilidade. A avaliação do perfil de textura será realizada no produto final. Composição Centesimal

Será realizada em triplicata, no tempo zero e no produto final utilizando matéria seca. A % de umidade seguirá a metodologia descrita pela Norma 24.002 da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL

COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA DA UNICAMP -
CAMPUS CAMPINAS



Continuação do Parecer: 1.358.394

CHEMISTS (1984), que consiste em secagem a 105 °C até peso constante. O conteúdo de Nitrogênio será 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 será realizada pelo método da AOAC (1995), em um extrator Soxhlet. As cinzas serão determinadas através de calcinação em mufla (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

Análises Microbiológicas

Serão realizadas a contagem padrão de bactérias aeróbias mesófilas, bactérias lácticas, coliformes totais e bactérias termotolerantes de origem fecal, segundo metodologia proposta por DOWNES & ITO (2001). Porções de 25 gramas de cada tratamento serão homogeneizadas com 225 mL de água peptonada 0,1% (Oxoid Unipath Ltda., Basingtoke, Hampshire, UK) e diluições decimais serão utilizadas para as análises microbiológicas. Serão 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°C/48 horas). A contagem de bactérias lácticas será realizada em meio ágar De Man Rogosa Sharpe (Oxoid) (37°C/48 horas), coliformes totais em ágar cristal violeta-vermelho neutro-bile (Oxoid) (37°C/24 horas) e bactérias termotolerantes de origem fecal em caldo EC (Oxoid) (45°C/48 horas). Todas as análises microbiológicas serão realizadas utilizando duas peças de cada tratamento, após o processamento e no produto pronto. As análises serão realizadas nos tempos 0, 7, 14 e produto final. Análise Sensorial Este protocolo de estudo será submetido ao Comitê de Ética da Universidade Estadual de Campinas (SP, Brasil) para aprovação das condições do estudo. Antes do início de cada teste, o provador deverá ler e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Teste de Aceitação

Será conduzido em cabines individuais com iluminação branca. Serão recrutados 120 provadores não treinados, consumidores de produtos cárneos, com idade entre 18 e 60 anos. Os provadores receberão, em cabines individuais, 4 amostras codificadas, apresentadas monadicamente e aleatorizadas. Cada prato conterá uma fatia de salame, também será oferecido biscoito de água e sal e água. Em cada amostra serão avaliados os atributos de aparência, sabor, aroma, textura e impressão global. Para cada atributo será utilizada escala hedônica de nove pontos (desgostei muitíssimo - gostei muitíssimo). Os resultados serão analisados através da análise estatística: estatística descritiva, One way ANOVA, Tukey ($p < 0,05$).

CATA

Normalmente, os consumidores não conseguem justificar claramente as suas decisões e buscam justificativas em situações corriqueiras como lembrança de propaganda ou em expectativas préestabelecidas. Logo, a não ser que a característica seja muito marcante, poucas informações se consegue extrair com esse tipo de pergunta (STONE e SIDEL, 2004). Para sanar essa dificuldade, foi aplicada a metodologia CATA (check all that apply) (ARES et al., 2010) que consiste numa lista de palavras ou frases na qual os provadores podem selecionar todas as palavras que considerem apropriadas para descrever o produto. Este tipo de metodologia tem a vantagem de reunir informações sobre os atributos percebidos sem a necessidade de escala, permitindo uma descrição das principais propriedades sensoriais do produto. Os resultados do teste CATA serão avaliados pela frequência (%) em que foram citados. A lista de atributos consta de 30 palavras ou frases, onde o provador deve marcar quantos atributos forem necessários para caracterizar a amostra recebida. O teste será realizado em cabines individuais, na mesma ficha do teste de aceitação.

Estudo do Perfil Eletroforético

A avaliação do perfil eletroforético será realizada após o processamento (tempo 0), nos tempos 7, 14 e produto final.

Extração das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas

As proteínas serão extraídas seguindo o método descrito por Hughes et al. (2002). Cinco gramas de amostra serão homogeneizados (3000 rpm por 30 s) com 35 mL de 0.03 M tampão fosfato (pH 7.4) em um Ultra TurraxIKA® T25 por 2 minutos a 13600 rpm. A mistura será centrifugada a 10000g por 20 minutos a 4

°C. O sobrenadante obtido que conterá as proteínas sarcoplasmáticas será filtrado utilizando papel filtro e estocado a -20 °C. As etapas descritas acima serão repetidas duas vezes. O precipitado será lavado com

0.03 M tampão fosfato (pH 7.4) e homogeneizado com 25 mL de 8 M e 1% (v/v) de - mercaptoetanol por 2 minutos. A mistura será centrifugada a 10000g por 20 minutos a 4 °C. O sobrenadante contendo as proteínas miofibrilares serão filtrados com lã de vidro e estocados a -20 °C.

Determinação da concentração de proteínas

A concentração das proteínas será determinada pelo método descrito por Bradford (1976). Utiliza-se BSA (albumina do soro bovino) como proteína padrão. A curva padrão será construída a partir de 5 pontos na faixa de concentração de 20-100 L/mL. A proteína será monitorada por leitura de absorbância a 595 nm. Eletroforese em gel de poliacrilamida (SDS-PAGE)

A hidrólise das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas na amostra irá ser determinada pela análise de eletroforese em gel de poliacrilamida (SDS-PAGE) descrita por Laemmli et al. (1970) com algumas adaptações. Nesta análise será utilizado gel de empacotamento 4% e gel gradiente com concentração final de poliacrilamida, de 8% e 17,5%. As proteínas poderão ser visualizadas pela coloração com o Comassie Blue G-250. O gel vai ser digitalizado para fins quantitativos de modo que a área de pico para cada respectiva banda é calculada e comparada com os padrões.

Etapa 2

Tratamentos e Formulações

Serão elaborados diferentes blendas de gorduras contendo: toucinho + óleo vegetal (canola) + água + fibra + extensor proteico (proteína isolada de soja) para futura adição como ingrediente na formulação de produto cárneo fermentado reformulado. Os níveis de toucinho, óleo vegetal, fibra e extensor proteico serão definidos a partir de testes preliminares de estabilidade funcional, considerando principalmente o ponto de fusão e comportamento do blenda nas condições de fermentação e secagem da câmara climatizada. Como variáveis, serão definidas nível de óleo vegetal e fibras. Pretende-se otimizar parâmetros que alcancem pelo menos 3% de fibras e 50% de redução no teor de toucinho adicionado na formulação controle tradicional de salame. Processamento

Será realizado conforme o item 4.1.2. Porém, não será adicionado o amido resistente ao final da adição dos ingredientes. Na etapa de adição do toucinho, será adicionado o blenda de gordura a ser desenvolvido, que deverá ser preparado um dia antes do processamento. Como ponto de partida para os testes preliminares, o preparo da pré-emulsão será de acordo com o método proposto por Jiménez-Colmenero (2007) com adaptações, utilizando 8 partes de água quente (50 – 60 °C) misturados com 1 parte de proteína isolada de soja, 6 partes de amido resistente por dois minutos no Ultra TurraxIKA® T25 e depois, adicionados 10 partes de óleo de canola por 3 minutos.

Análises físico-químicas

Serão realizadas conforme já descrito. Análises Microbiológicas

Será realizada conforme já descrito. Análise Sensorial

Será realizada conforme já descrito.

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

A oxidação lipídica será avaliada conforme metodologia proposta por Bruna et al. (2001). Os números de TBARS serão expressos em miligramas de substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico / kg de amostra.

COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA DA UNICAMP -
CAMPUS CAMPINAS



Continuação do Parecer: 1.358.394

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados a Folha de Rosto, assinada pelo Diretor da FEA, o documento com Informações Básicas do Projeto, o Projeto detalhado e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, no modelo padronizado pelo CEP.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

A proponente enviou carta com respostas às pendências. Estas respostas estão transcritas a seguir.

Pendência 1:

Verifica-se, no Curriculum Vitae da aluna (Plataforma Lattes) a apresentação de 2 trabalhos sobre este projeto:

- 1) Pollonio, M.A.R.; Santos, B.A.; Ozaki, M.M.; Campagnol, P.C.B.; Flores, M.; Toldra, F. Effect of prebiotic fibers on proteolysis, and physicochemical and microbiological properties of low-fat dry-fermented sausages. In: 6th International Dietary Fibre Conference, 2015, Paris. 6th International Dietary Fibre Conference, 2015.
- 2) Pollonio, M.A.R.; Santos, B.A.; Ozaki, M.M.; Campagnol, P.C.B.; Galvão, M.T.E.L.; Flores, M.; Toldra, F. Consumer study and sensory profile (CATA) of low-fat fermented sausages containing prebiotic fibers. In: 6th International Dietary Fibre Conference, 2015, Paris. 6th International Dietary Fibre Conference, 2015. Considerando o trabalho 2), acima mencionado, solicito esclarecimento da aluna sobre se já houve participação de voluntários na pesquisa ANTES do projeto ser submetido ao CEP.

Resposta: Os trabalhos que constam no meu Currículo são referentes à minha participação no projeto de pós-doutorado de minha orientadora, Prof^a Marise Pollonio. No meu projeto de mestrado, como explicitado no projeto detalhado, consta da adição de fibras prebióticas e óleo vegetal, na forma de emulsões (ou blends), de forma a se reformular os embutidos cárneos fermentados através da melhora no perfil lipídico. Ou seja, não houve participação de voluntários antes da aprovação pelo CEP.

Pendência 2

Apresentar cronograma do projeto.

COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA DA UNICAMP -
CAMPUS CAMPINAS



Continuação do Parecer: 1.358.394

Resposta: Cronograma adicionado ao projeto detalhado

Pendência 3

Apresentar orçamento do projeto.

Resposta: O orçamento do projeto consta de compra de matéria-prima utilizada para processamento dos salames. Demais ingredientes, como fibras, tripas, temperos e embalagens são provenientes de doação. Para a análise sensorial: compra de materiais descartáveis (copos, tampas, guardanapos) e brindes para os provadores.

Pendência 4

Apresentar fonte de financiamento ao projeto. Resposta: Financiamento: CNPQ

Considerações Finais a critério do CEP:

- O sujeito de pesquisa deve receber uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado.
- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado.
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado. Se o pesquisador considerar a descontinuação do estudo, esta deve ser justificada e somente ser realizada após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou. O pesquisador deve aguardar o parecer do CEP quanto à descontinuação, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de uma estratégia diagnóstica ou terapêutica oferecida a um dos grupos da pesquisa, isto é, somente em caso de necessidade de ação imediata com intuito de proteger os participantes.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo. É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA DA UNICAMP -
CAMPUS CAMPINAS



Continuação do Parecer: 1.358.394

- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial.
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente seis meses após a data deste parecer de aprovação e ao término do estudo.
- Lembramos que segundo a Resolução 466/2012, item XI.2 letra e, "cabe ao pesquisador apresentar dados solicitados pelo CEP ou pela CONEP a qualquer momento".

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

- Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_PROJETO_588785.pdf	23/11/201 22:15:27		Aceito
Outros	Cartarespostamaristela.pdf	23/11/201 22:15:13	Maristela Midori Ozaki	Aceito
Projeto Brochura Investigador	Projetomaristelav3.pdf	23/11/201 22:13:52	Maristela Midori Ozaki	Aceito
TCLE / Termos Assentimento / Justificativa de Ausência	tclemaristela.pdf	25/09/201 10:35:39	Maristela Midori Ozaki	Aceito
Folha de Rosto	folhaderostomaristelaozaki.pdf	25/09/201 10:34:03	Maristela Midori Ozaki	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA DA UNICAMP -
CAMPUS CAMPINAS



Continuação do Parecer: 1.358.394

CAMPINAS, 09 de Dezembro de 2015

Assinado por:

Renata Maria dos Santos Celeghini (Coordenador)