



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

**DESENVOLVIMENTO DE EMBUTIDO EMULSIONADO DE TILÁPIA
(*Oreochromis niloticus* L.) ESTABILIZADO COM HIDROCOLÓIDES**

RICARDO TARGINO MOREIRA

Engenheiro de Alimentos
Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

PROF. DR. MARCELO CRISTIANINI

Orientador

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

Campinas

2005

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

M813d Moreira, Ricardo Targino
Desenvolvimento de embutido emulsionado de tilápia
(*Oreochromis niloticus* L.) estabilizado com hidrocolóides /
Ricardo Targino Moreira. -- Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: Marcelo Cristianini
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos

1. Emulsão. 2. Tilápia. 3. Hidrocolóides. 4. Aceitação
sensorial. 5. Carragena. 6. Xantana. 7. Processamento.
8. Pescado. I. Cristianini, Marcelo. II. Universidade
Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.
III. Título.

(cars/fea)

Título em inglês: Development of tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) emulsinated
Sausage stabilized with hydrocolloids

Palavras-chave em inglês (Keywords): Emulsion, Tilapia, Hydrocolloids, Sensory acceptance
Carrageen, Xanthan, Processing, Fish

Titulação: Doutor em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora: Marcelo Cristianini

Ana Lúcia da Silva Corrêa Lemos

Marília Oetterer

Emiko Shinozaki Mendes

Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva

Bento da Costa Carvalho Júnior

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Dr. Marcelo Cristianini
(Presidente)**

**Dr^a Ana Lúcia da Silva Corrêa Lemos
ITAL/CTC**

**Prof^a Dr^a Marília Oetterer
USP/ESALQ**

**Prof^a Dr^a Emiko Shinozaki Mendes
UFRPE/DMV**

**Prof^a Dr^a Maria Aparecida A. P. da Silva
UNICAMP/DEPAN**

**Prof. Dr. Bento da Costa Carvalho Júnior
UNICAMP/DTA**

AGRADECIMENTOS

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram na realização deste trabalho e de forma especial:

A Universidade Federal da Paraíba, Centro de Formação de Tecnólogos, Departamento de Tecnologia Rural, pela liberação para realização deste curso;

Ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, FEA/UNICAMP onde fui bem recebido e consegui apoio para realizar minha pesquisa;

Ao CTC-ITAL, que na figura do Dr. Nelson Beraquet permitiu a realização deste trabalho em suas instalações;

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos PICDT;

Ao Prof. Dr. Marcelo Cristianini pela orientação e por me proporcionar a oportunidade de realizar este programa de doutorado;

A Dr^a. Ana Lúcia da Silva Corrêa Lemos pela co-orientação e inestimável colaboração;

A Profa. Dr^a. Emiko S. Mendes pelas valiosas sugestões, colaboração na elaboração deste trabalho e incentivo constante;

A todos os Pesquisadores, funcionários, estagiários e pós-graduandos do CTC-ITAL que colaboraram comigo para a realização deste trabalho, em especial a Kátia Cipolli, Marcia Mayumi, Dr^a. Carmen Contreras, Dr^a. Ângela Cavenaghi, Dr. Marco Trindade e Rivaldo;

Aos funcionários da FEA, em especial a José Roberto, Alice, Ana Maria, Ana Lourdes, Betty, Aninha, Priscila, Cosme, Creusa, Cláudia, Geraldo, Marlene, Iara Fagnani e Eliana, Ao estagiário Rogê pelo excepcional apoio em todos os momentos solicitados;

Aos Professores da FEA, em especial Dr^a. Maria Aparecida A. P. da Silva e Dr^a. Maria Isabel Rodrigues, pela amizade e apoio ao longo do trabalho;

A banca examinadora desta tese, pelas opiniões e correções, que em muito valorizaram este trabalho;

Ao Prof. Dr. Paulo de Paula Mendes pelo auxílio nas análises estatísticas;

A Prof^a. Dr^a Marília Oetterer, pelo apoio e confiança,

A Prof^a. Dr^a. Esmeralda Paranhos dos Santos, Dr^a. Judite L. Guimarães e ao Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira pelas sugestões;

Aos amigos/irmãos Susana Cardoso, Maria Paula Junqueira Conceição, Paulo Tavares, Letícia Arasaki, Gisele e Alexandre Urbano, por todos os momentos, alegres e difíceis, compartilhados e pela grande amizade construída e sedimentada durante a realização deste trabalho, minha eterna gratidão;

A todos os colegas e amigos da pós-graduação em especial, Denise Oliveira, Wânia Rocha, Gisele Duarte, Pedro Marinho, Celia Marcia, Rodrigo Petrus e Flavia Aranha, pelo apoio recebido durante o curso;

A revisora Maria do Socorro Costa pela ajuda;

Aos grandes amigos, Renato, Maria e Esmeralda, por não me deixar esquecer quais são as coisas que realmente importa.

A minha amada família pelo incentivo constante, confiança, apoio, principalmente nos momentos mais difíceis, dedico este trabalho.

Obrigado a todos.

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	Pág. vii
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMO GERAL.....	xv
GENERAL ABSTRACT.....	xvii
INTRODUÇÃO.....	1
OBJETIVOS.....	5
CAPÍTULO 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
1. O PESCADO COMO ALIMENTO.....	9
2. BENEFICIAMENTO DA TILÁPIA (<i>Oreochromis niloticus</i> L.).....	13
3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E VALOR NUTRITIVO.....	15
4. EMULSÃO DE PESCADO.....	17
5. INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	21
5.1. A soja na indústria da carne.....	23
5.2. Hidrocolóides em produtos cárneos.....	25
5.2.1. Carragenas.....	27
5.2.2. Goma Locusta (LBG) ou jataí.....	32
5.2.3. Xantana.....	34
5.3. Propriedades funcionais de proteínas.....	35
6. METODOLOGIA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA.....	39
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
CAPÍTULO 2 – DESENVOLVIMENTO E ACEITAÇÃO DE EMBUTIDOS EMULSIONADOS ELABORADOS COM TILÁPIA (<i>Oreochromis niloticus</i> L.).....	53
RESUMO.....	55
1. INTRODUÇÃO.....	57
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	58

2.1.	Embutido emulsionado tipo “mortadela”.....	59
2.2.	“Salsicha”.....	60
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
3.1.	Embutido emulsionado tipo “mortadela”.....	63
3.2.	“Salsicha”.....	69
4.	CONCLUSÕES.....	71
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
	 CAPÍTULO 3 – DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE EMULSIONADO TIPO “MORTADELA” DE TILÁPIA COM PROTEÍNA ISOLADA DE SOJA E GORDURA VEGETAL.....	75
	RESUMO.....	77
1.	INTRODUÇÃO.....	79
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	81
2.1.	Elaboração da emulsão.....	81
2.2.	Delineamento experimental.....	86
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	88
4.	CONCLUSÕES.....	103
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
	 CAPÍTULO 4 – CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL DE EMBUTIDO EMULSIONADO DE TILÁPIA (<i>Oreochromis niloticus</i> L.).....	107
	RESUMO.....	109
1.	INTRODUÇÃO.....	111
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	112
2.1.	Elaboração da emulsão.....	112
2.2.	Análise da microestrutura.....	114
	2.2.1. Microscopia ótica.....	114
	2.2.2. Microscopia eletrônica de varredura (SEM).....	114
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	114
4.	CONCLUSÕES.....	121
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121

CAPÍTULO 5 - HIDROCOLÓIDES NA ELABORAÇÃO DE UM PRODUTO EMULSIONADO TIPO “MORTADELA” DE TILÁPIA.....	123
RESUMO.....	125
1. INTRODUÇÃO.....	127
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	129
2.1. Elaboração da emulsão.....	129
2.2. Análises físicas e químicas.....	131
2.3. Delineamento experimental.....	134
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	135
3.1 Desenvolvimento dos modelos experimentais.....	135
4. CONCLUSÕES.....	144
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	144
CONCLUSÕES GERAIS.....	147
APÊNDICE.....	149

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1	Pág.
TABELA 1 – Produção de peixes, por captura e cultivo, no mundo e no Brasil.....	10
TABELA 2 – Composição química centesimal do músculo da tilápia nilótica (<i>Oreochromis niloticus</i> L.) determinada por diversos autores.....	16
 CAPÍTULO 2	
TABELA 1 – Teste de aceitação de embutido tipo “mortadela” de tilápia.....	63
TABELA 2 – Teste de aceitação de embutido tipo “salsicha” de tilápia.....	69
 CAPÍTULO 3	
TABELA 1 – Planejamento fatorial completo com três pontos centrais e quatro axiais para o uso de ingredientes em emulsão de tilápia.....	87
TABELA 2 – Características físicas e químicas de emulsão tipo “mortadela” de tilápia com adição de gordura vegetal (GV) e proteína isolada de soja (PIS)	90
TABELA 3 – Função matemática e coeficiente de determinação (R^2) dos parâmetros físicos e químicos avaliados da “mortadela” de tilápia processada com adição de gordura vegetal (GV) e proteína isolada de soja (PIS).....	91
TABELA 4 – Aceitação sensorial da emulsão com o uso de ingredientes em “mortadela” de tilápia.....	94
TABELA 5 – Porcentagem de rejeição e aceitação do sabor das emulsões tipo “mortadela” de tilápia.....	95
TABELA 6 – Porcentagem de rejeição e aceitação global das emulsões tipo “mortadela” de tilápia.....	95
TABELA 7 – Função matemática e coeficiente de determinação (R^2) para parâmetros sensoriais (aceitação global, aparência, sabor, textura, aroma e cor) da “mortadela” de tilápia processada com gordura vegetal e proteína isolada de soja.....	96
TABELA 8 – Áreas de maximização ou minimização dos parâmetros estimados.....	101

CAPÍTULO 5

TABELA 1 –	Delineamento estatístico dos ensaios experimentais.....	134
TABELA 2 –	Características físicas e químicas de “mortadela” de tilápia com adição de mistura de hidrocolóides.....	136
TABELA 3 –	Função matemática e coeficiente de determinação (R^2) dos parâmetros físicos e químicos avaliados da “mortadela” de tilápia processada com mistura de hidrocolóides.....	137
TABELA 4 –	Avaliação da aceitação sensorial da “mortadela” de tilápia com o uso de mistura de hidrocolóides.....	140
TABELA 5 –	Função matemática e coeficiente de determinação (R^2) da “mortadela” de tilápia processada com hidrocolóides.....	141
TABELA 6 –	Índice de rejeição e aceitação das “mortadelas” elaboradas com mistura de hidrocolóides (% provadores).....	142

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2	Pág.
FIGURA 1 – Processamento de embutido emulsionado tipo “mortadela” e tipo salsicha, elaborados com tilápia.....	61
FIGURA 2 – Perfil de aceitação da aparência da “mortadela” de tilápia.....	64
FIGURA 3 – Perfil de aceitação da cor da “mortadela” de tilápia.....	65
FIGURA 4 – Perfil de aceitação da textura da “mortadela” de tilápia.....	66
FIGURA 5 – Perfil de aceitação do aroma da “mortadela” de tilápia.....	67
FIGURA 6 – Perfil de aceitação do sabor da “mortadela” de tilápia.....	68
FIGURA 7 – Perfil da intenção de compra da “mortadela” de tilápia.....	68
FIGURA 8 – Perfil da intenção de compra de “salsicha” de tilápia.....	71
 CAPÍTULO 3	
FIGURA 1 – Processamento de “mortadela” de tilápia.....	82
FIGURA 2 – Superfície de contorno relativa a umidade de “mortadela” de tilápia	91
FIGURA 3 – Superfície de contorno relativa à capacidade de retenção de água (CRA) de “mortadela” de tilápia.....	92
FIGURA 4 – Superfície de contorno e superfície de resposta relativa à força de cisalhamento de “mortadela” de tilápia.....	93
FIGURA 5 – Superfície de contorno e superfície de resposta relativa a aceitação global da “mortadela” de tilápia.....	97
FIGURA 6 – Superfície de contorno e superfície de resposta relativa a aparência da “mortadela” de tilápia.....	98
FIGURA 7 – Superfície de contorno e superfície de resposta relativa ao sabor da “mortadela” de tilápia.....	99
FIGURA 8 – Superfície de contorno e superfície de resposta relativa a cor da “mortadela” de tilápia.....	100
FIGURA 9 – Superfície de contorno relativa a aceitação global da “mortadela” de tilápia.....	100
FIGURA 10 – Superfície de contorno relativa a aceitação da textura subjetiva da “mortadela” de tilápia.....	102
FIGURA 11 – Perfil de intenção de compra das “mortadelas” de tilápia.....	103

CAPÍTULO 4

FIGURA 1 – Emulsão processada com tilápia (0% de GV e 1% PIS).....	116
FIGURA 2 – Emulsão processada com tilápia (10% de GV e 0% PIS).....	116
FIGURA 3 – Emulsão processada com tilápia (20% de GV e 1% PIS).....	117
FIGURA 4 – Emulsão processada com tilápia (10% de GV e 1% PIS).....	117
FIGURA 5 – Emulsão processada com tilápia (15% de GV e 2% PIS).....	118
FIGURA 6 – Emulsão processada com tilápia (10% de GV e 1% PIS) coloração azul brilhante de Coomassie.....	119
FIGURA 7 – Emulsão processada com tilápia (15% de GV e 2% PIS) coloração azul brilhante de Coomassie.....	119
FIGURA 8 – Emulsão processada com tilápia (10% de GV e 1% PIS) coloração Sudan.....	120
FIGURA 9 – Emulsão processada com tilápia (15% de GV e 2% PIS) coloração Sudan.....	120

CAPÍTULO 5

FIGURA 1 – Processamento de “mortadela” de tilápia.....	130
FIGURA 2 – Diagrama triangular da superfície de resposta relativo a capacidade de retenção de água (CRA) da “mortadela” de tilápia elaborada com mistura de hidrocolóides.....	138
FIGURA 3 – Diagrama triangular da superfície de resposta relativo a fatiabilidade da “mortadela” de tilápia elaborada com mistura de hidrocolóides.....	139
FIGURA 4 – Diagrama triangular da superfície de resposta relativo a força de cisalhamento (FC) da “mortadela” de tilápia elaborada com mistura de hidrocolóides.....	139
FIGURA 5 – Diagrama triangular da superfície de resposta relativo a aceitação global da “mortadela” de tilápia elaborada com mistura de hidrocolóides.....	143
FIGURA 6 – Diagrama triangular da superfície de resposta relativo a aceitação da textura da “mortadela” de tilápia elaborada com mistura de hidrocolóides.....	143
FIGURA 7 – Perfil de intenção de compra das “mortadelas” de tilápia.....	144

RESUMO GERAL

Atualmente, busca-se a comercialização do pescado na forma mais elaborada possível com o intuito de agregar valor à matéria prima. Tendo em vista a crescente produção da tilápia no Brasil, estudou-se alternativas de processamento deste peixe elaborando-se um embutido emulsionado tipo “mortadela” e tipo “salsicha”, com e sem adição de gordura vegetal (GV). Os produtos foram avaliados quanto às suas características sensoriais para os atributos aparência, cor, sabor, aroma e textura e teste de intenção de compra. Os produtos apresentaram boas características físicas e sensoriais, o que demonstrou a viabilidade de sua produção. Verificada a viabilidade da adição de GV, foi elaborado emulsionado associando-a com proteína isolada de soja (PIS). Para isto utilizou-se um planejamento estatístico fatorial de 2^2 , variando-se o teor de gordura de zero a 20% e a PIS de zero a 2% e considerando como variáveis respostas a umidade, teor de lipídeos, textura, cor, capacidade de retenção de água (CRA) e avaliação sensorial (aparência, cor, aroma, aspecto geral, textura e intenção de compra). O uso da PIS influenciou positivamente na aceitação global, aparência, sabor, cor e textura, força de cisalhamento e a GV influenciou positivamente na aceitação geral, aroma, textura, força de cisalhamento e teor de lipídeos. Foi possível elaborar emulsionado formulado com filé de tilápia utilizando-se associações de gordura vegetal e proteína isolada de soja, sendo preferido na aceitação do sabor os produtos com baixo teor de gordura, apesar da textura não ter sido satisfatória, o que remete a necessidade de melhorar a textura do produto com baixo teor de gordura. Estudou-se ainda a microestrutura de emulsão processada com tilápia, sendo verificada que a gordura teve distribuição aleatória, estando retida pela malha protéica. Finalmente, elaborou-se emulsionado tipo “mortadela”, com baixo teor de gordura, utilizando-se uma associação de hidrocolóides (carragena, xantana e goma locusta) em proporções variáveis, resultando em 10 formulações. Os dados foram analisados através de um experimento com misturas, utilizando Metodologia de Superfície de Resposta (MSR), com obtenção de funções matemáticas bastante satisfatórias, verificado pelo coeficiente de determinação (R^2) de 0,98 a 0,99. Nenhuma das formulações estudadas apresentou perda de peso no cozimento, tão pouco se observou exsudado e perda da estabilidade da emulsão. Foi possível obter-se um produto tipo “mortadela” de tilápia com baixo teor de gordura utilizando misturas de hidrocolóides com um alto índice de aceitação.

Palavras chave: emulsão, tilápia, hidrocolóides, aceitação sensorial, carragena, xantana, goma locusta, processamento do pescado.

GENERAL ABSTRACT

Nowadays, there is a trend for commercialization of fish as sophisticated processed products aiming to aggregated value to the raw material. Due to the increasing production of tilapia in Brazil, alternatives of processing were studied to develop of a sausage type product showing acceptable sensory and physicochemical characteristics. Initially, “mortadela” and a frankfurter like type of products were formulated and processed with and without addition of vegetal fat (VF). The products were evaluated concerning their sensory properties, appearance, color, taste, odor and texture, and an intention of purchase test was performed. Products presenting good sensory and physical qualities were obtained, showing a promising processing viability. In a second step, a “mortadela” type using tilapia muscle in association with VF and isolated soy protein (ISP) was elaborated. The experiment was based on a 2^2 factorial design, in which the content of fat ranged from 0 to 20% and the ISP from 0 to 2%. The responses variables were: contents of moisture and lipids, instrumental texture and instrumental color, water binding capacity and sensory characteristics (appearance, color, flavor, general aspect and texture). Determination coefficients (R^2) were very satisfactory (ranging from 0.86 to 0.99) for all models. ISP positively affected the general acceptance, appearance, taste, color, texture and shear force. VF positively affected general acceptance, flavor, texture, shear force, lipids content. It was possible to produce an emulsion based in tilapia meat using vegetal fat and isolated soy protein. There was a preference for the products formulated with low fat content, despite their unsatisfactory texture, showing the need for improvement of products texture. The microstructure of the emulsion processed with tilapia muscle was also studied. A low fat “mortadela” type was elaborated using a hydrocolloid (xanthan, LBG and carrageena) system. An experiment with mixtures using the Response Surface Methodology (RSM) was performed, in which the objective was to optimize the percentages of hydrocolloids (carrageen, xanthan and locusta bean gum). Determination coefficients (R^2) were good (ranging from 0.98 to 0.99) for all models. None of the formulations presented cooking loss of water or presence of exudates, neither loss of emulsion stability was observed. The study showed that it is possible to obtain low fat type “mortadela” product elaborated with tilapia muscle using a system of hydrocolloids.

Key words: emulsion, tilapia, hydrocolloids, sensory acceptance, carrageen, xanthan, locusta bean gum, processing, fish.

INTRODUÇÃO

O consumo insuficiente de proteínas de boa qualidade na alimentação humana é um problema que se apresenta em muitos países, entre os quais o Brasil. Esta situação tem estimulado a busca de outras fontes de proteínas, destacando-se entre elas, o pescado.

O pescado ainda é pouco consumido no Brasil, quando comparado a outras fontes protéicas de origem animal, tais como as carnes bovinas e de aves. Atribui-se o baixo consumo à falta de tradição (gostos e hábitos do consumidor), a pequena oferta do produto, bem como a falhas da indústria processadora em oferecer produtos de conveniência, de fácil preparo e diversificados. Acrescente-se, ainda, um sistema de distribuição e comercialização ineficiente e oneroso nesse segmento, dificultando o acesso da população a este tipo de alimento.

O Brasil possui um grande potencial pesqueiro, com possibilidades de exploração para o crescimento de produção, com 8.500 km de costa marítima, 5.500.000 hectares de águas doces e uma enorme diversidade de espécies aquáticas, além de clima favorável. Apesar de todo esse potencial pesqueiro, o Brasil ocupa o 27º lugar na lista dos países produtores de pescados (RIBEIRO, 2003).

O desafio é atender as exigências do consumidor moderno e do desenvolvimento de novos tipos de produtos que procure responder essa demanda de consumo, como por exemplo, o crescente interesse por alimentos saudáveis, com alto valor nutritivo e de fácil preparo.

Um dos grandes problemas atuais, relacionado ao aproveitamento dos recursos pesqueiros, é a sub utilização dos produtos da pesca e a falta de diversificação da indústria processadora de pescado. A indústria de pescado não tem sido inovadora, quando comparada às indústrias de carnes e aves que fazem melhor uso da matéria-prima e desenvolvem outras vias de incorporação da mesma, na forma de diferentes produtos alimentícios. Sendo assim, existe a

necessidade de mudanças na indústria de pescado, que deverá incorporar valor ao produto industrializado, uma vez que a maior parte do pescado destinado ao consumo humano é utilizada na forma “in natura”, havendo pouca oferta de produtos processados.

Uma das alternativas é a produção de embutido emulsionado de pescado, que como qualquer forma de processamento, visando melhorar as características do produto final, tendo como principal vantagem o aproveitamento de espécies sub utilizadas comercialmente, além de facilitar o armazenamento e transporte, tornando possível que regiões distantes dos centros produtores tenham acesso à proteína de elevado valor nutricional.

A fase industrial da piscicultura brasileira está apenas no início, porém já abrem boas perspectivas de mercado na cadeia produtiva do pescado cultivado. A industrialização exigirá uma maior profissionalização dos produtores no sentido de fornecer pescado com qualidade e a preço competitivo. Neste contexto, a tilápia (*Oreochromis niloticus* L.) já desponta como o carro-chefe desta indústria, por reunir características zootécnicas extremamente favoráveis ao cultivo, uma qualidade de carne e aceitação no mercado.

O cultivo da tilápia está consolidado no Brasil devido ao fato desta espécie possuir boas características organolépticas e nutricionais, tais como: carne de excelente textura e paladar, baixo teor de gordura e de calorias (172 kcal/100 g de carne), não possuir microespinhas e possibilitar a filetagem e a industrialização da carcaça. Com rendimento de filé de aproximadamente 35 a 40%, em exemplares com peso médio de 450 g, o que as potencializa como peixes para industrialização (MAIA JR, 2003).

Os embutidos emulsionados se destacam como os produtos cárneos de maior industrialização e consumo no país, sugerindo que seriam os mais aceitos e os mais acessíveis à população. Atualmente, nesta classe de produtos cárneos elaborados com matérias-primas convencionais (bovino, suínos e aves), são

utilizados ingredientes não cárneos em suas formulações, destacando-se a proteína isolada de soja, de grande significado tecnológico, nutricional e econômico que tem a finalidade de melhorar as características da estabilidade da emulsão e rendimento no processamento térmico, além de reduzir os custos da formulação.

Sob o ponto de vista científico e tecnológico, poucos estudos foram realizados sobre a elaboração de emulsionados com a carne de pescados, mais especificamente de tilápia. Além disso, na literatura científica, poucas informações são apresentadas sobre o emprego de derivados de soja e outros ingredientes como a gordura vegetal e os hidrocolóides em produtos de pescado.

Tendo em vista a crescente produção da tilápia no Brasil, juntamente com o aumento no número de unidades de beneficiamento, estudaram-se alternativas de processamento deste peixe, elaborando-se um embutido emulsionado com características físico-químicas e sensoriais aceitáveis pelo consumidor.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Desenvolver produtos tipo “embutido emulsionado” à base de filé de tilápia sem pele.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Elaborar, utilizando a tilápia como matéria-prima, emulsionados tipo “mortadela” e tipo “salsicha”, e avaliar as suas características sensoriais (aparência, cor, aroma, sabor e textura) e físicas (cor e textura),
- ✓ Desenvolver um embutido emulsionado de tilápia avaliando o uso de associação da proteína isolada de soja e gordura vegetal, na qualidade sensorial (aparência, cor, aroma, sabor e textura e aceitação global) e físico-químicas (cor, força de cisalhamento, capacidade de retenção de água, lipídeos e umidade) do produto,
- ✓ Estudar o efeito da adição de proteína isolada de soja e gordura vegetal na microestrutura de emulsão processada com filé de tilápia, através de microscopia óptica e eletrônica de varredura,
- ✓ Avaliar o efeito da adição de hidrocolóides (carragena, xantana e LBG) nas características sensoriais (aparência, sabor, textura e aceitação global) e físico químicas (cor, força de cisalhamento, fatiabilidade, capacidade de retenção de água, lipídeos e umidade) de um embutido emulsionado de tilápia tipo “mortadela”.

CAPÍTULO 1

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. O PESCADO COMO ALIMENTO

O pescado é reconhecido como um dos alimentos mais completos, devido ao seu valor protéico e elevada digestibilidade, sendo indicado para consumo a todas as faixas etárias da população. Além disso, constitui-se em um alimento potencialmente acessível às populações de baixa renda, em razão da facilidade com que podem ser cultivados em águas marinhas ou interioranas.

Os fatores diretamente responsáveis pela relativa facilidade de digestão do pescado são pouco conhecidos, mas admite-se que a natureza e a estrutura das proteínas dos músculos do peixe possa ter relação direta com tais fatores. Sabe-se que na estrutura muscular dos peixes há muito menos tecido conectivo que nas carnes de animais de sangue quente (MACHADO, 1984), e, além disso, há uma clara evidência que as alterações da textura do pescado são resultados das mudanças que ocorrem nas proteínas miofibrilares, que no pescado estão presentes em maior proporção do que na carne dos animais de abate (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Frente a situações mundiais, no que diz respeito à nutrição, há a necessidade de uma busca contínua do aumento na oferta de suprimentos protéicos, principalmente quando se trata de produção de origem animal como o pescado, cujas possibilidades de uma participação mais eficaz no mercado depende, entre outras coisas, do desenvolvimento de novas técnicas de industrialização. Atualmente, somente uma pequena porção da captura do pescado é consumida diretamente pelo homem (BEIRÃO e MEINERT, 1999).

A produção de peixes quer seja obtida por captura ou através de cultivos, no ano de 2003 (FAO, 2005) é apresentada na Tabela 1. No Brasil atualmente, está surgindo uma nova demanda de pescado, provocada pelo desenvolvimento da aquicultura e entre as espécies mais cultivadas está a tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus* L.), que, em virtude de suas características zootécnicas e vem despertando grande interesse dos criadores e processadores (MARCHI, 1997).

TABELA 1 – Produção de peixes, por captura e cultivo, no mundo e no Brasil.

PRODUÇÃO	MUNDO	BRASIL
	(t)	(t)
Produção de peixes - captura	76.438.951	756.398
Produção de peixes - cultivo	27.038.040	166.951
Produção de tilápias e outros ciclídeos - captura	692.387	8.237
Produção de tilápias e outros ciclídeos - cultivo	1.667.751	62.558

Fonte: FAO (2005).

O cultivo de peixes, mais especificamente de tilápia, se desenvolveu de forma bastante significativa no Brasil, com incremento de produção da ordem de 145,4% no período de 1996 (15,7 mil toneladas) a 2001 (38,5 mil toneladas), equivalente a média anual de 20,2%. E em 2001, o Brasil respondeu por 64,2% da produção total na América do Sul e 18,4% da produção mundial (FAO, 2005). A tilapicultura desenvolveu-se mais na região sul, apesar das condições climáticas dessa região não serem as mais apropriadas para a criação, chegando a 75% da produção nacional em 1998 (BRASIL, 2002).

A prática da aquicultura como atividade economicamente emergente, apesar da sua origem milenar, está, atualmente, centrada no conceito de sustentabilidade, o que resulta na exigência de se ter um produto de boa qualidade e safra suficiente para atender às necessidades do mercado, compatível com o poder aquisitivo do consumidor. Isto implica agregar novas dimensões à racionalidade e às práticas do setor (PÁDUA, 2000; ASSAD e BURSZTYN, 2000).

A aquicultura mundial está crescendo mais rapidamente do que qualquer outro setor de atividade primária, e este crescimento estão fundamentados na percepção de que o ambiente aquático é o último sistema de produção sub-

utilizado. A aquicultura, entre outros fatores, tem sido estimulada pelo aumento crescente da população e conseqüentemente, demanda por alimentos (BORGHETTI et al., 2003) e pela capacidade de ofertar alimento saudável e rico em nutrientes (MAIA JR, 2003).

Assad (2004) citou que o desempenho da aquicultura, que vem ganhando força, aumentando a produção e superando entraves para que o pescado produzido possa, cada vez mais, chegar à mesa dos consumidores. Com o aumento da disponibilidade de produtos de qualidade e adaptados aos dias atuais, padronizados e com oferta constantes, aumentem os espaços nas gôndolas destinados aos produtos de pescados e os preços sofram uma redução, tornando este produto mais acessível e compatível com a nossa realidade e com os preços das demais carnes consumidas no Brasil.

Apesar da crescente produção de peixes, no Brasil ainda é registrado um dos menores índices de consumo de pescado per capita em todo o mundo. (PEREIRA, 2000). Na mais recente avaliação do consumo feita por técnicos do Instituto de Economia Agrícola de São Paulo ficou demonstrado um consumo de apenas 8,675 kg/per capita/ano, bem inferior aos índices observados no Japão de 86 kg/ano, de 80 kg/ano na Irlanda, de 52 kg/ano na Inglaterra, de 35 kg/ano na Espanha, de 29 kg/ano em Portugal e de 24 kg/ano na França (OETTERER, 2005).

O consumo de pescado no Brasil apresenta ainda uma grande variação por região, sendo no Norte, especificamente no Estado do Amazonas, o consumo per capita de 54 kg/ano, enquanto no Rio de Janeiro é de 16 kg/per capita/ano. Estes dados, porém, refere-se a importantes capitais de Estado, onde a renda per capita é tradicionalmente maior que nas cidades interioranas, com exceção das regiões litorâneas densamente habitadas (EMBRAPA, 2005).

O baixo consumo registrado em 1994, segundo Gomes et al. (1994), foi devido à distribuição e comercialização inadequadas, suprimento irregular e preços elevados. Para Oetterer (2002), o desafio ainda é vencer o baixo consumo

e o estigma de que o brasileiro não come peixe porque é “raro e caro”, além da necessidade de superar os desacertos ocorridos no passado com o pescado marinho comercializado “in natura”.

Hoje já existe uma mudança no hábito alimentar, com necessidade maior para os produtos de conveniência, fáceis de preparar, higienicamente corretos e ainda oferecendo vantagem do ponto de vista nutricional, motivada pelo novo estilo de vida (OETTERER, 2000). Neste contexto, o desafio é agregar valor ao peixe e inovar com ofertas de produtos que estimulem mais o consumo (PARMIGIANI; TORRES, 2005).

Agregar valor aos produtos oriundos da aquicultura através do beneficiamento e processamento é uma prática recente no Brasil. Iniciou-se com a filetagem de tilápia no estado do Paraná, no início da década de 90, para ser comercializada na forma refrigerada, sendo hoje esta atividade utilizada em pelo menos uma dezena de empresas, basicamente com elaboração de produtos refrigerados, congelados e defumados (MACEDO-VIEGAS, 2000).

A carne do pescado oferece grandes possibilidades para a diversificação de produtos na indústria pesqueira, segundo Moraes e Martins (1981) utilizando-se tecnologia adequada pode-se controlar e modificar as características de sabor, aroma, textura, forma em aparência geral dos produtos. Entretanto, a carne de pescado tem tido pouca utilização na indústria de produtos alimentícios, principalmente devido à falta de conhecimento sobre o processamento adequado das matérias-primas em escala comercial.

Segundo Madrid (2000), a tilápia, o camarão marinho e o mexilhão foram eleitos pelo Departamento de Pesca e Aquicultura (DPA) do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, como as cadeias produtivas prioritárias na aquicultura, o que torna fundamental para o seu sucesso a geração de conhecimentos da caracterização tecnológica, vida de prateleira, pós-colheita,

alternativas de processos e produtos, aproveitamento/tratamento de resíduos, distribuição e estocagem.

A criação da Secretaria Especial da Aqüicultura e Pesca em 2003 no Brasil, representou uma mudança positiva de paradigma, aumentando a expectativa dos que trabalham com a pesca de forma direta ou indireta, em relação ao aumento de produtividade do setor pesqueiro. Muitas metas foram traçadas para aumentar a produção em 50%, tais como, incentivar o consumo, modernizar a cadeia produtiva e contribuir para o programa “Fome Zero” (RIBEIRO, 2003).

Diante deste cenário que ora se vislumbra, refletido nos números da Associação Brasileira das Indústrias Processadoras de Tilápias (AB-Tilápia), no qual em 2002 o país exportou 6.482 kg desse pescado e em 2003, até novembro, as exportações atingiram 62.885 kg, justificam o entusiasmo do setor (ANUALPEC, 2004).

2. BENEFICIAMENTO DA TILÁPIA (*Oreochromis niloticus* L.)

As tilápias constituem um gênero de peixes da ordem dos Perciformes, família Cichlidae. De acordo com Hayashi (1995), as diversas espécies de tilápias são de origem africana e da Ásia Menor e estão, atualmente, distribuídas nas áreas tropicais, onde, sua reprodução e seu desenvolvimento são melhores em virtude da temperatura da água.

No Ocidente, no início da década de 1950, de acordo com as previsões feitas em 2001 pelo Departamento de Pesca e Aqüicultura – DPA do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, caso sejam mantidas as taxas atuais de crescimento da aqüicultura – superiores a 15% ao ano - é possível que o Brasil, em poucos anos, alcance uma produção superior a 300.000 t/ano. (CHIMITS, 1995).

Há divergências sobre quando teria sido introduzida a tilápia no Brasil. Gurgel (1998) relataram que foi em 1952, enquanto Braga et al. (1970) citaram

que foi em 1957 que a tilápia do Congo foi trazida para o Nordeste brasileiro, através do DNOCS. Constitui-se, atualmente em um dos peixes mais promissores para a aquicultura, principalmente em algumas regiões do País, por apresentar elevada tolerância às variações das condições ambientais.

A tilápia é um peixe de escamas, facilmente reconhecido pelas listras verticais na nadadeira caudal, apresentando coloração cinza-azulada, corpo curto e alto e cabeça e cauda pequenas. Adapta-se bem ao sistema de cultivo intensivo de produção, já que consome variados tipos de ração (farelada, pelitizada e extrusada) e sua exigência protéica não é elevada, ficando em torno de 22,5% de proteína bruta, o que torna o custo de produção competitivo em relação a outras espécies de água doce (RIBEIRO, 2003)

Sendo a segunda espécie mais importante na aquicultura a tilápia passou a ser a terceira espécie mais importante cultivada nos Estados Unidos, atrás apenas do camarão marinho e do salmão; a tendência é que estes valores continuem a apresentar grandes taxas de expansão (ALCESTE e JORY, 1998). De acordo com Kubitz (2000), o Brasil deverá tornar-se o maior produtor mundial de tilápia cultivada, porém para conquistar o mercado internacional será preciso que a atividade apresente preço e qualidade competitivos quando comparados aos oferecidos pelos países asiáticos e latino-americanos, tradicionais exportadores de tilápias.

Marchi (1997) relatou que a região oeste do Estado do Paraná possui cerca de 22 unidades de processamento de pequeno e médio porte e algumas artesanais, destinadas à produção de filés. A capacidade de abate/dia dessas unidades é da ordem de 25 toneladas, totalizando 6.120 toneladas/ano.

Hayashi (1995) apontou várias características zootécnicas e de processamento que despertam grande interesse comercial pela espécie, como precocidade, rendimento, dependendo da tecnologia de cultivo e de processamento utilizados, de 30 a 40% sob a forma de filés, além da facilidade

apresentada pela disposição das espinhas, que é quase ausente na região intramuscular.

A Região Nordeste do Brasil possui boa estrutura para o beneficiamento de pescado, que, no entanto, é sub-utilizada uma vez que somente o de origem marinha é processado, visando principalmente o mercado externo, quando poderiam também ser utilizada para o processamento de pescado de água doce, como a tilápia, o que alavancaria a cadeia produtiva (MAIA JR, 2003).

3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E VALOR NUTRITIVO

As características da carne de pescado podem variar segundo as estações do ano, as condições de desova, idade, local de captura e o regime alimentar, que influenciam especialmente no teor de lipídeos e no sabor final dos peixes (ANDRADE, 1975).

O conhecimento da composição química do pescado “in natura” é importante, não somente sob o ponto de vista nutricional, como também no aspecto tecnológico, como indicativo para o manejo adequado, para um melhor aproveitamento destas espécies (MAIA JR et al., 2000).

De acordo com Gurgel e Freitas (1973), o teor de proteína bruta em peixes de água doce varia de 12,0 a 28,0%, tendo como principal constituinte a umidade (66,0 a 84,0%), os lipídeos (0,1 a 22,0%) e as substâncias minerais (0,8 a 2,9%). Os valores de proteínas do peixe podem variar com a espécie de pescado e o tipo de músculo. Na Tabela 2 é apresentada a composição centesimal da tilápia nilótica, em função de constituintes do músculo do peixe, relatado por diversos autores.

A umidade é um dos componentes do peixe que apresenta maiores variações e pode compreender de 53 a 80% do total. De uma maneira geral, admite-se que há nos peixes correlação inversa entre o conteúdo de umidade e o de lipídeos totais (ORDÓÑEZ et al., 2005).

TABELA 2 - Composição química centesimal do músculo da tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus* L.) determinada por diversos autores.

UMIDADE	PROTEÍNA	LIPÍDEOS	CINZA	REFERÊNCIA
(%)	(%)	(%)	(%)	
75,2	18,19	3,4	2,2	Gurgel e Freitas (1973)
74,3	17,5	5,4	0,7	Freitas et al. (1983)
81,0	15,1	2,5	0,80	Finne (1980)
74,32	17,52	5,41	0,73	Nunes (1989)
77,52	18,60	2,21	1,07	Netto (1984)
80,93	17,10	0,94	1,03	Costa (1987)
76,0-80,0	16-19	2,0-2,3	1,12-1,49	Ferreira (1987)
77,0	19,0	2,0	1,9	Akade (1989)
76,5	20,0	2,0	1,20	Contreras-Gusman (1994)
79,0	18,40	1,90	1,08	Marchi (1997)
78,5-78,8	18,6-21,4	0,9-1,5	1,1-1,3	Maia Jr (2003)
80,43	16,87	1,53	0,93	Biato (2005)
78,00-79,99	17,51-18,55	1,41-1,79	1,09-1,10	Souza et al. (2005)

A carne de pescado, de uma maneira geral, apresenta uma certa semelhança com carnes bovina, suína e de aves, quanto ao teor de proteínas, variando de 15,0 a 22,0%. No entanto, como relatado por Contreras-Gusman (1994), as proteínas de peixe apresentam digestibilidade acima das demais carnes (em torno de 90,0 a 98,0%) e Ordóñez et al. (2005) comentaram que devido ao conteúdo em aminoácidos essenciais, o valor nutritivo das proteínas do pescado é muito alto.

Existe certa diversidade quanto ao rendimento de filé para tilápia do Nilo na literatura consultada, relacionado ao peso bruto do peixe. Clement e Lovell (1994), citaram rendimentos da ordem de 33 e 37,3% para a classe de 250-300g. Macedo-Viegas et al. (1997), informou ter encontrado rendimento de 30 a 35%,

conforme o tipo de corte para a mesma espécie. Na região sul do Brasil, Souza e Maranhão (1998) relataram rendimento do filé em função do tamanho dos peixes, observando melhor rendimento (37,3%) para a faixa de peso de 250-300g. Maia Jr. (2003) encontrou rendimento médio em torno de 28%, equivalente ao calculado por Ribeiro et al. (1998), para exemplares da mesma espécie e mesma faixa de peso. Makrakis et al. (2000), relataram que tilápias cultivadas em gaiola apresentaram um desenvolvimento em carcaça de 471,4 g e rendimento em filé de 35,8 a 37,2%.

4. EMULSÃO DE PESCADO

A indústria brasileira de carne vem se expandindo, com finalidades diversas, de acordo com as características regionais, tendo como objetivo atender carências locais, satisfazer preferências, comercializar recortes e aparas de desossa ou ainda possibilitar a mistura com matérias-primas não cárneas, de menores custos, como forma de reduzir os preços de comercialização e, conseqüentemente, atingir consumidores com rendas mais modestas. Frosi (1996), ao referir-se às tendências no processamento de carnes, relatou que o parque industrial brasileiro modernizou-se, adquirindo equipamentos de alta qualidade e sofisticação. E este avanço se manifesta na linha de produção de salsicha, hambúrguer e outros embutidos, que permitem grande redução nos custos industriais.

A maioria dos produtos cujo processamento envolve cominuição (redução a fragmentos) costuma ser denominada “sausage” em inglês (do latim *salsus* = salgado) ou embutidos, em português. Os embutidos são feitos de carne cominuída, condimentada, curada ou não, embutida em tripas ou formas, cozidos e defumados ou não. Dependendo do grau de cominuição, os embutidos são caracterizados como de cominuição grosseira, como as linguiças e os salames, ou fina, quando se forma uma massa viscosa com características de emulsão, como nas salsichas, mortadelas e fiambres (FELÍCIO, 1987). Entende-se por Mortadela, “o produto cárneo industrializado, obtido de uma emulsão das carnes de animais

de açougue, acrescido ou não de toucinho, adicionado de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, em diferentes formas e submetido ao tratamento térmico adequado” (BRASIL, 2000).

As emulsões cárneas, ou massa (“batter”), são formadas pela cominuição da carne juntamente com o sal e outros ingredientes, que estão dispersos em uma emulsão tipo óleo em água, onde a matriz protéica, localizada na interface óleo/água, é responsável pela estabilização da emulsão, (PRICE e SCHWEIGERT, 1976; SCHUT, 1976; RANDALL, 1979; SOFOS, 1983; BATER e MAURER, 1991; SYLVIA et al., 1994). Segundo Garcia-Cruz (2002) a qualidade e o tipo de carne influem na formulação de produtos emulsionados tipo salsicha.

Vários autores elaboraram emulsões utilizando carne de pescado, entre eles, Tanikama (1963) citado por Angel e Weinberg (1979), que produziu no Japão embutido tipo Bolonha utilizando polpa de pescado congelada para produção do surimi, a partir do qual foram produzidos a salsicha e outros produtos. Ravishankar et al. (1993) estudaram o efeito da lavagem do “minced fish” para preparar “fish sausages” em cuja composição estão o óleo de sardinha e 70% de carne de pescado; Angel e Weinberg (1979) desenvolveram, em Israel, uma emulsão utilizando a polpa da carne de carcaça de carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), em diferentes combinações com outros tipos de carne e concluíram que o processamento é viável.

O surimi, carne de peixe moída, lavada, drenada e estabilizada pela adição de crioprotetores, é utilizado como matéria-prima na preparação de tradicionais alimentos da cozinha japonesa, como o “kamaboko”, e tem sido utilizado, também, para a produção de produtos análogos de frutos do mar, como camarão, lagosta, vieira, ou os já tradicionais “kani kama” (análogos de caranguejo e siri). O surimi também pode ser moldado na forma de salsichas tipo Viena, frankfurters, bologna e presunto, que são as formas mais tradicionais do “fish sausage” utilizado no Japão (BARRETO e BEIRÃO, 1999).

A substituição da gordura animal por óleo vegetal na indústria de carne já está consolidada. Park et al., (1989) avaliaram as características de salsichas elaboradas com óleo de girassol e óleo de peixe, concluindo que a substituição de gordura animal por esses óleos apresentou pouco efeito na estabilidade da emulsão. Rutkowski et al. (1990) verificaram que as características de qualidade organoléptica de salsicha elaborada com óleo de canola não foram diferentes do produto controle, com gordura bovina, em termos de cor, sabor e textura, quando a substituição de gordura animal pela vegetal foi de 40 e 50%. Segundo os autores, esta substituição é viável e tem um impacto positivo no valor nutricional do produto final.

Óleos vegetais podem substituir a gordura suína na elaboração de fiambres de frango, obtendo-se um produto de alto valor nutricional e boa aceitação, conforme demonstrado por Bortoluzzi (1993) e Moreira (1994), que elaboraram fiambre de frango com óleo de soja e de canola, na proporção de 12,5%.

Ferreira et al. (2003) avaliaram salsicha tipo Viena elaborada com óleo de girassol em substituição de gordura animal e concluíram que se pode substituir o toucinho pelo óleo, até 75%, sem prejudicar a conservação.

No Brasil, por falta de tradição de consumo, ainda não foram estudadas as características das diversas matérias-primas para elaboração de embutidos de pescado que são fundamentais para a obtenção de um bom produto final. Segundo Ogawa e Maia (1999), as características físico-químicas são variáveis com a espécie do pescado e estas devem ser levadas em conta durante o processamento.

São poucos os trabalhos sobre desenvolvimento de novos produtos de pescado no Brasil. Sanches (1975), Koetz (1977) e Sales (1977) realizaram experimentos utilizando a polpa de sardinha (*Sardinella brasiliensis*) como substituto parcial da carne bovina de embutidos e patês; Nunes et al. (1983) e Nunes e Santana (1985) tentaram desenvolver produtos como kibe e "fishburger",

a exemplo do que é feito com a carne bovina triturada; Camelo (1996) elaborou lingüiças mistas de pescado e carne bovina; Freitas e Gurgel (1983) processaram uma “lingüiça” de músculo de tilápia (*Oreochromis niloticus*) moído e embutido em tripa.

Borderías e Mateos (1996) comentaram que o músculo de pescado picado emulsionado ao ser utilizado na fabricação de salsichas, à semelhança dos produtos tradicionalmente elaborados somente à base de carne bovina, como salsichas e hambúrguer, não apresentou influência sensorial sobre o produto.

De acordo com Liston (1977), a polpa de pescado pode ser utilizada como ingrediente básico para elaboração de uma grande variedade de produtos. Os mais simples são feitos misturando-se a polpa de peixe com ingredientes que aglutinam a carne, favorecem a cor e melhoram o aroma. Outra aplicação ainda mais promissora em sistemas alimentícios de países industrializados é a utilização do pescado como substituto parcial ou total da carne.

Com a utilização de carne de pescado mecanicamente separada (CPMS), por meio de equipamento específico, torna-se possível um melhor aproveitamento dos recursos pesqueiros e a utilização de diversas espécies de peixes de água doce, entre elas a tilápia nilótica, cuja matéria-prima pode ser utilizada para diversos fins, como a produção de embutidos. Tal fato vem de encontro ao atendimento da diversificação de produtos à base de peixe (MARCHI, 1997).

Segundo Sosa Ramírez (1985) em Cuba foram desenvolvidos embutidos à base de pescado, com o objetivo de se conseguir produtos não tradicionais para o consumo humano, com espécies cuja aceitação era insuficiente e sua disponibilidade fosse elevada, tais como o Jurel (*Trachurus trachurus*) e a tilápia (*Tilápia* spp.). O autor relatou que, considerando-se os hábitos alimentares e a pouca tradição no consumo de pescado pela população de seu país, a solução para a elaboração de produtos embutidos de pescado foi encontrada utilizando-se a experiência da indústria carniça em conseguir produtos similares.

Chang et al. (1996) estudaram as características de textura de salsichas de surimi de tilápia, variando a temperatura (70, 80 e 90⁰C) e o tempo de aquecimento (10-60min), encontrando uma força de gel e dureza de maiores no tratamento com aquecimento a 90⁰ C por 20 min e observaram que as características de textura decrescem após 36 dias de estocagem em temperatura de congelamento.

5. INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS

Carnes processadas são sistemas heterogêneos compostos de músculos propriamente dito e vários ingredientes não cárneos, incluindo polissacarídeos, sais, fosfatos, componentes aromáticos e de sabor (GARCIA-CRUZ, 2002).

Com o crescente desenvolvimento de alimentos mais sofisticados, aumenta cada vez mais a necessidade de se estudar novos ingredientes a fim de se obter um produto final com melhores características. Porém, as informações sobre ingredientes têm limitado o modo de sua produção, preço/kg e impacto que estes têm nas formulações dos produtos de um modo geral, necessitando de mais informações sobre a otimização (BRASIL, 2000).

Na indústria da carne, substâncias denominadas ligadoras, enchedoras, emulsificadoras e estabilizadoras são utilizadas com o propósito de aumentar a estabilidade da emulsão e o rendimento no processamento térmico, além de incrementar as características de corte, sabor e, principalmente, para reduzir os custos de formulação (MITTAL e USBORNE, 1985; TAKAHASHI, 1993).

Essas substâncias podem se constituir numa série de matérias-primas não cárneas, como os produtos derivados do leite, amidos e féculas e produtos de soja. Estes produtos, além de possuírem grande capacidade de absorção de água, contêm proteínas com capacidade de emulsificação, capazes de melhorar o sabor, a textura, a aparência e o valor nutritivo (ZILIO, 1984; MITTAL e USBORNE, 1985; MEANS e SCHMIDT, 1987; TAKAHASHI, 1993; PARDI et al., 1994).

Gerhardt (1980) conceituou os estabilizantes como substâncias macromoleculares que potencializam a ação dos emulsificantes e mantêm dispersas as finas partículas de gordura, modificando a estrutura e a consistência do alimento. São obtidas a partir de plantas terrestres e marinhas e de substâncias protéicas obtidas de produtos animais e vegetais. Dentre os estabilizantes vegetais não protéicos, estão incluídos: exsudados de plantas terrestres (goma arábica, traganato, goma karaya), extratos de plantas terrestres (pectina), farinha de sementes (farinha de alfarroba, goma Guar), extratos de algas marinhas (ágar, carragena, musgo irlandês), derivados da celulose e os amidos e as féculas.

Este mesmo autor (GERHARDT, 1980), ainda descreveu que os estabilizantes protéicos animais e vegetais autolisados e plasmolisados são representados por plasma sangüíneo e por extratos de leveduras, extratos de carne e de vegetais, clara de ovo de galinha, proteínas de leite (caseinato de sódio, soro dessecado e leite desnatado em pó), proteína de soja (farinha de soja, concentrado de proteína de soja e proteína de soja) e gelatina.

Segundo Mittal e Usborne (1985), uma das principais vantagens de se utilizar ingredientes não cárneos é o seu baixo custo e boa estabilidade durante o armazenamento, além de auxiliar nas propriedades funcionais da proteína, melhorando, conseqüentemente, a aparência, a palatabilidade e a textura do produto. Os melhores critérios para avaliação dos ingredientes não cárneos, provavelmente sejam os fatores ligados ao rendimento, textura, palatabilidade e custos.

Está estabelecida na legislação brasileira que a quantidade máxima de proteína texturizada de soja (PTS) que pode ser adicionada a produtos cárneos emulsionados é de 3,5% em base seca (BS) e 10,5% em base úmida (BU), sem declaração no rótulo e de 7,5% BS e 22,5% BU para a declaração obrigatória. Estes valores são calculados sobre o total da massa do produto final (BRASIL, 1980).

A grande vantagem do uso de emulsificantes é a aparência do embutido, cujos componentes se encontram homogeneamente misturados, fato fundamental para sua aceitação pelo consumidor. Um produto estável, de alto valor nutritivo, odor e sabor agradável, com um corte macio e superfície brilhante, é mais facilmente aceito no mercado, segundo Pardi et al. (1994).

5.1 A soja na indústria da carne

O custo das proteínas nobres, de origem animal, torna cada vez mais importante o desenvolvimento de tecnologias que permitam combiná-las com outras proteínas não convencionais de baixo custo, de modo a obter alimentos mais acessíveis à maioria da população, com o grau de aceitação desejado (MOREIRA, 1994).

As proteínas podem ser utilizadas como agentes emulsificantes, contribuindo na formação de emulsões óleo/água e na sua estabilização. A principal característica do agente emulsificante é possuir numa mesma molécula partes hidrofílicas e hidrofóbicas, o que permite a formação de uma camada contínua entre as duas fases, separando-as e impedindo que elas se aglomerem (SGARBIERI, 1996). Deste modo, as proteínas ficam adsorvidas na interface óleo/água e diminuem a tensão superficial entre as duas fases, permitindo a formação de emulsão com nível mais baixo de energia. A capacidade da proteína formar e estabilizar uma emulsão é crítica para várias aplicações alimentares como carnes cominuídas, maioneses e molhos para salada (KINSELLA, 1976).

As proteínas de soja entram na composição dos embutidos devido as suas importantes propriedades funcionais de reter líquidos e emulsionar e por isso, de acordo com Penna et al. (1992), são consideradas como extensoras.

Avanços na tecnologia de derivados de soja têm resultado em uma grande variedade de produtos comerciais, que podem desempenhar muitas funções nos alimentos quando comparados às proteínas de origem animal. Ainda podem ser

utilizados tanto em preparações tradicionais como em novas formulações (WAGGLE et al., 1981).

A proteína isolada de soja (PIS) é ingrediente de uso tradicional, quase obrigatório, em embutidos e outros produtos cárneos. Em emulsões cárneas uma faixa mais ampla de temperatura de emulsificação pode ser utilizada, bem como uma maior gama de cortes de carne sem prejuízo à qualidade do produto final. A PIS favorece a formação de emulsão estável, reduz a perda ao cozimento, previne a liberação de gordura, melhora a textura e sua fatiabilidade (LEMOS, 1998).

As proteínas de soja dos tipos isolada (PIS), concentrada (PCS) e texturizada (PTS), nos teores mínimos de protídios 88, 68 e 50% (base seca) respectivamente, são incorporados aos produtos cárneos com a finalidade de melhorar as características funcionais e reduzir custos do produto final. O aspecto comercial estimula o incremento da quantidade de proteínas de soja a ser adicionada (DELLA-TORRE, 2004). Na Instrução Normativa nº 4/2000 (BRASIL, 2000), encontra-se estabelecido o limite de 4% de proteínas (vegetal ou animal), que podem ser adicionadas nos produtos cárneos, como mortadelas e salsichas (exceto mortadelas Bologna e italiana e salsichas Frankfurt e Viena, que podem ter adição somente de proteínas lácteas).

Lecomte et al. (1993) estudaram as características funcionais e sensoriais da adição de farinha de soja, concentrado de proteína de soja e PIS em salsichas tipo Frankfurter, diretamente ou como uma mistura de gordura pré-emulsificada. Constataram uma redução do sabor e do aroma típico da soja (devido em parte, à presença de fosfolipídeos, que propiciam um gosto amargo), além de verificarem um aumento de retenção de água, rendimento do produto e um decréscimo das perdas durante o cozimento.

Perlin (1984) substituiu parte da carne utilizada na produção de embutidos emulsionados por caseinatos, proteínas de soja, proteínas de trigo, globulina e plasma sangüíneo. A substituição apresentou resultados satisfatórios sob o ponto

de vista econômico, sensorial e nutricional, principalmente quando foi feita por proteína de soja em até 10%.

Proteína isolada e concentrada de soja tem sido usada com sucesso para reduzir o teor de lipídeos em emulsões cárneas (KATSARAS e PEETZ, 1994; YANG et al., 1995; CHEMAKA e BABJI, 1996; PIETRASIK e DUDA, 2000) e de acordo com Moreira et al. (2002), a proteína isolada de soja melhora a textura de emulsões de pescado tipo salsicha.

Della-Torre (2001) avaliou os efeitos da adição de proteína de soja dos tipos isolados (PIS), concentrado (PCS) e texturizada (PTS), nos teores 0, 2, 4 e 6%, nas características físicas de firmeza e cor e nos atributos sensoriais de salsichão Lionês. Concluiu que a firmeza ficou reduzida com a adição de 4 e 6% de PIS e que a adição de 6% de PIS reduziu o sabor característico do salsichão. Não houve modificação da firmeza e do sabor característico dos salsichões processados com proteínas de soja dos tipos PTS e PCS.

Em produtos emulsionados como salsichas e Bologna, a PIS é usada como estabilizadora de emulsão, nos níveis de 1 a 4% em uma base pré-hidratada. A PIS é usada nos produtos que reduzem a proporção de carne na formulação, sem reduzir o conteúdo de proteína (DELLA-TORRE, 2004).

5.2 Hidrocolóides em produtos cárneos

Os hidrocolóides podem ser de origem vegetal (LBG, guar e pectina), microbiana (xantana, dextrana e gelana), extratos de algas (carragena, alginato e ágar) e de proteína animal, apresentando propriedades funcionais de adesividade, de emulsificação, estabilização, inibição da sinérese e da microencapsulação, que são úteis no desenvolvimento de novos produtos alimentícios (LURUEÑA-MARTÍNEZ et al., 2004).

As gomas ou hidrocolóides apresentam uma variedade de funções em alimentos: são agentes ligantes, estabilizantes, gelificantes, emulsificantes e espessantes. As gomas embebem grande quantidade de água, proporcionam

poucas calorias e são muito importantes por acrescentarem características de textura e sensação tátil bucal de gordura (GLISCKSMAN, 1986; ANDERSON, 1990; CARR,1993).

Na indústria de alimentos, os hidrocolóides tem sido amplamente usados como agentes modificadores da textura em diferentes tipos de produtos. No Japão, têm-se misturado proteínas de fontes alternativas, como hidrocolóides, para serem utilizadas em salsichas elaboradas com carne bovina (NAKAO e AMIMI, 1980) e em salsichas produzidas com carne de peixe (FOEGEDING e RAMSEY, 1987).

As propriedades funcionais das gomas são afetadas pelo tamanho e orientação molecular, ligações iônicas e de hidrogênio, tamanho da partícula, temperatura, concentração e outros fatores. A escolha da goma adequada a uma formulação específica depende de suas propriedades físicas e químicas e do sinergismo com outros hidrocolóides ou componentes do alimento (WARD e ANDON, 1993).

As propriedades de uma goma quando em solução podem ser freqüentemente modificadas por interações com outras gomas. Estas interações modificam sua funcionalidade, alterando a reologia, a solubilidade, as características de gelificação e a reatividade. Desta forma, a sua utilidade em produtos alimentícios é aumentada, proporcionando maior flexibilidade de escolha para o processador (IGOE, 1982).

Costeli (1993), citado por Garcia-Cruz (1989), comentou que a escolha do hidrocolóide ou mistura de hidrocolóides e a proporção a adicionar para melhorar a qualidade de um alimento ou desenvolvimento de um novo alimento, deve ser baseada não apenas nas propriedades funcionais dos hidrocolóides, mas também, nas possíveis interações com outros componentes ou ingredientes do produto e no conhecimento das características que podem afetar a funcionalidade do hidrocolóide (pH, presença de sais e de açúcar).

Muitas pesquisas têm sido desenvolvidas utilizando-se misturas de gomas. A exemplo disso, Wallingford e Lambuza (1983) estudaram a capacidade de retenção de água de diversos hidrocolóides em sistemas elaborados com água, gordura e carne de porco, observando uma diminuição da sinérese; Berry (1994) ao utilizar misturas contendo gomas e amidos modificados, verificaram que os mesmos podem propiciar maciez em “nuggets” de carne suína com baixo teor de gordura; Tsai et al. (1998) verificaram as propriedades térmicas e dos componentes em produtos formulados com carne reestruturada e submetidos a diversas temperaturas; Kerry et al. (1999) verificaram o efeito da adição da mistura nas propriedades reológicas do exsudado e na oxidação da carne suína curada.

Quando utilizados na preparação de emulsões, os hidrocolóides não são emulsificantes verdadeiros, eles atuam como estabilizantes ou protetores das emulsões. A função dos hidrocolóides é, essencialmente, aumentar a viscosidade da fase aquosa, o que diminui a tendência da fase dispersa de coalescer e conseqüentemente, a emulsão é estabilizada (GLICKSMAN, 1983).

5.2.1 Carragenas

Carragena é o nome genérico utilizado para denominar os hidrocolóides encontrados entre as fibras celulósicas de algumas algas vermelhas, pertencentes à família Rhodophyceae. São classificadas em três tipos, baseadas na capacidade de geleificação, na estrutura e no peso molecular das frações e pela importância comercial, em kappa (κ), iota (ι) e lambda (λ). São obtidas principalmente a partir das seguintes espécies: *Chondrus crispus* (musgo irlandês) que produz κ e λ carragena; *Euchema sp* que produz κ e ι e *Gigartina sp* que produz κ e λ carragena (DZIEZAK, 1991; GIESE, 1992; PENNY, 1992; RIZZOTTI, 1994; LAMKEY, 1998).

Como um ingrediente de textura para alimentos, a carragena pode ser incorporada em uma ampla linha de aplicações nas quais características como viscosidade ou formação de gel são requeridas. É amplamente empregado em

produtos cárneos emulsionados, tendo como principais propriedades aumento de volume, redução de perdas no cozimento e sinérese, além de melhorias nas propriedades de fatiamento. Evita descoloração, promove alta interação de proteínas, melhoria de textura e características sensoriais dos produtos, podendo também, ser usado para o processamento de produtos com redução de calorias, teor de sal e ausência de fosfato, sendo, por isso, considerada um ingrediente altamente funcional (PIETRASIK e DUDA, 2000).

Correa (1997) citou que os extratos de carragena têm a capacidade de formar complexos com proteínas para geleificação ou dispersão, suspensão ou floculação, estabilização ou precipitação. Formam uma variedade quase infinita de géis cristalinos ou túrbidos, rígidos ou elásticos, duros ou macios, estáveis ao calor ou termicamente reversíveis, secos ou úmidos e uma infinidade de outras propriedades funcionais que permitem numerosas aplicações nas indústrias alimentícias.

A utilização da carragena na indústria da carne está crescente, tanto nos Estados Unidos quanto no Brasil, onde os padrões de identidade dos produtos estão sendo mudados em função da utilização da carragena. Estabilizante de emulsões, melhora a capacidade de retenção de água, substitui e evita a desidratação. Estes são alguns exemplos de utilização de carragena na indústria da carne, o que viabiliza uma maior margem de lucro para a indústria e produtos mais acessíveis e de qualidade no mercado (CORREA, 1997). Além disso, o seu uso é permitido pela legislação vigente, porém no limite máximo de 0,5g/100 g, conforme descrito na Portaria nº 1004 de março de 1999 (BRASIL, 2000).

A principal propriedade da carragena é a habilidade de modificar as características reológicas do sistema, mesmo em baixas quantidades, devido a sua capacidade de formar géis ou aumentar a viscosidade da solução (LE MOS, 1998).

As carragenas, devido às suas excelentes propriedades de retenção de água, são amplamente usadas para melhorar a textura e corte de derivados de carne, cujo processo envolva aquecimento. São regularmente usadas em produtos processados a frio, sendo empregadas como liga para controle de umidade e como substituto de gordura em produtos recompostos à base de carne, ave ou peixe, tais como hambúrgueres, “nuggets” e salsichas (Brasil, 2000).

A carragena atua como emulsificante, geleificante, estabilizante, mantém partículas em suspensão, controla fluidez e confere a sensação tátil bucal de gordura. É utilizada em associação com outras gomas para a obtenção de características desejadas. Por exemplo, a adição de goma xantana e κ -carragena tornam os géis mais elásticos, macios e coesos. O emprego de mistura das formas κ e ι permite melhorar a textura do gel. Em produtos cárneos atua como ligante e estabilizante (GARCIA-CRUZ, 1989).

Lamkey (1998) relatou que as κ -carragenas conferem uma textura mais firme e a ι uma textura mais elástica. Assim, o autor recomenda ajustar a textura utilizando uma mistura das duas, de acordo com a necessidade. A carragena tipo λ por ser altamente sulfatada não forma gel, atuando apenas como espessante, sendo utilizado pela capacidade emulsificante e pelas qualidades sensoriais semelhantes às das gorduras. Absorve até 30 vezes seu peso em água.

Duxbury (1992) comentou que outra importante propriedade que distingue a carragena dos demais hidrocolóides é a capacidade de manter permanentemente em suspensão partículas insolúveis, podendo a dispersão ocorrer em temperaturas baixas.

O uso de carragena em formulações de produtos cárneos tem sido estudado por diversos autores, na verificação do seu efeito sobre a sua estabilidade. Ho et al. (1995) que verificaram a estabilidade durante estocagem a vácuo de lingüiça suína; Krahel et al. (1995) que analisaram a estabilidade oxidativa e propriedades sensoriais de lingüiças suínas pré-cozidas, com baixo teor de gordura e

Kulshrestha e Rhee (1996) que avaliaram a estabilidade durante estocagem de hambúrgueres embalados com e sem vácuo.

Fox et al. (1983) adicionaram goma xantana e carragena em salsichas enlatadas para evitar o efeito na sinérese. Alguns hidrocolóides têm sido usados também para diminuir a perda de água e evitar a migração de gordura causada pela redução da concentração de sal nas salsichas (WHITING, 1984) e também para diminuir a perda de peso nas salsichas que contenham uma baixa concentração de gordura e alta concentração de água (FOEGEDING e RAMSEY, 1987).

Trius et al. (1994a) ao verificarem o efeito da carragena e sais (KCl e NaCl) quando adicionados em mortadela tipo Bolonha e salsicha, concluíram que o uso da κ -carragena associado com NaCl e λ -carragena associado com KCl, não apresentaram diferenças significativas quanto ao tempo de cocção. Ambos os tratamentos apresentaram baixa viscosidade, maior maciez e a retenção de água foram iguais ou superiores ao controle.

Estes mesmos autores (TRIUS et al., 1994b), ao adicionarem carragena em salsichas, verificaram que ocorreu aumento da viscosidade e que a incorporação da κ ou ι -carragena diminuiu o tempo de cocção, quando em pH elevado. Já a incorporação da λ -carragena em pH elevado resultou em alta retenção de água, porém sem aumento da firmeza, sendo o uso deste aditivo não recomendado em produtos cárneos.

DeFreitas et al. (1997) observaram que a combinação da carragena e sais de fosfato com cloreto de sódio propiciaram melhor retenção de água em salchichas elaboradas com carne suína e carragena. Combinações de κ -carragena com sais (cloreto de sódio, polifosfato de sódio, nitrito de sódio, eritorbato de sódio) também foram avaliadas por He e Sebuane (1996) em salsichas tipo Frankfurt processadas com carne bovina e suína congeladas e verificaram que os produtos

apresentaram funcionalidade protéica reduzida, baixo rendimento de processo e textura macia.

Dentre as gomas que podem promover a interação das carragenas com as proteínas destacam-se o carboximetilcelulose, goma guar, goma locusta (LBG) e goma xantana. Segundo Thomas (1981), a adição de 0,01-0,02% de carragena (com base no peso total da mistura) pode fornecer maior estabilidade e melhor funcionalidade às sobremesas congeladas.

De acordo com Glicksman (1983), a κ -carragena apresenta sinergismo com a goma locusta (LBG) marcado por um aumento na força e na textura do gel (de quebradiça para elástica) e uma redução no grau de sinérese.

A carne é um sistema complexo formado de tecido muscular, conjuntivo, gordura e água; durante o processamento são numerosas as interações entre estes componentes, que são as responsáveis pelas propriedades funcionais do sistema cárneo. Nos produtos cárneos as carragenas contribuem para a formação do gel e retenção de água e a sua adição em formulações de produtos cárneos com baixo teor de gordura diminui a dureza e aumenta a suculência, interferindo na textura percebida pelos consumidores (SAMANT, 1993).

Embora as carragenas ajudem a reter água em sistemas cárneos, Bernal et al. (1987) sugeriram que este fato provavelmente ocorra através da retenção de água nos espaços intersticiais do gel protéico e não através da interação direta da carragena com a água, não se evidenciando as interações entre carragena e proteínas miofibrilares, estando os géis formados fracos, de baixa viscosidade e com pouca capacidade de retenção de água. Entretanto, neste estudo não foi medida a força do gel protéico isoladamente, dificultando a avaliação dos componentes individualmente.

Lever-Garcia (1989) indicaram, através de modelos matemáticos, que as carragenas contribuem ativamente para a formação do gel pelo aquecimento das proteínas cárneas. Sendo evidenciado que os géis formados por hidrocolóides e

proteínas apresentaram maior força e capacidade de retenção de água que os controles. Entretanto, não foram efetuadas medidas reológicas dos géis formados exclusivamente por carragena, não permitindo a avaliação da influência dos componentes individuais para a força do gel. De uma forma geral, as interações entre proteínas e polissacarídeos ácidos são de origem eletrostática, pois ocorre pouca ou nenhuma interação entre proteínas e gomas iônicas. Por outro lado, outros tipos de interações, tais como pontes de hidrogênio, ligações hidrofóbicas ou covalentes podem ser importantes na estabilização dos complexos proteína-polissacarídeos.

5.2.2 Goma locusta (LBG) ou jataí

A goma locusta (Locust Bean Gum - LBG) é um hidrocolóide obtido do endosperma dos grãos da *Ceratonia siliqua* (família Leguminosae). É um polissacarídeo neutro de alto peso molecular que contém 88% de galactomananas, 3-4% de pentosanas e 5 a 6% de proteína, além de celulose e cinzas (LURUEÑA-MARTÍNEZ et al., 2004).

De acordo com Glicksman (1986), a LBG é composto de unidades de manose e galactose unidas por ligações glicosídicas. Quimicamente, ela pode ser descrita como uma galactomanana. A viscosidade de suas soluções aquosas depende do tamanho molecular, assim, ao se adicionar goma locusta em água na concentração de 1% obtém-se uma solução com viscosidade de 100 cps.

A goma locusta, também conhecida como goma caroba é insolúvel em água fria, fornecendo máxima viscosidade após aquecimento a 95⁰C com posterior resfriamento. Isoladamente não forma gel, mas pode fazê-lo com xantana e κ -carragena. Atua como espessante, estabilizante de emulsões e inibidor de sinérese. Devido ao caráter neutro é estável em pH de 3,5 a 11 e apresenta sinergismo quando misturada com outros hidrocolóides, como a goma xantana (SANDERSON, 1981).

Podem ser usadas na elaboração de molhos, sopas, cremes, sorvetes, produtos cárneos, enlatados e queijos. O seu emprego tem sido autorizado em vários países, entre os quais: Portugal, Estados Unidos e Canadá (CÂNDIDO e CAMPOS, 1996), bem como no Brasil com um limite máximo de 0,3g/100 g (BRASIL, 2000).

Lamkey (1998) comentou que esta goma é bastante utilizada em indústria de carnes da Europa, Ásia e América Latina, no processamento de salames, mortadelas e salsichas, promovendo homogeneidade e maciez. Em presuntos, é usada com a principal função de controlar a sinérese durante a estocagem.

De acordo com Helguerra (2000), a goma de locusta atua em sinergismo com a κ -carragena, formando um forte e rígido gel, termicamente reversível. Com a goma xantana forma um gel que é útil na elaboração de formulações com baixo teor de gordura, como os pudins e glacês.

Arnaud et al. (1989) concluíram que uma pequena quantidade de LBG adicionada à κ -carragena pode conferir rigidez e umidade ao gel, que pode ser ampliada com aquecimento e adição de solução de KCl, sem alteração da umidade. A LBG pode influenciar na gelificação de outros polissacarídeos e atuar numa ampla faixa de pH com carragena e KCl (GARCIA-CRUZ, 1989).

A goma locusta atua como ligante e estabilizante em carnes processadas, salame e salsicha e tem efeito lubrificante na matriz, facilitando as operações de extrusão e adição de recheio. Proporciona a obtenção de um produto mais homogêneo, com melhor textura, além de diminuir a perda de peso durante o armazenamento (GLICKSMAN, 1986). Tem sido utilizada para estabilizar creme batido, maionese, ketchup de tomate, bem como molhos para saladas (MEER, 1977) e quando misturada com outros hidrocolóides apresenta sinergismo, dependendo das proporções e concentrações usadas (LURUEÑA-MARTÍNEZ et al., 2004).

5.2.3 Xantana

É um polissacarídeo de alto peso molecular, obtido através da fermentação microbiana (*Xanthomonas campestris*), produz alta viscosidade em baixas concentrações. O seu uso primário é como agente promotor da suspensão dos ingredientes e pode ser utilizado em combinação com outros hidrocolóides (LAMKEY, 1998).

A goma xantana é o único polissacarídeo microbiano permitido em alimentos, uma vez que foi testada extensivamente com respeito a sua segurança. É usada como espessante e estabilizante e de acordo com a Portaria nº 1004 de março de 1999, o limite máximo por 100 g é de 0,3 g (BRASIL, 2000). Segundo Helguerra (2000) a goma xantana é um excelente estabilizador de emulsões e agente estabilizador de volume, é compatível com a maioria dos espessantes comercialmente disponíveis, sendo o sinergismo maior com a goma locusta. À concentração de 0,2% forma géis termicamente reversíveis.

O valor calórico (0,5 kcal/g) é muito baixo, uma vez que a digestibilidade é de 15%. A goma xantana é facilmente solúvel em água quente ou fria, produzindo alta viscosidade, porém não solúvel na maioria dos solventes orgânicos. É estável em temperaturas de 0 a 100°C (inclusive em microondas) na faixa de pH de 1 a 13. É estável também a ciclos de gelo-degelo, sem a ocorrência de sinérese, bem como ao cisalhamento prolongado (SANDERSON, 1981).

Garcia-Cruz et al. (1996) avaliaram as características físico-químicas e sensoriais de salsichas fabricadas com goma guar e goma xantana, em substituição ao amido de mandioca, comumente usada para a elaboração de salsichas no Brasil. Não foi encontrada diferença significativa quanto à preferência e estabilidade da emulsão. Entretanto, as salsichas preparadas com goma xantana retiveram maior quantidade de gordura, proporcionando um produto de melhor aparência.

Figueiredo et al (2002) verificaram o efeito da combinação de goma xantana e do concentrado protéico de soro de leite sobre as propriedades físicas e composição química da salsicha tipo Viena, resultando em produto aceitável quando comparado com o padrão.

Em meio ácido a goma xantana pode reagir com proteínas provocando precipitação e/ou floculação. A reatividade goma xantana-proteína em sistemas ácidos pode ser controlada por carboximetilcelulose e a adição desta produz as propriedades funcionais desejadas (GARCIA-CRUZ et al., 1996).

5.3 Propriedades funcionais de proteínas

A moderna indústria de alimentos requer uma gama de ingredientes que, uma vez adicionados a um sistema alimentar, conferem-lhe propriedades funcionais, nutricionais e organolépticas. Entre esses ingredientes, alguns são fontes muito ricas de proteínas, outros se fundamentam em propriedades específicas (emulsificantes, formação de géis e espuma) que podem fornecer diversas proteínas e que permitem o desenvolvimento de novos produtos.

Propriedades funcionais das proteínas são definidas por Panyam e Kilara (1996) como as propriedades físico-químicas que governam seu desempenho e comportamento em um sistema de alimentos durante a preparação, processamento, armazenamento e consumo, sendo influenciados pela natureza das interações das proteínas entre si, com outros componentes e com a água no sistema de alimentos. Os autores citaram que diversos fatores podem afetar estas propriedades, como os fatores intrínsecos (composição da proteína, mistura de proteínas, rigidez e flexibilidade, hidrofobicidade ou hidrofiliabilidade, tensão superficial, concentração de proteína e ponto isoelétrico da proteína), os fatores extrínsecos (temperatura, pH, estado de oxidação ou redução, sais, íons, água, carboidratos, lipídeos, gomas, surfactantes e taninos), as condições de estocagem e as modificações físicas, químicas e enzimáticas.

A avaliação das propriedades funcionais das proteínas é necessária e ajuda os produtores de alimentos a selecionar a proteína certa para uma dada aplicação e definir como a proteína ou derivado pode substituir outras proteínas nas formulações de alimentos (QUAGLIA e ORBAN, 1990).

Conforme relatado por Chefel et al. (1989), as proteínas normalmente utilizadas como ingredientes alimentícios podem ter as suas propriedades estruturais e funcionais alteradas, devido a diferentes tratamentos físicos e químicos a que são submetidas. Estas propriedades podem ser intencionalmente melhoradas ou outras serem incorporadas e até mesmo modificadas quando adicionadas ao alimento.

Foi citado por Phillips et al. (1994), que o uso de proteínas como ingredientes funcionais versáteis em alimentos geralmente está baseado em observações empíricas e na comparação da função bioquímica da proteína. Existe limitada informação sobre a relação entre a estrutura e as propriedades funcionais de ingredientes.

Segundo Chung e Lee (1991), uma variedade de produtos tem sido desenvolvida por meio de modificações funcionais e texturais, devendo-se ressaltar que, para o sucesso dessas formulações, é importante o entendimento dos efeitos funcionais dos ingredientes no produto final. Para o processamento dos produtos cárneos, as principais propriedades funcionais da carne são a solubilidade, a capacidade de formar géis, reter água e de emulsificação (RICHARDSON e JONES, 1987).

De acordo com Lemos (1998), a capacidade de emulsificação e de retenção de água natural ou adicionada, são algumas das mais importantes propriedades funcionais. Os processos físico-químicos que ocorrem influenciam a textura, a integridade, a estabilidade física, o rendimento de cocção, a aparência e conseqüentemente, as características sensoriais do produto e a sua aceitação pelo consumidor.

Segundo Jiménez-Colmenero (1996), a textura é um atributo sensorial importante que depende da matriz protéica formada. O tipo de matriz protéica formada varia de acordo com numerosos fatores, sendo o principal deles o fato de estar ligado ao teor de gordura (tipo e quantidade) e aqueles que dependem da proteína. Os efeitos das proteínas por sua vez são influenciados por outros fatores que afetam sua funcionalidade (concentração, pH, força iônica do meio, temperatura de aquecimento, entre outras). Outras propriedades, tais como aquelas relacionadas com o comportamento dos produtos durante o aquecimento, são extremamente importantes, porque estas podem afetar aspectos econômicos (perdas), como também podem alterar a composição dos produtos finais, acarretando alterações na cor, na textura e nas propriedades ligantes, as quais podem afetar a estabilidade dos produtos.

Este mesmo autor (JIMÉNEZ-COLMENERO, 1996) afirmou, ainda, que os novos produtos não devem só possuir qualidades sensoriais aceitáveis, como também uma performance equivalente a aqueles que são comercializados. Porém, atingir este objetivo nem sempre é simples, porque a modificação na composição e a natureza dos produtos reformulados podem causar alterações que podem se tornar aparentes durante o armazenamento.

A formação de gel das proteínas musculares é uma das propriedades funcionais mais importantes por afetarem a textura dos produtos cárneos processados. Esta propriedade é induzida pelo calor e pelas interações proteína-proteína, formando uma estrutura tridimensional. Vários fatores podem influenciar o processo de formação de gel, entre eles podemos citar o tipo de músculo, estado de rigor, força iônica, o pH, a quantidade de tecido conectivo, tipo de corte, concentração de proteína e condições de aquecimento (DAUM-THUNBERG et al., 1992; BARBUT e MITTAL, 1993).

Para Ogawa e Maia (1999), a desnaturação térmica da miosina e actomiosina ocasionam alterações em algumas de suas propriedades como viscosidade, solubilidade, sedimentação e turbidez e ainda provoca a coagulação.

Acima de 100⁰C, ocorre grande mudança estrutural na proteína miofibrilar, principalmente na cadeia longa de miosina.

Apesar de existir uma pequena diferença na composição de aminoácidos, a miosina de tilápia é semelhante à de coelho e galinha. A miosina de espécies como tilápia e atum, parece ser tão estável quanto a de animais terrestres, mas de um modo geral a miosina de peixe é sensível à desnaturação (congelamento), coagulação, ou alterações químicas que comprometem as propriedades físicas dos tecidos musculares. As proteínas miofibrilares são intermediárias em solubilidade, mas afetam as propriedades culinárias do peixe devido à sua alta capacidade emulsificante e de retenção de água (VENUGOPAL e SHAHIDI, 1996).

O aumento no teor de proteína e da sua extratibilidade geralmente conduz ao aumento do número de locais na cadeia polipeptídica capazes de interagir durante o aquecimento, possibilitando a formação de uma matriz protéica mais estável, a qual permita uma maior retenção de água e gordura (CARBALLO et al. 1995).

Em pesquisas realizadas por Camou et. al, (1989), verificou-se que o uso de várias concentrações protéicas e menores taxas de aquecimento, resultaram em maior resistência do gel e menores perdas protéicas. O aumento da taxa de aquecimento resulta num aumento do teor de proteína no líquido exudado após compressão, o que parece indicar que as taxas de aquecimento desempenham um importante papel na interação seletiva entre proteínas específicas durante a formação do gel; a textura e a firmeza dos produtos cárneos processados podem ser afetadas por taxas de aquecimento. O rendimento máximo e as propriedades funcionais dos produtos podem ser atribuídos a mecanismos de geleificação.

Geralmente, aceita-se que a funcionalidade de proteínas processadas em sistemas isolados são controladas pelos mesmos fatores, tais como, temperatura e pH, condições iônicas e características da própria proteína. As propriedades de emulsificação e formação de gel de proteínas miofibrilares isoladas explicam a

maioria, se não todas, as situações de estabilidade relevantes de carnes emulsionadas cruas e cozidas (LEMOS, 1998).

6. METODOLOGIA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA

A metodologia de superfície de resposta (MSR) é uma técnica de otimização baseada no emprego de planejamentos fatoriais, utilizada na análise de processos onde certos fatores (variáveis independentes) influenciam o resultado final (resposta variável dependente). Estes parâmetros (fatores e respostas) determinam e/ou refletem o comportamento do processo.

A MSR permite definir níveis ótimos de ingredientes de formulações sem que seja necessário testar todas as combinações possíveis, ou seja, com um número mínimo de tratamentos experimentais. A MSR tem como finalidade identificar uma relação estatística entre níveis de variáveis exploratórias e a resposta. As variáveis não são modificadas individualmente, mas simultaneamente. Com a superfície de resposta é possível descrever como as variáveis afetam a resposta, determinando inter-relações entre elas e descrevendo o efeito combinado de todas as variáveis na resposta (GIOVANI, 1983).

Modelos gerados pela MSR podem ser úteis na estimativa da resposta sensorial, sobretudo na otimização da resposta do consumidor, permitindo que se encontre a combinação de fatores dentro da faixa estudada que gere a maior aceitação possível do consumidor. A MSR tem sido bastante utilizada pela indústria de alimentos em estudos de otimização de produtos (MOSKOWITZ, 1997).

O experimento de mistura foi definido por Cornell (1990) como a medida da resposta dependente das proporções dos ingredientes presentes e não da quantidade total da mistura, o que significa dizer que a resposta é função da composição da mistura. A técnica de mistura pode ser usada com grande vantagem para resolução de problema na formulação de alimentos.

Morales-Ulloa (1999), utilizou um planejamento fatorial para estudar os efeitos da substituição da gordura por proteínas derivadas do soro de leite e amido modificado em emulsões de carne bovina. Essa mesma autora, também utilizou um planejamento experimental de misturas para elaborar emulsões de carne bovina com baixo teor de gordura.

Cavenaghi (1999) utilizou a MSR na previsão de diferentes parâmetros tecnológicos de fabricação de salame tipo italiano usando culturas starter. Sendo possível otimizar o uso de associações de culturas starter a partir dos contornos resultantes dos acoplamentos dos modelos matemáticos ajustados segundo as propriedades físico-químicas (umidade, pH e atividade água) e propriedades sensoriais (cor, dureza e aceitabilidade global).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCEST, A.; JORY, D.E. Analisis de las tendencias actuales en la comercialización de tilapia en los Estados Unidos de Norteamérica y la Unión Europea. **Anais da Aqüicultura Brasil**. v. 1, p. 349-364, Recife, 2 a 6 de novembro de 1998.

ANDERSON, K. Ingredients for reduced calorie foods, In: BIRCH, G.G.; CAMPBELL-PLATT, G.; LINDLEY, M.G. (Ed.). **Foods for 90's**, London; Elsevier Applied Science, p. 149-167, 1990.

ANDRADE, M.O. Tecnologia do pescado **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 34 p. 15-27, 1975.

ANGEL, S.; WEINBERG, Z.G. Development of emulsion-based product from minced silvercarp in Israel. **Journal Food Technology**, v.14,n.4, p.405-419, 1979.

ANUALPEC 2004. **Anuário da pecuária brasileira**, São Paulo: FNP consultoria e agroinformativos, 376 p. 2004.

ARNAULD, J.P.; CHOPLIN, L.; LACROX, C. Rheological behavior of kappa-carrageenan/ locust gum mixed gels. **Journal of Texture Studies**, v. 19, p. 419-430, 1989.

ASSAD, L.T.; BURSZTYN, M. Aqüicultura Sustentável. In: Valenti, W. C. et al (ed). **Aqüicultura no Brasil; base para um desenvolvimento sustentável**. Brasília, DF [s.n.], 2000. P. 181-195.

ASSAD, L.T. Por que o peixe é tão caro? **Revista Aqüicultura e Pesca** n.4 p.32-34, out 2004

BARBUT, S.; MITTAL, G.S. Effects of pH on physical properties of white and dark turkey meat. **Poultry Science**, Chicago, v.72, n.8, p. 1557-1565, 1993.

BARRETO, P.L.M.; BEIRÃO, L.H. Influência do amido e carragena nas propriedades texturais de surimi de tilápia (*Oreochromis sp.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.2, p. 183-188, 1999.

BATER, B. ; MAURER, A.J. Effects of fat source and final cominution temperature on fat particle dispersão, emulsion stability, and textural characteristic of turkey frankfurters - 1. **Poultry Science**, Chicago, v. 70, n. 6, p. 1424-1429, 1991.

BEIRÃO, L.H.; MEINERT, E.M. Tecnologia do pescado nas regiões sul e sudeste In: OGAWA, M. e MAIA, E.L. **Manual da pesca – ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Varela, 1999. 430p.

BERNAL, V.M., SMJADA, C.H., SMITH, J.L., STANLEY, D.W. Interactions in protein/polysaccharide/calcium gels. **J. Food Science**, v.52, p. 1121-1123, 1987.

BERRY, B.W. Properties of low-fat, nonbreaded pork nuggets with added gums and modified starches. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, n. 4, p. 742-746, 1994.

BIATO, D.O. Detecção e controle do off flavor em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), por meio de depuração e defumação **Dissertação** (Mestrado - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP), Piracicaba, 2005, 120p.

BORDERÍAS, A.J.; MATEOS, M.P. Productos pesqueros reestructurados, **Alimentaria**, p. 53-62 enero-febrero, 1996.

BORGHETTI, N.R.B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R. **Aqüicultura: uma visão sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo**. Curitiba: FIEP 129p., 2003.

BORTOLUZZI, R.C. Elaboração de fiambres (emulsões) com carne de frango e óleos vegetais. **Dissertação** (Mestrado - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP), Piracicaba, 1993, 72p.

BRAGA, R. A.; CHACON, J. de O.; GRANGEIRO, B. M. F. Alimento de Tilápia melanopleura Dum., 1847, em pequenos açudes nos rios Ceará e Pacoti, Estado do Ceará, Brasil (Pisces; Cichlidae). **Boletim Técnico do DNOCS**, Fortaleza, v. 28, n. 2, p. 31-48, jul./dez., 1970.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Brasília, 1980. p.74-81.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa nº4, 31 de mar. 2000 da DAS/MAA. Aprova os regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente separada, de Mortadela, de Lingüiça e de salsicha. **Diário Oficial**, 05 ab. 2000, seção 1, p.6-10.

BRASIL. **Estatística da Pesca**. Instituto Brasileiro de Meio ambiente. Brasil: grandes regiões e unidades da federação. Brasília/DF, 17p., 2002.

CAMELO, J.A.S. Utilização de filés de tilápia do Nilo como substituto da carne bovina na produção de lingüiça **monografia** (curso de Especialização em Agroindústria Alimentícia, UFPB), 80p. 1996.

CAMOU, J.P.; SEBRANEK, J.G. ; OLSON, D.G. Effects of heating rate and protein concentration on gel strength and water loss of muscle protein gels. **Journal of Food Science**, Chicago, v.55, n.4, p.334-337, 1989.

CÂNDIDO, L.M.B.; CAMPOS, A.M. **Alimentos para fins especiais**. São Paulo: Varela, 1996, 423p.

CARR, J.M. Hydrocolloids and stabilizers. **Food Technology**, Chicago, v.47, n.10, p. 100, Oct. 1993.

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

CAVENAGHI, A.D. Uso da mistura de culturas starter na fabricação do salame tipo italiano. **Dissertação** (mestrado, Faculdade de Ciências Farmacêuticas- USP) São Paulo, 1999, 151p.

CHANG, C.C.; TSAI, J.S.; CHANG, C.M. Textural characteristics of tilapia emulsified sausage. **Food-Science-Taiwan**, v.23,n.4, p.567-574, 1996.

CHEFEL, L.J.; CUQ, J.L.; LORIENT, D. **Proteínas alimentarias; bioquímica, propriedades funcionais, valor nutricional, modificações químicas**. Zaragoza: Acribia, 346p., 1989.

CHEMPAKA, M.Y.S.; BABJI, A. S. Effect of non-meat protein, soy protein isolate and sodium caseinate, on the textural properties of chicken bologna. **International Journal of Food science and Nutrition**, v.47, n.4, p.323-329, 1996.

CHIMITS, P. Tilapia and its culture: A preliminary bibliography. **FAO Fisheries Bulletin**, Rome, v.8,n.1, p.1-33, 1995.

CHUNG, K.H; LEE, C.M. Water binding and ingredient dispersion pattern effects on surimi gel texture. **Journal Food Science**. Chicago, v.56, p.1263-1266, 1991.

CLEMENT, S; LOVELL, R.T. Comparison of culture Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v.119, p.299-310, 1994.

CONTRERAS-GUSMAN, E.S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 409 p.

CORNELL, J.A. **Experiments With mixtures: designs, models and the analyses of mixtures data**. 2.ed. New York:John Wiley & Son, 1990, 632 p.

CORRA, M.S. Utilização de carragena em produtos cárneos, São Paulo, **FI South America**, 1997.

COSTA, S.M.G.J. da Estudo da estabilidade química, microbiológica e sensorial de um filé reconstituído de tilápia. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e tecnologia de Alimentos- UFPB), João Pessoa, 1987, 150p.

DAUM-THUNBERG, D.L.; FOEDING, E.A.; BALL-JR, H.R. Rheological and water-holding properties of comminuted turkey breast and thigh: effects of pH initial. **Journal of Food Science**, Chicago, v.57, n.2, p.333-337, 1992.

DeFREITAS, Z.; SEBRANEK, J.G.; OLSON, D.G. and CARR, J.M. Freeze/thaw stability of cooked pork sausages as affected by salt, phosphate, pH, and carrageenan. **Journal Food Science**. Chicago, v.62, n. 3 p. 551-554, 1997.

DELLA TORRE, J.C.; RODAS, M.A. B.; FERRACIOLI, V.R.; BERAQUET, N.J. características físicas e sensoriais de salsichão liônes com proteínas de soja, In: 10 CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, **ANAIS**, São Pedro, SP, p.319, 2001.

DELLA TORRE, J.C.M. Proteínas de soja e colágeno: validação das metodologias de quantificação e avaliação tecnológica do uso em produtos cárneos. **Tese** (Doutorado – FEA- UNICAMP), Campinas, 2004, 277p.

DUXBURY, D.D. Emulsifiers alter fat functionalities. **Food Technology**, Chicago, v.53, n.5, p. 86-88, May 1992.

DZIEZAK, J.D. A focus on gums. **Food Technology**, v. 45, n.3, p. 115-132, 1991.

EMBRAPA. A aquicultura e a atividade pesqueira. Disponível em <http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=aquic> acesso em 20 fev 2005.

FAO. **Aquacult – PC**: fisheries information, data and statistics (FIDD), time series of production from aquaculture (quantities and values) and capture fisheries (quantities). Programa computacional. 2005.

FELÍCIO, P.E. Classificação dos produtos cárneos In: **Curso de Fundamentos de Tecnologia da Carne**, Campinas, 1987. Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia “Andre Tosello”, 1987. p.22-24.

FERREIRA, S.O. Aplicação de tecnologia a espécies de pescado de água doce visando atender a agroindústria rural, **Dissertação** (Mestrado- ESALQ- USP) Piracicaba, 1987. 122p.

FERREIRA, M.F.; SILVA, A.T.; ROBBS, P.G.; GASPAR, A.; SCHMELZER-NAGAL, W. Avaliação físico-química de salsichas tipo Viena com substituição de gordura animal por óleo de girassol. **Brasilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.6, n.1, p.1-7, jan/jun, 2003.

FIGUEIREDO, S. et al. Influência dos substitutos de gordura animal sobre a qualidade da salsicha tipo Viena. **Brasilian Journal of Food Technology**, Campinas, n.75, 2002.

- FINNE, G. Minced fish flesh from nontraditional gulf of México finfish species yield and composition. **Journal of Food Science**, v.45, n.5, p. 1327-1340, 1980.
- FOEGEDING, E.A.; RAMSEY, S.R. Rheological and water-holding properties of gelled meat batters containing iota carrageenan, kappa carrageenan or xanthan gum. **Journal Food Science**. Chicago, v.52, p. 549-553, 1987.
- FOX JR., J.B. et al. Effects of anionic gums on the textured of pickled frankfurters. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 48, p.1031-5, 1983.
- FREITAS, J.V.F.; GURGEL, J.J.S. Salsichas de Tilápia do nilo dos açudes do Nordeste Brasileiro, **Boletim Técnico DNOCS**, Fortaleza, v. 41, n.1, p. 101-126, jan./jun. 1983.
- FROSI, V. Tendências no processamento de carnes. **Resumos**. Curso de Tecnologia de Produtos Cárneos. Universidade Federal de Santa Maria. 1996. 130p.
- GARCIA-CRUZ, C.H. Contribuição ao estudo de hidrocolóides em sistemas carne-água. **Tese** (Doutorado – FEA- UNICAMP), Campinas, 1989, 107p.
- GARCIA-CRUZ, C.H.; SCAMPARINI, A.R.P.; HOFFMANN, F.L. Elaboração de salsichas utilizando goma guar e goma xantana em substituição ao amido de mandioca (*Manihot esculenta*). **Alimentação e Nutrição**, São Paulo, v. 7, p.25-35, 1996.
- GARCIA-CRUZ, C.H. Emulsões de carne: Uma visão clássica. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.16, n.102/103, p.17-24, 2002.
- GERHARDT, U. **Aditivos e ingredientes**. Zaragoza, Espanha, 1980. Tradução por Jaime E. Escobar.
- GIESE, J. Developing low-fat meat products. **Food Technology**, v.46, n.4, p.100-108, 1992.
- GIOVANI, M. Response surface methodology and product optimization. **Food Technology**, v.37, n.11, p. 41-48, 1983.
- GLICKSMAN, M. (Ed.) **Food Hydrocolloids**, vol. 2, Boca Raton: CRC Press, 1983.
- GLICKSMAN, M. Utilização de hidrocolóides marinhos na indústria de alimentos. **Alimentos & Tecnologia**, v. 6, p.43-46, 1986.
- GOMES, J.C et al. Processamento e caracterização do surimi de peixe de água doce, **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.14, n.2, p.226-237, 1994.
- GURGEL, J.J.S.; FREITAS, J.V.F. Aproveitamento final do pescado dos açudes do Nordeste brasileiro após beneficiado. **Boletim Técnico do DNOCS**, Fortaleza, v.31, n.1, p. 37-44, jan/jun. 1973.

- GURGEL, J.J. S. Potencialidade do cultivo da tilápia no Brasil. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1998, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Nordestina de Produção Animal, p. 345-352.1998.
- HAYASHI, C. Breves considerações sobre a Tilápia. In: RIBEIRO, R.P.; HAYASHI, C.; FURUYA, W.M. **Criação racional de Tilápia**. Maringa: FADEC/UEM, 1995. 23p.
- HE, Y.; SEBRANEK, J.G. Frankfurters with lean finely textured tissue as affected by ingredients. **Journal Food Science**. Chicago, v.61, n. 6 p. 1275-1280, 1996.
- HELGUERA, L.I. Gomas y almidones, un duo dinámico. **Alimentos Processados**. Marzo, p. 50-52, 2000.
- HO, C.P.; HUFFMAN, D.L.; BRADFORD, D.D.; EGBERT, W.R.; MIKEL, W.B.; JONES, W.R. Storage stability of vacuum packaged frozen pork sausage containing soy protein concentrate, carrageenan or antioxidants. **Journal Food Science**. Chicago, v.60, n. 2 p. 1275-1280, 1995.
- IGOE, R.S. Hydrocolloid interactions useful in food systems. **Food Technology**, Champaign, v. 36, n. 4, p.72-74, 1982.
- JIMENEZ-COLMENERO, F. Technologies for developing low fat meat products. Trends in **Food Science & Technology**, v. 7, p. 41-48, 1996.
- KATSARAS, K.; PEETZ, P. Soy protein. Effects on the technological and morphological properties of bologna-type sausages. **Fleischwirtschaft**. v.74, p.839-842, 1994.
- KINSELA, J.E. Functional properties of proteins in foods: A survey. Crit. Rev. in **Food Science and Nutrition**. v.4, p. 219-280. 1976.
- KERRY, J.F.; MORRISSEY, P.A.; BUCKLEY, D.J. The rheological properties of exudates from cured porcine muscle: effects of added carrageenans and whey protein concentrate/ carrageenan blends. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. V.79, p. 71-78, 1999.
- KOETZ, P.R. Elaboração de hambúrgueres mistos de polpa de pescado, carne e proteína texturizada de soja. **Tese** (Mestrado- Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP). Campinas, 1977. 65p.
- KRAHL, L.M.; RHEE, K.S.; LIN, K.W.; KEETON, J.T. Sodium lactate and sodium tripolyphosphate effects on oxidative stability and sensory properties of precooked reduced-fat pork sausage with carrageenan. **Journal of Muscle Foods**. V. 6, n.3, p. 243-256, 1995.
- KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí, SP, Ed. Degaspari, 2000. 289p.
- KULSHRESTHA, S.A.; RHEE, K.S. Precooked reduced-fat beef patties chemical and sensory quality as affected by sodium ascorbate, lactate and phosphate. **Journal Food Science**. Chicago, v.61, n. 5 p. 1052-1057, 1996.

- LAMKEY, J.W. Non-meat ingredients for meat processing. **American Meat Science Association**. v. 51, p. 48-52, 1998.
- LECOMTE, N.B.; ZAYAS, Z.F. Properties of batters and storage stability of frankfurter containing preemulsified fat stabilizes with soy proteins. **Journal of Food processing and preservation**. v.17, p. 287-304, 1993.
- LEMOS, A. L. S. C. Produtos carnes do tipo "light" In: **Seminário e Workshop Processamento de emulsionados e reestruturados**. ITAL, Campinas, 1998, 15-24, p.
- LEVER-GARCIA, C.A. Mathematical modelling of thermal gelation of miofibrillar beef proteins and their interactions with selected hydrocolloids. **Diss. Abstr. Int.** B,49, 3525, 1989.
- LISTON, J. Avanços recentes na tecnologia de pescados para melhor aproveitamento de espécies industrializadas de baixo valor comercial. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n.53, p.1-21, set/out. ,1977.
- LURUEÑA-MARTÍNEZ, M.A.; VIVAR-QUINTANA, A.M.; REVILLA, I. Effect of locust bean/xanthan gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low-fat frankfurters. **Meat Science**, v.68, p.383-389, 2004.
- MACEDO-VIEGAS, E.M.; SOUZA, M.L.R.; KRONKAS, S.N. estudo da carcaça de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em quatro categorias de peso. **Acta Scientiarum**, v.19, n.3, p.863-870, 1997.
- MACEDO-VIEGAS, E.M. A aquicultura e o processamento de pescado no Brasil. **Revista Nacional da Carne**. v. 278, ano XXIV, p.18-23, abril 2000.
- MACHADO, Z.L. **Tecnologia de recursos pesqueiros: parâmetros, processos, produtos**. Recife, Sudene, 1984, 277p.
- MADRID, R.M. Avança Brasil – Programa de desenvolvimento da aquicultura. In: **Seminário e Workshop "Tecnologia para aproveitamento integral do pescado"** ITAL , Campinas, 22 e 23 de maio de 2000.
- MAIA JR. W. M. **Características aquícolas, químicas, nutricionais e alterações pós-colheita da tilápia**. Apostila, UFPB, Campina Grande, 72 f. 2000.
- MAIA JR, W. M. Distância das variações limnológicas em sistemas de criação de peixes. **Tese** (Doutorado – Universidade Federal de Campina Grande), Campina Grande. 2003.
- MAKRAKIS, S. et al. Avaliação do rendimento de filé, pele, vísceras, cabeça, carcaça e resíduos, utilizando-se diferentes dietas balanceadas na engorda de Tilápia. In: **International Symposium on Tilapia Aquaculture**, 5, 2000, Rio de Janeiro. Proceedings.... Rio de Janeiro: Panorama da Aquicultura, p.435-439, 2000.
- MARCHI, J.F. Desenvolvimento e avaliação de produtos à base de polpa e surimi produzidos a partir de Tilápia Nilótica, *Oreochromis niloticus* L. **Tese** (Mestrado – Universidade Federal de Viçosa) Viçosa, 1997. 88p.

MEANS, W.J.; SCHMIDT, G.R. Reestructuring fresh meat without the use of salt or phosphate. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. (org.). **Advances in meat research – reestructured meat and poltry products**. New York:Van Nostrand Reinhold, v.3, 1987, 471p.

MEER, W.A. Plant Hydrocolloids. In **Food Colloids**. The avi publishing company Inc. West Port Connecticut. 1977.

MITTAL, G.S.; USBORNE, W.R. Meat emulsion extenders. **Food Technology**, Champaign, v. 39, n. 4, p.121-130, 1985.

MORAIS, C.; MARTINS, J.F.P. Considerações sobre o aproveitamento de sobras da industrialização de pescado na elaboração de produtos alimentícios. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18,n.3, p.254-281, jul/set. 1981.

MORALES-ULLOA, D.F. Substituição de gordura em sistema modelo de emulsões de carne. Efeitos nos parâmetros físicos, químicos e sensoriais. **Tese** (Doutorado – FEA- UNICAMP), Campinas, 1999, 100p.

MOREIRA, R.T. Efeito da proteína texturizada de soja na qualidade de emulsão de carne de frango, elaborada com óleos vegetais. **Dissertação** (Mestrado - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP). Piracicaba, 1994. 85p.

MOREIRA, R.T.; LEMOS, A.L.D.S.C.; CRISTIANINI, M. Effect of fat content and soy isolate protein on texture of fish emulsified type sausage 2002 **Annual Meeting** and Food Expo - Anaheim, California Disponível em (http://ift.confex.com/ift/2002/techprogram/paper_12292.htm). Acesso em 21 de jun. de 2005.

MOSKOWITZ, H.R. A commercial application of RSM for ready to eat cereal. **Food Quality and Preference**, v.8, n.3, p. 191-201, 1997.

NAKAO, Y.; AMAMI, T. Emulsifer for processed meat product. **Apud Chem. Abstr.**, v.92, 40133b, 1980.

NETTO, F.M. Modificações químicas, bioquímicas e sensoriais do híbrido de tilápia estocado em gelo, **Dissertação** (Mestrado- FEA- UNICAMP), Campinas, 1984, 125p.

NUNES, M.L. et al. Aproveitamento de cangulos do gênero *Baliu* na formulação de um produto salgado-seco. In: **Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 4, Brasília, 1983. (Resumos).

NUNES, M.L.; SANTANA, M.L.F. Desenvolvimento de um produto salgado-seco sob a forma de hambúrguer. In: **Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, In:, 8, Itabuna, 1985. (Resumos)

OETTERER, M. Agroindústrias beneficiadoras de pescado cultivado. In: **Seminário e Workshop “Tecnologia para aproveitamento integral do pescado”** ITAL, Campinas, 22 e 23 de maio de 2000.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaíba:Agropecuária. 2002, 200p.

OETTERER, M. **Tecnologia do pescado: da adoção de técnicas de beneficiamento e conservação do pescado de água doce**. Disponível em <www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/beneficiamento.pdf> Acesso em 16 de fev. de 2005.

OGAWA, M.; MAIA, E.L. **Manual da pesca – ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo:Varela, 1999. 430p.

ORDÓÑEZ, J.A. et al. **Tecnología de Alimentos – origen animal** trad. Fátima Murad. Porto alegre, Artmed, 279p., 2005.

PÁDUA, H. B. Principais variáveis físicas e químicas da água na aquicultura. In: LUCAS, F. B. (ed.), **WORKSHOP SOBRE QUALIDADE DE ÁGUA NA AQUICULTURA**, 1, Pirassununga, Anais..., Pirassununga: CEPTA,. 2000. p. 17-23.

PANYAM, D.; KILARA, A. Enhancing the functionality of food proteins by enzymatic modification. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 7, n.4, p.120-125, apr. 1996.

PARDI, M.C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne; tecnologia da carne e de subprodutos. Processamento tecnológico**. Goiânia, UFG/EDUFF, 1994. v.2, 1110p.

PARK, J. et al. Properties of low-fat frankfurters containing monounsaturated and omega-3 polyunsaturated oils. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, n. 3, p.500-504, 1989.

PARMIGIANI, P.; TORRES, R. A caminho da elite do agronegócio. **Revista Aquicultura e Pesca**, v.10, maio 2005.

PENNA, E.W.; LILIENFELD, C.; VINAGRE,J.; FUENTES, A. Utilización de extensores carneos en formulaciones de mortadela lisa. **Fleischwirtschaft**, Español, n.1,p.30-35, 1992.

PENNY, C. Emulsification smooths the way. **Food Ingredients & Processing International**, Rickmanswort, p. 13-16, Jan. 1992.

PEREIRA, A.K.C. Estudo do rendimento de carcaça de tilápia (*Oreochromis niloticus*), após a obtenção do filé e estudo do aproveitamento do espinhaço para a produção de surimi. In: **International Symposium on Tilapia Aquaculture**, 5, 2000, Rio de Janeiro. Proceedings.... Rio de Janeiro: Panorama da Aquicultura, p.440-445, 2000.

PERLIN, C. Economic efficiency of using unconventional proteins as meat substitutes. *Slonik- uvtiz, Potravinarske, Vez.* V.2, n.4, p. 301-309, 1984.

PHILLIPS, L.G.; WHITEHEAD, D.M.; KINSELLA, J. **Structure-function properties of food Proteins**. Academic Press, San Diego, California. 1994.

PIETRASIK, K.; DUDA, Z. Effect of fat content and soy protein/ carrageenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalde sausages. **Meat Science**, v.56 n.2, p. 181-188, 2000.

PRICE, J.F. e SCHWEIGERT, B.S. **Ciencia de la carne y de los productos cárnicos**, Zaragoza:Acribia, 1976. 660p.

QUAGLIA, G.B.; ORBAN, E. Influence of enzymatic hydrolysis on struture and emulsifying properties of sardine (*Sardina pilchardus*) protein hydrolysates. **Journal of Food Science**, Chigaco, v.55, n.6, p. 157-1573, 11619, nov./dec. 1990.

RANDALL, C.J. Tecnologia de embutidos. **Noticiteca**, v.51, n.9, p.3-9, 1979.

RAVISHANKAR, C.N.; SETTY, T.M.R.; SHETTY, T.S. Method for the preparation of sausages of acceptable quality from Indian oil sardine and their shelf life at different storage temperatures **Food Control**, v.3,n.3, p.144-148, 1993.

RIBEIRO, L.P.; LIMA,L.C.; TURRA, E.M.; QUEIROZ, B.M.; RIBEIRO, T.G.; MIRANDA, M.O.T. Efeito do peso e do operador sobre o rendimento de filé em tilápia vermelha *Oreochromis* sp. In: Aqüicultura Brasil'98, Recife:ABRAq, **Anais**. P.773-778, 1998.

RIBEIRO, S.C.A. O Cenário da pesca no Brasil. in: II **Curso de Tecnologias para aproveitamento integral do pescado**, CTC/ITAL, 9 a 11 de julho de 2003, p.02-19.

RICHARDSON, R.I. ; JONES, J.M. The effects of salt concentration and pH upon water-binding, water-holding and protein extractibility of turkey meat. **International Journal of Food Science and Technology**. Chicago, v. 22 n.6, p.683-92, 1987.

RIZZOTI, R. Les agents de texture. Épaississants, gélifiants, stabilisants. **Industries Alimentaires et Agricoles**, Paris, v. 111, n.9, p.563-573, sept. 1994.

RUTKOWSKI, A.; GWIAZDA, S.; KISZA, J. Substutuition of animal fat by vegetable oil in food products for hipocholesterolemic diet. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. ¾, p.77-84, jul./dez., 1990.

SALES; R.O. Estudo sobre o preparo de pasta mista de sardinha (*Sardinella brasiliensis*, steindachnen, 1978) carne bovina e farinha de soja texturizada. **Tese** (Mestrado - Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP). Campinas, 1977. 112p.

SAMANT, S.K., SINGHAL, R.S., KULKARNI, P.R., REGE, D.V. Protein-polysaccharide interactions: a new approach in food formulations. **Int. J. Food Sci. Technol.**, 28, 547-552, 1993.

SANCHES, L.R.M. Utilização da sardinha (*Sardinella aurita*) como substituto parcial da carne na elaboração de embutidos. **Tese**. (Mestrado - Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP). Campinas, 1975. 57p.

- SANDERSON, G.R. Polysaccharides in foods. **Food Technol.**, v.35, n.5, p.50-57 e 83, 1981.
- SCHUT, J. Meat emulsions. In: **Food emulsions**. New York:Marcel Dekker Inc, 1976.
- SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos**: propriedades, degradações, modificações. Varela, São Paulo, 517p, 1996.
- SOFOS, J.N. Effects of reduced salt (NaCl) levels on the stability of frankfurters. **Journal of Food Science**, v.48, n.6, p.1684-1691. 1983.
- SOSA-RAMÍREZ, M.A. Desarrollo de nuevos productos embutidos em base a pescado em cuba. In: **Informe de Pesca**, FAO, n. 340, Roma, 1985.
- SOUZA, M.L.R.; MARANHÃO, T.C.F. Influence of live weight on carcass, filet yield and by-product of fillet processing of *Oreochromis niloticus*. In: **Aquicultura Brasil '98**, 1998, Recife.
- SOUZA, M.L.R.; MACEDO-VIEGAS, E.M.M.; SOBRAL, P.J.A.; KRONKA, S. N. Efeito do peso de tilápia no nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre o rendimento e a qualidade de seus filés defumados com e sem pele, **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v.25, n.1, p. 51-59, Campinas jan./mar. 2005
- SYLVIA, S.F.; CLAUS, J.R.; MARRIOT, N.G.; EIGEL, W.N. Low-fat, high-moisture frankfurters: Effects of temperature and water during extender mixing. **Journal Food Science**. Chicago, v.59, n.5, p.937-940, 1994.
- TAKAHASHI, G. Ingredientes e suas funções na fabricação de produtos cárneos. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.17, n.199, p.14-18, set., 1993.
- THOMAS, E.L. Structure and properties of ice cream emulsions. **Food Technol.**, v.1, p.41-48, 1981.
- TRIUS, A.; SEBRANEK, J.G.; RUST, R.E.; CARR, J.M. Low-fat bologna and beaker sausage: effects of carrageenans and choride salts. **Journal of Food Science**, Chicago, v.59, n.5, p.941-945, 1994a.
- TRIUS, A.; SEBRANEK, J.G.; RUST, R.E.; CARR, J.M. Carrageenans in beaker sausage as affected by pH and sodium tripolyphosphate. **Journal of Food Science**, Chicago, v.59, n.5, p.946-951, 1994b.
- TSAI, S.J.; UNKLESBAG, N.; UNKLESBAG, K.; CLARKE, A. Textural properties of restructured beef products with five binders at four isotherme temperatures. **Journal of Food Quality**. v.21, n.5, p. 397-410, 1998.
- VENUGOPAL, V.; SHAHIDI, F. Structure and composition of fish muscle. **Food Reviews International**, v.12, n.2, p.175-197, 1996.
- ZILIO, J. Proteínas de soja na indústria de embutidos. In: **Simpósio sobre Economia, Ciência e Tecnologia de Carnes e Derivados**. São Paulo, Faculdade de Veterinária e Zootecnia/ USP, 1984.

WAGGLE, D.H.; DECKER, C.D.; KOLAR, C.W. soya products in meat, poultry and seafood. **Journal of the American Oil Chemists Society**. V.58, n. 3, p. 341-343, 1981.

WALLINGFORD, L.; LABUZA, T.P. Evaluation on the water binding properties of food hydrocolloids by physical/chemical methods and in a low fat meat emulsion. **Journal Food Science**. Chicago, v.48, p.1-5, 1983.

WARD, F.M.; ANDON, S.A. Water-soluble gums used in snack foods and cereal products. **Cereal Foods World**, St. Paul, v.38, n.10, p.748-752, Oct. 1993.

WHITING, R.C. Addition of phosphates, proteins and gums to reduced salt frankfurters batters. **Journal Food Science**. Chicago, v.49, p.1355-1357, 1984.

YANG, A.; TROUT, G.R.; SHAY, B.J. Evaluation of carrageenan, isolated soy protein and a modified starch in low-fat frankfurters. In: proceedings of the 41 st annual international congress of meat science and technology, p.435, San Antonio, Texas, USA, 20-25 August, 1995.

CAPÍTULO 2

DESENVOLVIMENTO E ACEITAÇÃO DE EMBUTIDOS EMULSIONADOS ELABORADOS COM TILÁPIA (*Oreochromis niloticus* L.)

RESUMO

Foram desenvolvidos produtos embutidos emulsionados tipo “mortadela” e tipo “salsicha”, utilizando-se a tilápia (*Oreochromis niloticus* L.), com e sem adição de gordura vegetal (GV). Os produtos submetidos à avaliação de aceitação por meio da escala hedônica de categoria verbal de sete pontos para os atributos aparência, cor, sabor, aroma e textura e o teste de intenção de compra foi realizado com uma escala de categoria mista com cinco pontos. A análise instrumental da cor foi realizada em espectrofotômetro e a textura em texturômetro. Os dados foram analisados através da análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Na aceitação do embutido emulsionado tipo “mortadela”, os consumidores não detectaram diferença entre as formulações ($P \geq 0,05$) em todos os parâmetros avaliados. Os atributos mais apreciados foram a homogeneidade, cor, aparência, condimentos, consistência, forma, aparência esperada para um produto de peixe e a cor clara, enquanto os pontos escuros dos condimentos os menos apreciados na aparência. No teste de intenção de compra 53% dos provadores indicaram uma tendência de compra para a “mortadela” com GV (provavelmente e certamente comprariam). Ao serem indagados sobre o que mais gostaram na aparência das “salsichas”, alguns degustadores citaram a cor clara (lembrando produto natural), enquanto outros reclamaram da cor esbranquiçada. No teste de intenção de compra, 45% dos consumidores foram indiferentes. Foi possível obter emulsões tipo “salsicha” e tipo “mortadela” à base de filé de tilápia sem pele com boas características sensoriais e moderado índice de aceitação, o que demonstra a viabilidade de sua produção. A adição da gordura vegetal na “mortadela” não interferiu, de forma marcante, na sua aceitação. Entre os emulsionados elaborados, o tipo “mortadela”, com gordura vegetal se apresentou como um produto de maior tendência de compra.

Palavras chaves: aceitação sensorial, tilápia, emulsionado, “salsicha”, “mortadela”, gordura vegetal.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o pescado ainda é pouco consumido, quando comparado a outras fontes protéicas de origem animal, tais como as carnes bovinas e de aves. Atribui-se o baixo consumo à falta de tradição (gostos e hábitos do consumidor), à pequena oferta do produto, bem como a falhas da indústria processadora em oferecer produtos de conveniência, de fácil preparo e diversificados. Acrescente-se, ainda, um sistema de distribuição e comercialização ineficiente e oneroso, dificultando o acesso a este tipo de alimento.

Foi relatado por Oetterer (2005), que de acordo com a avaliação realizada pelo Instituto de Economia Agrícola de São Paulo, o consumo de 8,675 kg/per capita/ano no Brasil é bem inferior ao recomendado pela FAO (de 13 kg/ano) e aos índices observados no Japão (de 86 kg/ano), na Irlanda (de 80 kg/ano), na Inglaterra (de 52 kg/ano), na Espanha (de 35 kg/ano), em Portugal (de 29 kg/ano) e na França (de 24 kg/ ano).

A rápida e recente expansão da aquicultura no Brasil nos últimos anos, a uma taxa de 15% ao ano, correspondeu, em 2001, a uma produção em torno de 210 mil t/ano. Caso sejam mantidas as taxas atuais de crescimento, é possível que o Brasil, em poucos anos, alcance uma produção superior a 300.000 t/ano. Dentre as espécies cultivadas, a tilápia já desponta como o carro-chefe desta cadeia produtiva, por reunir características zootécnicas extremamente favoráveis e qualidade de carne com aceitação no mercado (EMBRAPA, 2005).

Uma das alternativas para a diversificação é a produção de embutido emulsionado de pescado, que como qualquer forma de processamento, visa melhorar as características do produto final, tendo como principal vantagem o aproveitamento de espécies de baixo valor comercial, além da facilidade de transporte e armazenamento, tornando possível que regiões distantes dos centros produtores tenham acesso à proteína de elevado valor nutricional.

Os produtos cárneos emulsionados, tipo salsichas, salsichões e mortadelas são bastante populares. São consumidos tanto ao nível doméstico, como no mercado de alimentação rápida, representando um importante segmento das carnes industrializadas. Estima-se um consumo per capita anual de aproximadamente 2 kg de produtos emulsionados, mostrando ser parte integrante de nossa dieta e ter considerável importância em nossa economia (BERTANHO et al., 1994).

Steele et al. (1990) afirmam que o maior objetivo da cominuição de carne para processamento de emulsão é criar textura firme a partir das propriedades estabilizadas da gordura e água com a proteína. Para a obtenção de uma emulsão é importante que a relação da tríade seja observada, apesar de atualmente existir uma larga preferência para produtos com baixo teor de gordura e uma certa rejeição para a gordura de origem animal. Além disso, deve-se ter em mente que diversos fatores podem influenciar a aceitação e consumo dos alimentos, desde as características do consumidor, passando pelas características do próprio alimento, até aquelas do ambiente, onde o consumidor está inserido (OETTERER, 2000).

Pelo exposto, o objetivo desta pesquisa foi desenvolver produtos emulsionados (tipo “mortadela” e tipo “salsicha”), utilizando como matéria-prima a tilápia (*Oreochromis niloticus* L.), que possui baixo teor de gordura, com adição de gordura de origem vegetal e submetidos à avaliação da aceitação e intenção de compra e características físicas (cor e textura objetiva), para verificar a viabilidade de sua produção.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na planta piloto do Centro de Tecnologia de Carnes (CTC) do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), utilizando filé de tilápia sem pele (*Oreochromis niloticus* L.) adquirida em estabelecimento comercial de Campinas – SP. Os filés congelados foram transportados em caixas isotérmica

até o CTC, para o processamento. Inicialmente a matéria-prima foi analisada no tocante aos parâmetros físico-químicos, determinando-se umidade média de 76,8%, 21,0% de proteína e 1,4% de lipídeos.

2.1. Embutido emulsionado tipo “mortadela”

Foram realizados dois tratamentos onde foram produzidas emulsionados tipo “mortadelas” com e sem adição de gordura vegetal (GV), sendo a formulação elaborada através de planilha de cálculo, variando-se os teores de tilápia e gelo, mantendo-se constante a relação umidade/proteína de 4,5. Na emulsão com GV foi adicionada 0,23% de água, 0,75kg de GV (Sancreme Sanplast - BUNGE) e 4,25 kg de tilápia. Na formulação sem GV foi adicionada 0,2% de água e 5 kg de tilápia. Em ambos os produtos foram ainda adicionados os ingredientes de porcentagem fixa, como 2% de NaCl, 0,25% de sal de cura (DiCARNE), 0,25% de antioxidante (DiCARNE), 0,3% de polifosfato (DiCARNE), 0,2% de açúcar, 1% de condimentos (FUCHS), 3,5% de fécula de mandioca (DiCarne) e 1,5% de proteína isolada de soja – PIS (Samprosoy 90 MP - BUNGE). O processamento do embutido foi realizado conforme o Fluxograma apresentado na Figura 1.

A cocção foi escalonada iniciando-se com 10 minutos de secagem (vapor indireto) a seguir iniciou-se a cocção (vapor direto) por 50 minutos e elevando-se 10°C a cada 10 minutos até 75°C, pelo tempo suficiente para que o centro do produto atingisse 72°C.

A avaliação sensorial dos dois embutidos foi realizada através de teste de aceitação e intenção de compra, por 30 potenciais consumidores, sendo 27 mulheres e 13 homens, com idade variando entre 17 e 63 anos (recrutados entre funcionários e estagiários do ITAL), conforme especificado por Meilgaard et al. (1991) e Stone e Sidel (1993), os quais foram selecionados por consumirem embutidos cárneos e por gostarem de consumir pescado. Os testes foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do CTC do ITAL, utilizando o sistema computadorizado para análise sensorial da Compusense Inc., versão 4.2. Para avaliar a intensidade de cada atributo nas amostras, foi utilizada escala

hedônica de categoria verbal de sete pontos (7 = gostei muito a 1 = desgostei muito), para os atributos aparência, cor, sabor, aroma e textura. O teste de intenção de compra foi realizado com uma escala de categoria mista com cinco pontos, (5 = certamente compraria a 1 = certamente não compraria).

A amostra fatiada, com espessura aproximada de 1 mm, foi apresentada de forma monádica e casualizada aos consumidores, codificadas ao acaso com números de três dígitos. Os dados foram estatisticamente analisados através da análise de variância univariada e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (MENDES, 1999).

2.2 “Salsicha”

A “salsicha” foi formulada com 4,25 kg de filé de tilápia sem pele e 0,75kg de gordura vegetal (GV) (Sancreme Sanplast - BUNGE), os ingredientes e aditivos utilizados no preparo foram os seguintes: 2% NaCl, 0,25% de sal de cura (DiCARNE), 0,25% de antioxidante (DiCARNE), 0,25% de estabilizante (DiCARNE), 0,2% de açúcar, 1 % de condimentos (FUCHS) e 2% de PIS (Samprosoy 90 MP- BUNGE). Através de planilha de cálculo fez-se a correção da formulação para uma relação umidade/proteína de 5,5, sendo adicionado 2 kg de gelo. O processamento da salchicha foi realizado conforme o Fluxograma apresentado na Figura 1.

A avaliação sensorial foi realizada pelo teste de aceitação e intenção de compra por 31 potenciais consumidores, sendo 20 mulheres e 11 homens com idade variando entre 17 e 52 anos. Foram recrutados funcionários e estagiários do ITAL – Campinas, SP, os quais foram selecionados através de entrevista, baseada na frequência de consumo de pescado e consumo de embutidos cárneos.

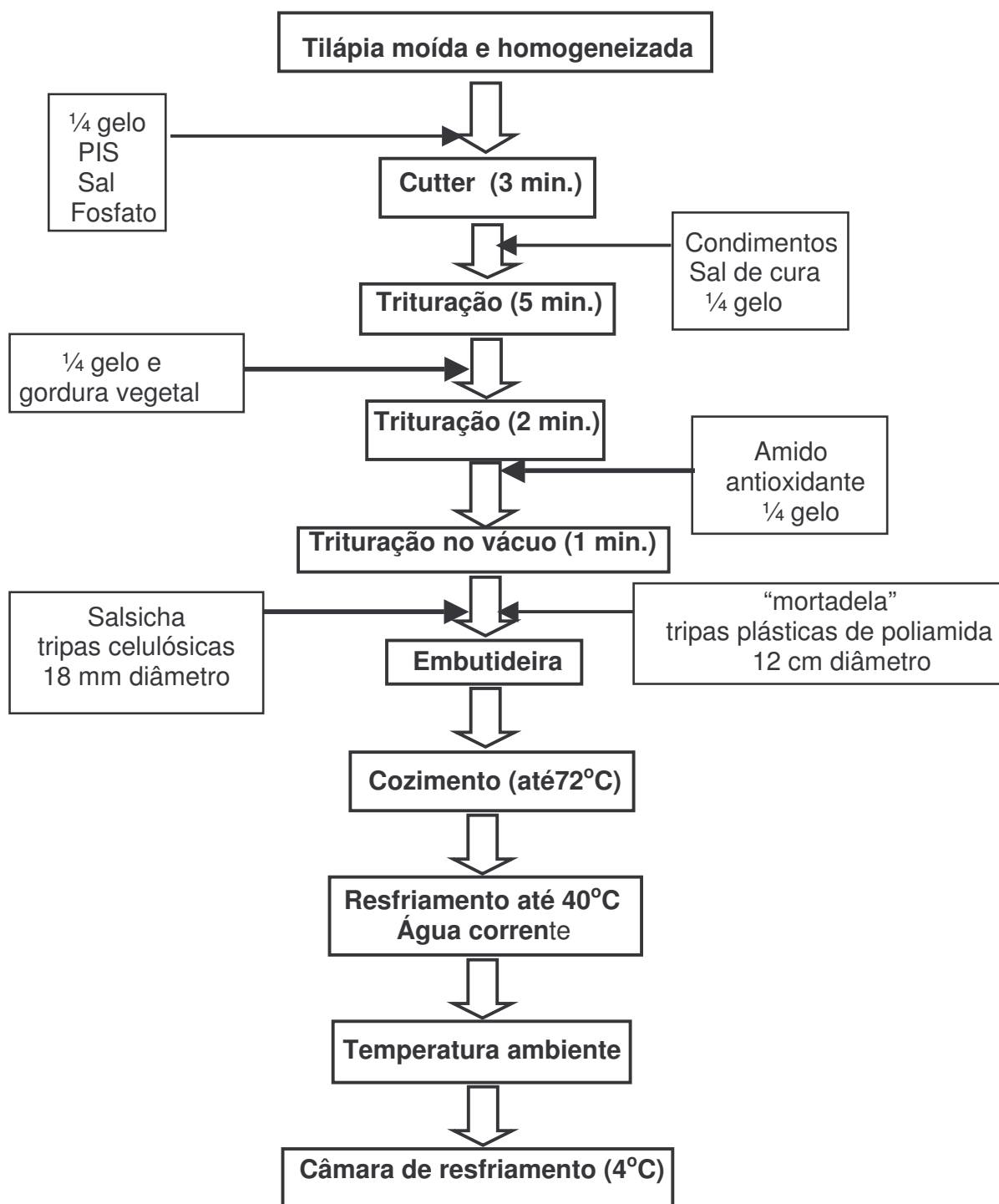


FIGURA 1 – Processamento de embutido tipo “mortadela” e tipo “salsicha”, elaborados com tilápia.

Para avaliar a intensidade de cada atributo nas amostras foi utilizada uma escala hedônica de categoria verbal de sete pontos (7=gostei muito; 1= desgostei muito), para os atributos aparência, cor, sabor, aroma e textura. Comentários sobre o que mais gostaram e o que menos gostaram para os atributos aparência e aroma foram solicitados aos consumidores. A avaliação de atitude quanto à intenção de compra foi realizado utilizando-se a escala de categoria mista com cinco pontos (5=certamente compraria a 1=certamente não compraria), de acordo com o método citado em Meilgaard et al. (1991) e Stone e Sidel (1993). Os dados foram coletados utilizando-se sistema informatizado da COMPUSENSE INC.- Canadá, CSA, versão 4.2.

As “salsichas” foram servidas aos provadores, após aquecimento por cinco minutos, em água fervente e mantida aquecidas, a aproximadamente 40°C, em estufa e servidas em recipientes plásticos descartáveis, acompanhadas de palitos de madeira, meia fatia de pão de forma e água para enxágüe bucal (AMSA, 1995).

Para a determinação da cor foi utilizado o espectrofotômetro MINOLTA (Japão) modelo CM 508-d, para leitura dos parâmetros L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho/verde) e b* (intensidade de amarelo/azul), fixadas as seguintes condições: iluminante D65, ângulo de visão 8°, ângulo padrão do observador 10°, especular incluída, conforme especificações da Comissão Internationale d'le Ecleraige (CIE, 1986). A cor interna foi determinada em cinco salchichas cortadas longitudinalmente ao meio, num total de 15 leituras.

A análise instrumental da textura foi realizada através do texturômetro TA-XT2i (Texture Technologies corp./ stable micro systems, UK), equipado com o dispositivo Warner-Bratzler (WB) com medida de força em compressão. O equipamento foi calibrado com peso padrão de 5 kg com padrão rastreável. A velocidade de descida do dispositivo foi de 200 mm/min (AMSA, 1995) e a distância da mesma à plataforma de 25 mm. As amostras foram transversalmente cortadas e analisadas com 10 repetições.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Embutido emulsionado tipo “mortadela”

Os resultados dos atributos aparência, cor, aroma, sabor e textura, da análise sensorial do embutido emulsionado tipo “mortadela” são apresentados na Tabela 1 e nas Figuras de 1 a 5. As formulações não diferiram entre si ($P \geq 0,05$) com relação à aceitação junto aos consumidores, em todos os parâmetros avaliados.

TABELA 1 - Teste de aceitação de embutido tipo “mortadela” de tilápia.

Atributos*	Formulação da “mortadela”	
	Sem gordura vegetal	Com gordura vegetal
Aparência	$4,9 \pm 1,26^{a**}$	$5,0 \pm 1,25^a$
Cor	$4,5 \pm 1,48^a$	$4,9 \pm 1,78^a$
Aroma	$5,7 \pm 1,06^a$	$5,4 \pm 1,38^a$
Sabor	$4,9 \pm 1,66^a$	$5,3 \pm 1,37^a$
Textura	$4,5 \pm 1,50^a$	$4,8 \pm 1,59^a$

*Médias obtidas de 30 repetições; escala hedônica de sete pontos desde 7= gostei muito a 1= desgostei muito;

**Médias com letras iguais entre tratamentos não diferem significativamente ($P \geq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Embora as médias para a aparência dos embutidos com e sem GV não tenham apresentado diferença significativa, pode-se notar na Figura 2 que as maiores pontuações foi obtida na amostra com GV (nota seis - gostei moderadamente e sete - gostei muito) de um número maior de degustadores (36,7%) do que a sem adição de GV (26,6%). A adição da gordura proporcionou melhor textura, sabor e cor e conseqüentemente, aparência.

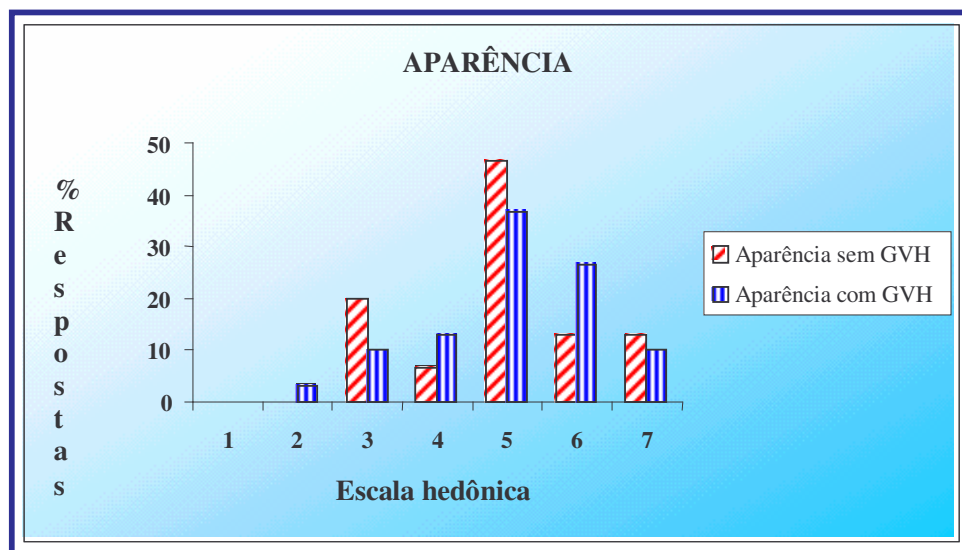


FIGURA 2 – Perfil de aceitação da aparência da “mortadela” de tilápia (escala hedônica: 1 = desgostei muito, 2 = desgostei moderadamente, 3 = desgostei ligeiramente, 4 = nem gostei/nem desgostei, 5 = gostei ligeiramente, 6 = gostei moderadamente, 7 = gostei muito).

A influência da adição de proteína texturizada de soja nas características sensoriais de um emulsionado foi estudada por Roça et al. (1994). Constataram que não houve diferença entre os atributos sensoriais de fiambres com 100% de carne de frango, avaliados por oito provadores, que atribuíram médias de 6,4 para sabor, 6,2 para aroma, 6,8 para cor e 7,1 para a aparência, em uma escala de nove pontos.

No presente estudo, quando foi indagado aos provadores o que eles mais gostaram na aparência, eles citaram a homogeneidade (13,3%), cor e aparência boa (10%), condimentos (7%) e 3% responderam que mais gostaram da consistência, forma, aparência esperada para um produto de peixe. Quando questionados sobre o que menos gostaram na aparência, 23% dos consumidores reclamaram da cor clara e 13% de pontos escuros dos condimentos (principalmente manjerona em pó), para a amostra sem GV. Em relação à amostra de embutido tipo “mortadela” com GV 30% dos provadores gostaram da cor,

enquanto o mesmo percentual de pessoas desgostou da cor clara no atributo aparência.

Apesar das médias para o atributo cor não terem apresentado diferença significativa entre as amostras, pode-se observar na Figura 3 que 43,3% dos consumidores atribuíram notas seis e sete para a emulsão com GV e 23,3% para a sem GV. Segundo Francis (1991) a cor é um dos atributos de qualidade do alimento de maior importância, podendo ser um fator determinante na rejeição ou aceitação de um produto. Provavelmente, esta foi a principal causa do moderado índice de aceitação do produto, principalmente aquele sem a gordura vegetal, que pode ser melhorada com a adição de corantes naturais permitidos pelos órgãos fiscalizadores.

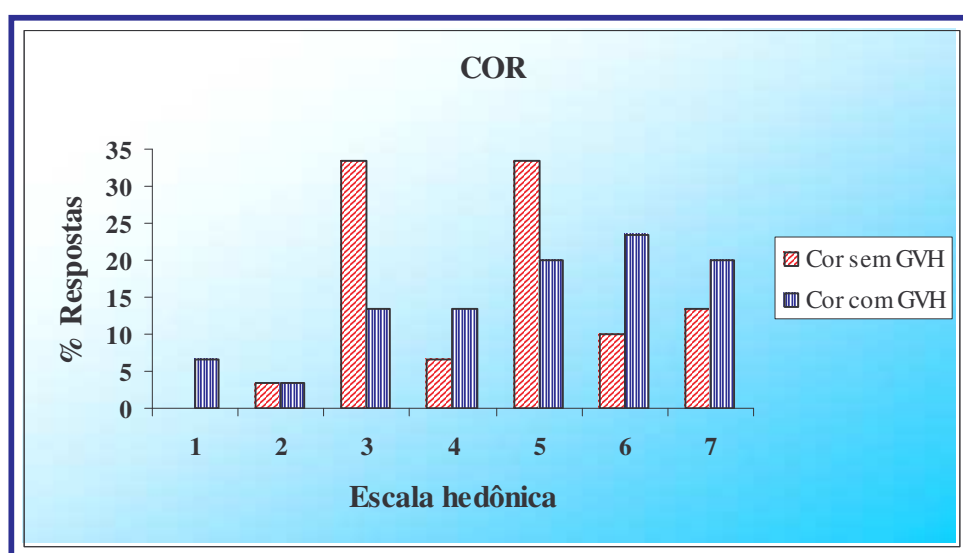


FIGURA 3 – Perfil de aceitação da cor da “mortadela” de tilápia. (escala hedônica: 1= desgostei muito, 2=desgostei moderadamente, 3=desgostei ligeiramente, 4=nem gostei/nem desgostei, 5=gostei ligeiramente, 6=gostei moderadamente, 7=gostei muito).

No atributo textura da amostra de embutido emulsionado tipo “mortadela” sem GV (Figura 4) as melhores notas, referentes a gostei moderadamente e gostei muito (seis e sete) foram atribuídas por 23,3% de degustadores, enquanto

33,3% atribuíram estas notas ao produto com GV, indicando que a gordura interferiu positivamente neste atributo.

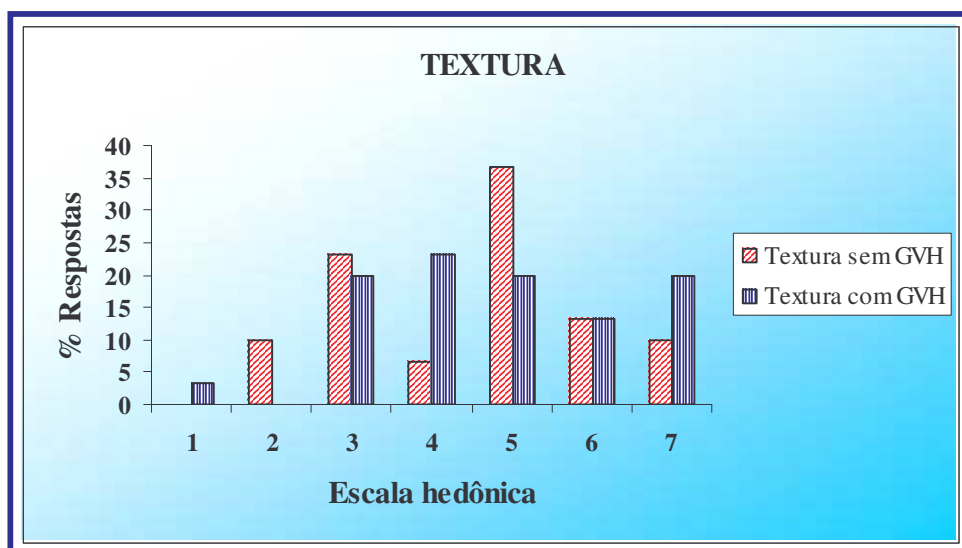


FIGURA 4 – Perfil de aceitação da textura da “mortadela” de tilápia (escala hedônica: 1 = desgostei muito, 2 = desgostei moderadamente, 3= desgostei ligeiramente, 4= nem gostei/nem desgostei, 5 = gostei ligeiramente, 6=gostei moderadamente, 7=gostei muito).

Para o atributo aroma ocorreu uma preferência para o produto sem GV, no qual 63,3% dos provadores pontuaram seis e sete, enquanto o com GV recebeu as melhores pontuações por 56,6% dos degustadores. Conforme apresentada na Figura 5, as duas amostras praticamente obtiveram as mesmas percentagens de notas seis e sete (43,0%), porém, em relação às piores notas (um e dois) a amostra sem GV obteve de 13,4% dos provadores e a amostra com GV de 3,3% , ou seja, a rejeição ao aroma foi maior no produto sem gordura.

Não houve diferença na aceitação do sabor entre os produtos com e sem GV, uma vez que, 80,4% das notas, dadas pelos provadores, foi igual ou maior que cinco para os sem GV e 80% para os com GV, como pode ser observado na Figura 6.

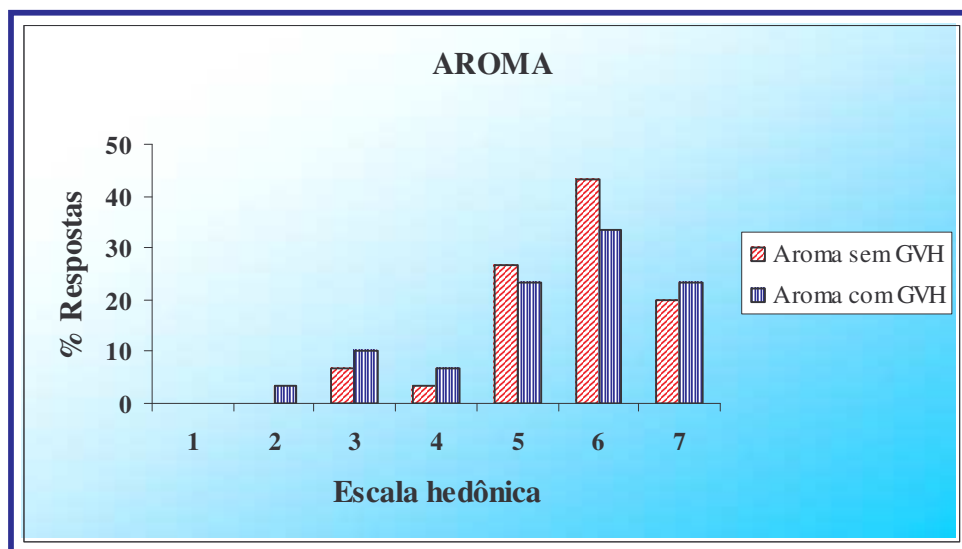


FIGURA 5 – Perfil de aceitação do aroma da “mortadela” de tilápia (escala hedônica: 1 = desgostei muito, 2 = desgostei moderadamente, 3= desgostei ligeiramente, 4= nem gostei/nem desgostei, 5 = gostei ligeiramente, 6=gostei moderadamente, 7=gostei muito).

Estes resultados diferem dos obtidos por Della-Torre (2001) ao processar salsichão tipo Lionês formulado com adição de 0, 2, 4 e 6% de proteína isolada de soja (PIS) ao dianteiro bovino (56%), carne de frango mecanicamente separado (12,5%) e toucinho (17,25%) e submeter a avaliação sensorial por uma equipe treinada formada por 10 pessoas, observou diferença estatística significativa entre os tratamentos, ocorrendo redução do sabor característico quando a adição foi de 6% de PIS.

Em geral, a aceitação dos produtos variou de 4,5 a 5,4 (indiferente e gostei ligeiramente), com maior pontuação para o embutido emulsionado fatiado com GV, embora não apresentando diferença estatística entre eles. Correia et al. (2001) também não verificaram diferença significativa na avaliação sensorial (aceitação) ao testarem três formulações de lingüiças de pescado tipo frescal, porém, todos os produtos foram bem aceitos com possibilidade de consumo freqüente.

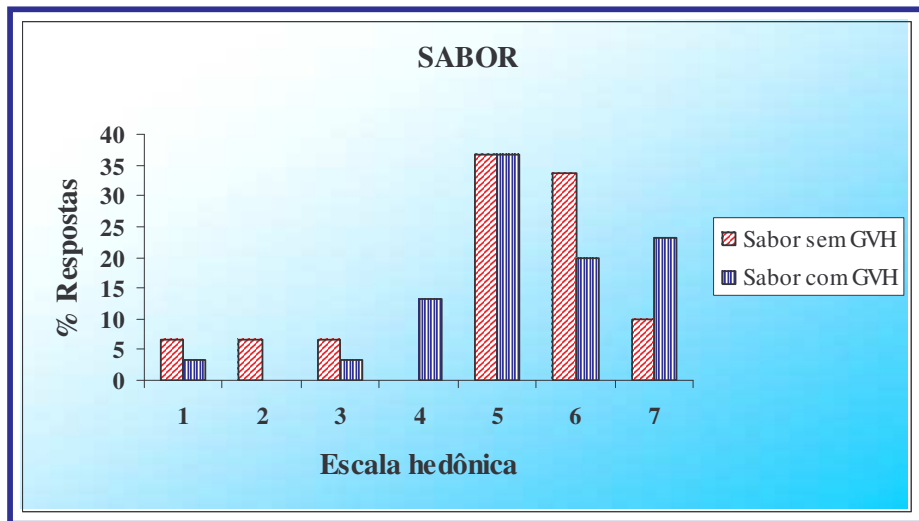


FIGURA 6 – Perfil de aceitação do sabor da “mortadela” de tilápia (escala hedônica: 1= desgostei muito, 2= desgostei moderadamente, 3= desgostei ligeiramente, 4=nem gostei/nem desgostei, 5= gostei ligeiramente, 6=gostei moderadamente, 7=gostei muito).

O teste de intenção de compra (Figura 7) indicou uma tendência de compra por 53% dos provadores para o embutido tipo “mortadela” com GV (provavelmente e certamente comprariam) e apenas 36% dos provadores avaliaram da mesma forma aquele sem GV.

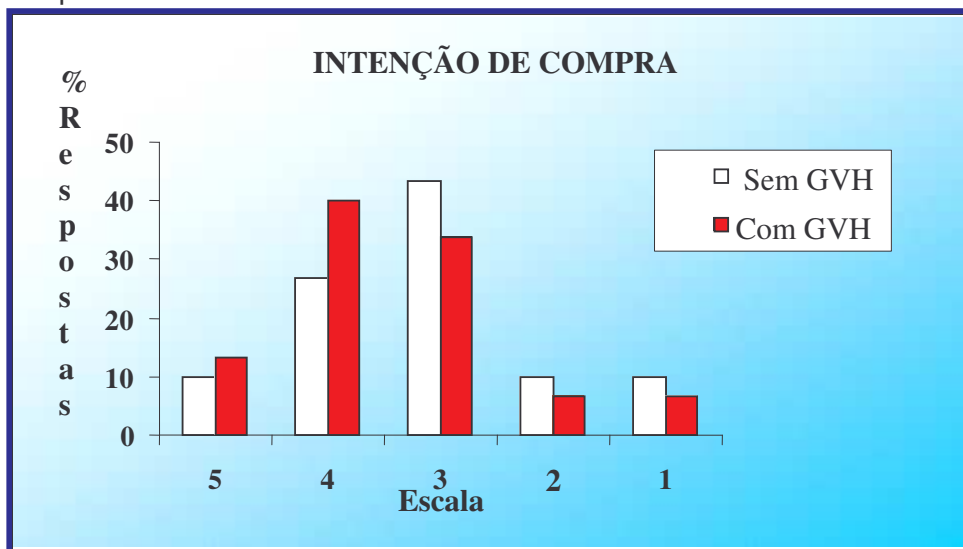


FIGURA 7 – Perfil da intenção de compra da “mortadela” de tilápia. (escala hedônica: 5= certamente compraria, 4 = provavelmente compraria, 3 = talvez sim/não, 2 = provavelmente não compraria, 1 = certamente não compraria).

3.2. “Salsicha”

Os resultados da aceitação dos atributos aparência, cor, aroma, sabor e textura, da análise sensorial do embutido emulsionado fatiado são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 - Teste de aceitação de embutido tipo “salsicha” de tilápia.

Atributos*			
Aparência	Aroma	Sabor	Textura
5,6 ±1,31	5,3 ±1,25	5,3 ±1,22	4,2 ±1,68

*Medias obtidas de 31 repetições; (escala hedônica: 1= desgostei muito, 2= desgostei moderadamente, 3= desgostei ligeiramente, 4= nem gostei/nem desgostei, 5= gostei ligeiramente, 6= gostei moderadamente, 7= gostei muito).

Na avaliação sensorial da “salsicha” de tilápia, a média obtida para aparência foi 5,6 (gostei moderadamente). Ao serem indagados sobre o que mais gostaram na aparência, alguns consumidores citaram gostar mais da cor clara (lembrando produto natural) e dos temperos aparentes no produto, enquanto outros se queixaram da cor esbranquiçada (23%), diferente das salsichas tradicionais, cerca de 36,0% dos consumidores nada comentaram.

A média obtida de 5,3 (gostei ligeiramente) foi a mesma para os atributos aroma e sabor, tendo sido o odor suave, de equilíbrio do peixe com os condimentos o item mais apreciado por 39% dos consumidores. Em relação à textura, a média obtida de 4,2 indicou indiferença.

No teste de intenção de compra (Figura 8) verificou-se uma tendência de compra por 39% dos provadores (certamente e provavelmente compraria), 45% dos consumidores responderam que talvez comprasse/ talvez não comprasse e apenas 16% dos consumidores rejeitaram a “salsicha” de tilápia (provavelmente e certamente não compraria). A “mortadela” apresentou uma maior tendência de

compra por parte dos consumidores em relação a “salsicha”, provavelmente devido a baixa aceitação da sua textura.

Arocha e Toledo (1982) ao avaliarem sensorialmente salsicha tipo Frankfurter elaborada com polpa de peixe da espécie *Scomberomorus maculatus*, verificaram boa correlação entre a aceitação geral e a textura, que foi semelhante aos dos produtos cárneos tradicionais, para os elaborados com polpa lavada de pescados marinhos adicionado de fibra protéica de soja, farinha de batata e clara de ovo, portanto, uma formulação diferente da utilizada neste experimento.

Na análise física da cor, a luminosidade (L^*) foi pontuada em 72,28 e a^* e b^* em 0,83 e 12,54, respectivamente. Estes parâmetros podem ter sido influenciados pela gordura e água adicionadas, levando alguns provadores a reclamarem da cor clara, como anteriormente citado e de acordo com os relatos de Ahmed et al. (1990) e Leyva-Mayorga et al. (2002), de que a cor da salsicha tipo Frankfurter varia conforme a quantidade de gordura e de água adicionada.

Souza et al. (2005) verificaram valores médios de a^* e b^* superiores nos filés de tilápia defumados em relação aos “in natura”. Os valores obtidos nos defumados foram de 60,71 (L^*), 10,30 (a^*) e 40,68 (b^*), enquanto o filé “in natura” apresentou L^* igual a 61,70; a^* igual a 0,74 e b^* igual a 10,17.

Pietrasik e Duda (2000) relataram que a cor dos produtos cárneos pode variar em função do teor de mioglobina presente no músculo, como do tempo de cozimento. Porém, quando se utiliza filé de tilápia, que se apresenta uniforme e com baixo teor de pigmentos, o produto emulsionado elaborado (salsicha de tilápia) apresentará baixo teor de vermelho, diferentemente dos produtos convencionais.

A textura instrumental, avaliada através da força de cisalhamento para a “salsicha” de tilápia foi de 2,65 kgf/cm, sendo inferior à encontrada por Della Torre et al. (2001), em salsichas formuladas com carne dianteira bovina. A avaliação da força

de cisalhamento de salsichas brasileiras convencionais, onde o teor de CMS atinge até 60%, situa-se em torno de 2,59 kgf/cm (GALVÃO, 1992).

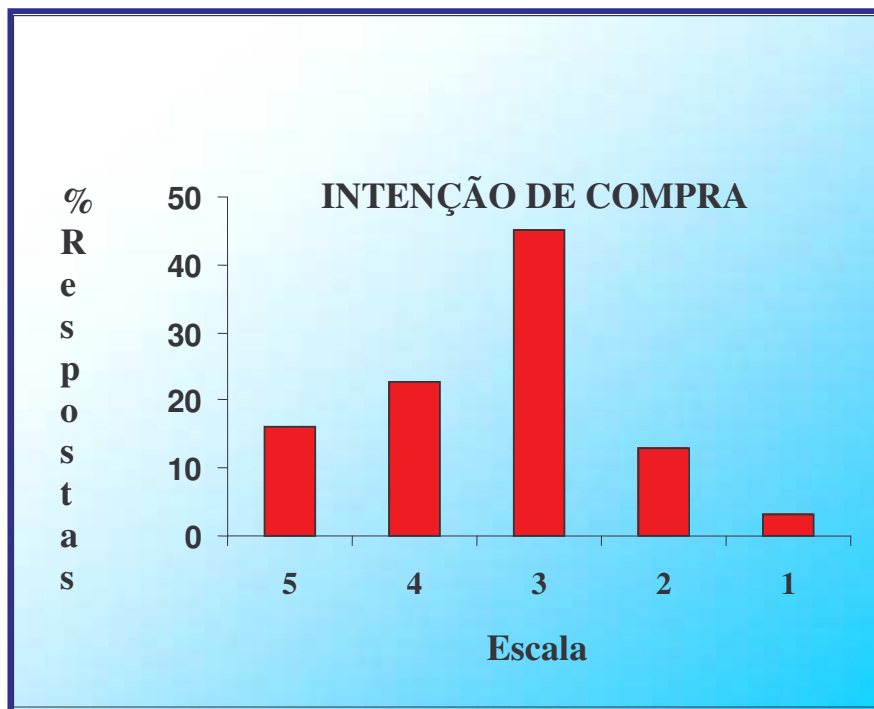


FIGURA 8 - Perfil da intenção de compra de “salsicha” de tilápia. (escala: 5= certamente compraria, 4 = provavelmente compraria, 3 = talvez sim/não, 2 = provavelmente não compraria, 1 = certamente não compraria).

4. CONCLUSÕES

Foi possível obter emulsões tipo “salsicha” e tipo “mortadela” à base de filé de tilápia sem pele com boas características sensoriais e moderado índice de aceitação, o que demonstra a viabilidade de sua produção.

A adição da gordura vegetal na “mortadela” não interferiu, de forma marcante, na sua aceitação.

Entre os emulsionados elaborados, o tipo “mortadela” com gordura vegetal, apresentou-se como um produto de maior tendência de compra.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, P.O.; MILLER, M.F.; LYON, C.E.; VAUGHTERS, H.M.; REAGAN, J.O. Physical and sensory characteristics of low-fat fresh pork sausage processed with various levels of added water. **Journal of Food Science**, Chicago, v.55, n.3, p.625-628, 1990.

AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Research guidelines for Cookery, Sensory and Instrumental tenderness Measurement of fresh meat**. Chicago, 1995, 48p.

AROCHA, P.M.; TOLEDO, R.T. Descriptors for texture profile analysis of frankfurter-type products from minced fish. **Journal of Food science**, v.47, p.695-698, 1982.

BETANHO, C.; SHIMOKOMAKI, M.; RUBISON, O. Estabilidade das emulsões cárneas. **Revista Nacional da Carne**, v.18, n.210, p.85-90, 1994.

CORREIA, R.T.P.; MENDONÇA, S.C.; LIMA, M.L.; SILVA, P.D. Avaliação química e sensorial de lingüiças de pescado tipo frescal. **Boletim CERPA**, v.19, n.2, p.183-192, 2001.

CIE Colorimetry, **Commision International de l'Eclairage**, 4 ed. Viena, Publication CIE 15.2, 1986.

DELLA TORRE, J.C.; RODAS, M.A. B.; FERRACIOLI, V.R.; BERAQUET, N.J. características físicas e sensoriais de salsichão liônes com proteínas de soja, In: 10º CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, **ANAIS**, São Pedro, SP, p.319, 2001.

EMBRAPA. A aquicultura e a atividade pesqueira. Disponível em <http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=aquic> acesso em 20 fev 2005.

FRANCIS, F.J. Color measurement and interpretation. In: FUNG, D.Y.C.; MATTHEWS, R.F. **Instrumental methods for quality assurance in foods**. New York: marcel Dekker, 1991. p.189-210.

GALVÃO, M.T.E.L. Utilização da carne de frango e da carne mecanicamente separada em produtos cárneos. In: Curso Industrialização da carne de frango, Campinas, Centro de Tecnologia da Carne/ITAL, p.41-51, 1992.

LEYVA-MAYORGA, M.A. et al. Use of freeze-dried surimi in low-fat meat emulsions. **Ciencia y Tecnologia Alimentaria**, v.3, n5, p.288-294, 2002.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. London, CRP Press, Inc. 1991. 287p.

MENDES, P.P. **Estatística aplicada à aquicultura** Recife: bagaço, 265p, 1999.

OETTERER, M. Agroindústrias beneficiadoras de pescado cultivado. In: seminário e workshop “Tecnologia para o aproveitamento integral do pescado”. CTC/ITAL, Campinas, 22 e 23 de maio de 2000”.

OETTERER, M. Tecnologia do pescado: da adoção de técnicas de beneficiamento e conservação do pescado de água doce. Disponível em <www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/beneficiamento.pdf> Acesso em 16 de fev. de 2005.

PIETRASIK, Z.; DUDA, Z. Effect of fat content and soy protein/carrageenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages. **Meat Science**, v.56, p.181- 188, 2000.

ROÇA, R.O.; SERRANO, A.M.; BONASSI, I.A. Influência da utilização da proteína texturizada de soja nas características sensoriais, químicas e funcionais e de processamento do fiambre de frango. Pesquisa Agropecuária brasileira, Brasília, v.29, n.11, p.1763-1768, nov. 1994.

SOUZA, M.L.R.; MACEDO-VIEGAS; E.M.; SOBRAL, P.J. do A.; KRONKA, S.N. Efeito do peso de tilápia no nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre o rendimento e a qualidade de seus filés defumados com e sem pele. Ciênc. Tecnol. Aliment. v.25 n.1, p. 51-59, 2005

STEELE, F.M.; HUBER, C.S.; ORME, L.E.; PIKE, O.A. Textural qualities of turkey Frankfurters incorporating - fish and turkey – based surimi. **Poultry Science**, v.70, p.1434-1437, 1990.

STONE, H.; SIDEL, J.L. Affective testing. In: STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. Academic Press, London. 1993. Cap.7.p.243-270. Compusense Inc. – 111 Farquhar St. Guelph, Ontário – Canadá N1h 3n4 – Presidente: Ph.D. Christopher J. Findlay. Fax: 519-836 9898

CAPÍTULO 3

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE EMULSIONADO TIPO “MORTADELA” DE TILÁPIA COM PROTEÍNA ISOLADA DE SOJA E GORDURA VEGETAL

RESUMO

Foi elaborado emulsionado cárneo tipo “mortadela” usando a tilápia e associação da GV e PIS, com planejamento estatístico fatorial 2^2 , variando-se o teor de gordura de zero a 20% e a PIS de zero a 2%. Para representar os modelos matemáticos do fatorial avaliado foram estabelecidos os dois efeitos PIS e GV como as variáveis independentes e a umidade, teor de lipídeos, textura, cor, capacidade de retenção de água (CRA) e aceitação do produto (aparência, cor, aroma, aspecto geral, textura) como variáveis respostas. O coeficiente de determinação (R^2) para todos os modelos foi elevado (de 0,86 a 0,99), tendo sido construído uma superfície de contorno com base no modelo gerado para cada resposta. Nenhuma das formulações estudadas apresentou perda de peso no cozimento e nem se observou exsudado e perda da estabilidade da emulsão. O uso da PIS influenciou positivamente na aceitação global, aparência, sabor, cor e textura, força de cisalhamento e cor amarela. A GV influenciou positivamente na aceitação geral, aroma, textura, força de cisalhamento, teor de lipídeos e cor amarela e negativamente no teor de umidade e CRA, sendo que a interação entre as variáveis independentes influenciou positivamente na CRA. Concluiu-se que foi possível elaborar emulsionados tipo “mortadela” formulados com carne de tilápia, utilizando associações de gordura vegetal e proteína isolada de soja; a formulação com 10% de gordura vegetal e 1% de proteína isolada de soja foi a que mais se aproximou do produto otimizado a partir dos contornos resultantes das funções matemáticas, de acordo com as propriedades sensoriais (aceitação global, textura, aparência, cor e sabor) e força de cisalhamento e que a emulsão tipo “mortadela” com maior índice de aceitação global foi a elaborada com médio teor de gordura vegetal e proteína isolada de soja, enquanto o sabor mais apreciado foi o da elaborada com baixo teor de gordura, apesar da textura do produto não ter sido satisfatória, o que remete a necessidade de sua melhoria com baixo teor de gordura, através da adição de diferentes substitutos de gordura.

Palavras chave: emulsão de tilápia, aceitação sensorial, proteína isolada de soja, gordura vegetal.

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura continua em franca expansão no Brasil, sendo a tilápia a espécie de peixe mais produzida (FAO, 2005), sendo considerado o peixe com maior potencial para o mercado internacional. A comercialização de files congelados também se encontra em evolução e espera-se que futuramente, a obtenção de produtos derivados, como embutidos, esteja estabilizada (MAKRAKIS et al., 2000).

Macedo-Viegas et al. (1999) relatou que a carne do pescado oferece grandes possibilidades para a diversificação de produtos na indústria pesqueira, inclusive com possibilidades de elaboração de produtos com características de sabor, aroma, textura, forma e aparência geral modificados. Segundo Morais e Martins (1981), tais possibilidades são praticamente ilimitadas, entretanto, a carne de pescado tem tido pouca utilização na indústria de produtos alimentícios, devido à falta de conhecimento sobre o processamento adequado dessa matéria-prima em escala comercial.

Para a produção de derivados em escala comercial, faz-se necessário que o setor de beneficiamento, distribuição e comercialização de pescado se desenvolvam mais, para atender a demanda da tilapicultura, compensando os esforços empreendidos pelo setor produtivo e assim, desenvolver a cadeia produtiva (ANULPEC, 2004).

Na mais recente avaliação do consumo feita por técnicos do Instituto de Economia Agrícola de São Paulo ficou demonstrado um consumo de 8,675 kg/per capita/ano, bem inferior aos índices observados em outros países, como no Japão (86 kg/ano), na Irlanda (de 80 kg/ano) e na Inglaterra (de 52 kg/ano), conforme citação de Oetterer (2005). No Brasil, verifica-se uma grande variação por região, sendo no Norte, especificamente no Estado do Amazonas, o consumo per capita de 54 kg/ano, enquanto no Rio de Janeiro de 16 kg/per capita/ano (EMBRAPA, 2005).

A quantidade de gordura ingerida tem sido motivo de atenção para muitos consumidores preocupados com sua saúde. Atualmente, os consumidores não estão somente interessados no sabor dos produtos e se os mesmos apresentam aspectos convenientes. A preocupação desses indivíduos está pautada também no perfil saudável, nutritivo e de segurança que esses alimentos são capazes de proporcionar (OETTERER, 2000).

A proteína isolada de soja (PIS) é ingrediente de uso tradicional, quase obrigatório, em embutidos e outros produtos cárneos, sem prejuízo da qualidade do produto final. Favorece a formação de emulsão estável, reduz a perda no cozimento, previne a liberação de gordura, melhora a fatiabilidade e a textura, resultando em produtos cárneos mais suculentos (LEMOS, 1998).

Proteína isolada e concentrada de soja tem sido usada com sucesso para reduzir o teor de lipídeos em emulsões cárneas (BREWER et al., 1993; KATSARAS e PEETZ, 1994; YANG et al., 1995; CHEMAKA e BABJI, 1996; PIETRASIK e DUDA, 2000). Além disso, a substituição da gordura animal por óleo vegetal na indústria de carne já está consolidada, como mostrado em alguns trabalhos científicos. Entre eles pode-se citar Park et al. (1989), Rutkowski et al. (1990), Bortoluzzi (1993), Moreira (1994) e Ferreira et al. (2003), que utilizaram óleos vegetais em substituição de gordura animal, não havendo prejuízo na qualidade do produto.

Produtos embutidos (salsichas, mortadela e Bologna), de características similares aos embutidos de carne vermelha, a partir das espécies de peixes que integram a parte não comercial da fauna acompanhante do camarão foram elaborados por Sánchez e Villegas (1996), obtendo-se produtos de boa aceitação.

Atualmente, o consumidor, principalmente de produtos cárneos, tem se preocupado com a quantidade de colesterol e gordura ingeridos através dos alimentos, o que propicia o desenvolvimento de um produto emulsionado de tilápia com gordura vegetal e proteína de soja, para procurar responder a essa demanda

crescente de consumo por alimentos saudáveis, com alto valor nutritivo e de conveniência.

Desta forma, objetivou-se desenvolver um embutido emulsionado à base de filé de tilápia, avaliando o uso de associações da proteína isolada de soja (PIS) e gordura vegetal (GV), na qualidade sensorial e físico-química do produto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A tilápia usada nos processamentos foi adquirida em um frigorífico da cidade de Campinas – SP. O beneficiamento, a partir do abate, foi acompanhado, sendo separados 130 kg de filé sem pele para ser transportado, em caixas isotérmicas, para o Centro de Tecnologia de Carnes (CTC) do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). O filé foi moído e pesado para cada formulação, sendo em seguida, embalado em sacos plásticos e armazenado sob congelamento (-25 °C) até a sua utilização.

2.1. Elaboração da emulsão

A emulsão tipo “mortadela” foi elaborada conforme a técnica descrita por Graner (1992) e Moreira (1994), cujo Fluxograma é apresentado na Figura 1. A moagem da matéria-prima congelada foi realizada utilizando-se um moedor com disco de 15mm e a cominuição foi efetuada em cutter. A massa obtida foi embutida em tripa plástica de poliamida com pigmentação vermelha, encolhíveis e impermeáveis de nove cm de diâmetro, grampeadas a cada 20 cm aproximadamente, com obtenção de peças de cerca de 600 gramas. O tratamento térmico foi realizado em estufa com as seguintes etapas: secagem a 50°C/ 15 min; cozimento com elevação de 5°C/5 min. até temperatura interna de 72°C. Após o cozimento, o esfriamento foi realizado sob água corrente, até atingir 40°C, permanecendo sob temperatura ambiente até equalização, quando foi conduzido à câmara de resfriamento sob temperatura de 4°C e assim mantida para a realização das diversas análises.

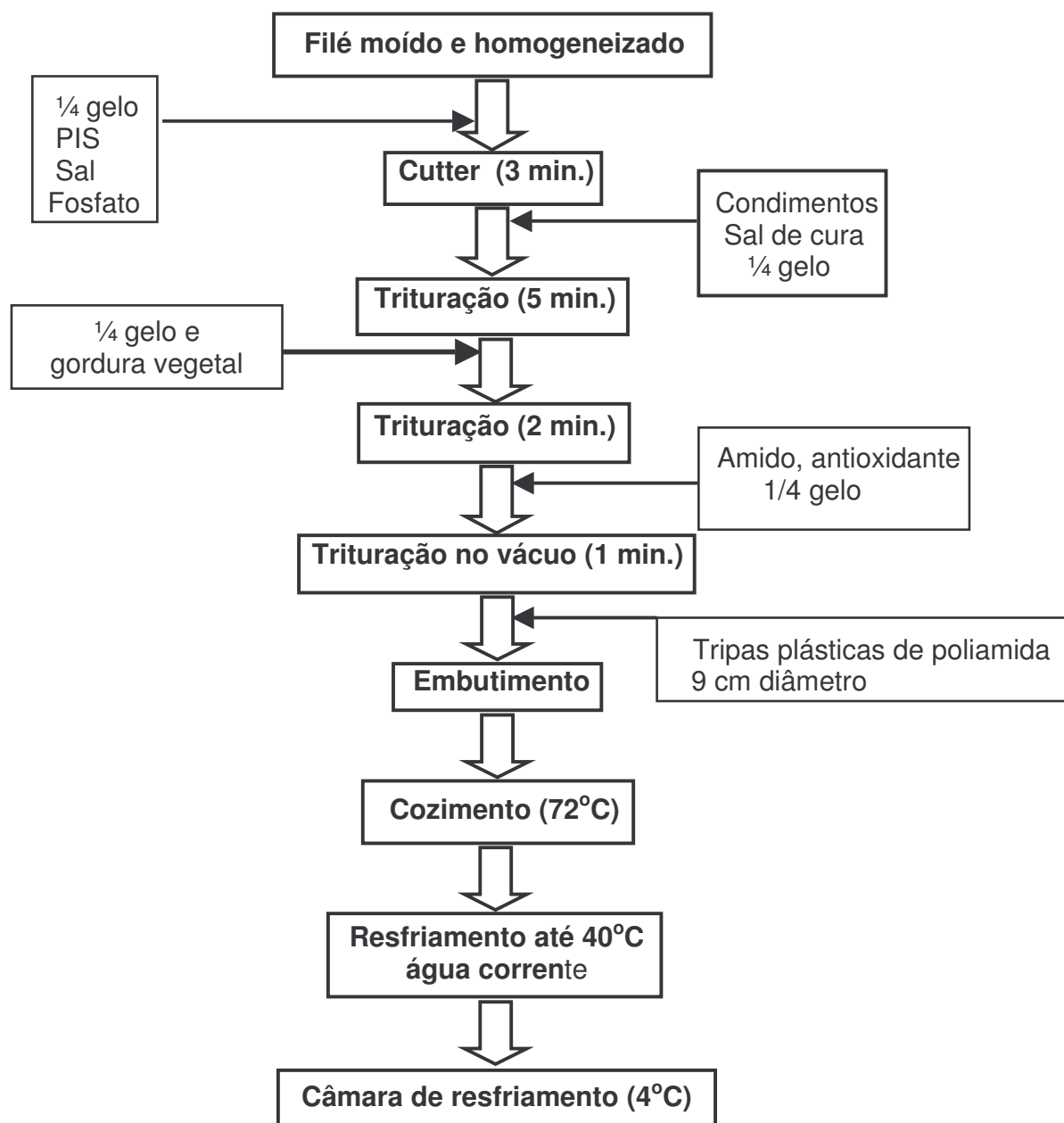


FIGURA 1 – Processamento de “mortadela” de tilápia.

A formulação básica das emulsões foi constituída de 2% de NaCl; 0,25% de sal de cura (DiCARNE); 0,25% de antioxidante (DiCARNE); 0,3% de polifosfato (DiCARNE); 0,68% de condimentos (pimenta branca, cebola, manjerona, alho, noz moscada, louro, gengibre, mostarda, aromatizante fumaça e carmim); 0,2% de

açúcar e 3,5% de fécula de mandioca (DiCARNE). A gordura vegetal (GV - Sancreme Sanplast 24 - BUNGE) e proteína isolada de soja (PIS - Samprosoy 90 MP - BUNGE) foram incorporadas em proporções variáveis de acordo com o tratamento efetuado.

A formulação das emulsões foi determinada por meio de uma planilha de cálculo, onde foram inseridos os valores de umidade, gordura e proteína das matérias-primas cárneas e ingredientes, mantendo uma relação umidade/proteína igual a 5:1.

Capacidade de retenção de água (CRA).

A capacidade de retenção de água foi determinada no produto final pelo método de Grau e Hamm (1957), modificado por Hoffmann et al. (1982). Alíquotas de $0,500 \pm 0,005\text{g}$ foram colocadas entre dois papéis de filtro (Whatman nº1) e prensadas entre placas de plexiglass até uma pressão de 500 lb/pol^2 durante dois minutos. Após a prensagem, cada conjunto de papéis foi identificado, contornando-se com uma caneta a figura delimitada pela mancha do produto prensado e pelo líquido exsudado. Posteriormente mediu-se, com o auxílio de um planímetro, a área da amostra (A), bem como a área total umedecida (T). A relação $G=A/T$ é proporcional a capacidade da amostra de reter água. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Suco exsudado da embalagem.

As “mortadelas” foram fatiadas e embaladas a vácuo em filme plástico termoresistente. O exsudado foi pesado após 30 dias de estocagem à temperatura de refrigeração (2°C a 5°C) e calculada a sua porcentagem.

Perda de peso no cozimento.

A perda de peso da “mortadela” foi determinada pela subtração dos pesos do produto antes e após tratamento térmico e resfriamento em câmara fria.

Estabilidade da emulsão.

A análise de estabilidade da emulsão foi realizada em amostras coletadas da embutideira, segundo o método citado por Parks e Carpenter (1987), o qual utiliza o funil da embutideira para transferir 45 a 50g da amostra da massa tipo emulsão pronta, em bolsas de poliamida (nylon) e polietileno. As amostras foram pesadas e a extremidade aberta foi termicamente selada. Procedeu-se à cocção em água a 70°C por 60 min e as amostras cozidas foram novamente pesadas e calculadas a perda de peso.

Composição centesimal.

Foram determinados: proteína bruta, umidade, lipídeos e cinzas de acordo com os procedimentos da AOAC (2000). O pH foi determinado por um potenciômetro digital.

Avaliação da cor.

Para a determinação da cor foi utilizado o espectrofotômetro MINOLTA (Japão) modelo CM 508-d, para leitura dos parâmetros L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho/verde) e b* (intensidade de amarelo/azul), fixadas as seguintes condições: iluminante D65, ângulo de visão 8°, ângulo padrão do observador 10°, especular incluída, conforme especificações da CIE, 1986 (Comission Internationale d'le Ecleraige – CIE). A cor interna foi determinada na “mortadela” cortada ao meio, em três peças diferentes com cinco leituras por peça, num total de quinze leituras.

Força de cisalhamento.

A análise instrumental da textura foi realizada através do texturômetro TA-XT2i (Texture Technologies corp./ stable micro systems, UK), equipado com o dispositivo Warner-Bratzler (WB) com medida de força em compressão. O equipamento foi calibrado com peso padrão de 5 kg com padrão rastreável. A velocidade de descida do dispositivo foi de 200 mm/min (AMSA, 1995) e a

distância da mesma à plataforma de 25 mm. Foram realizadas 10 repetições para cada tratamento. As amostras foram cortadas em cilindros de 20mm de altura e 13 mm de diâmetro, sendo cisalhadas ao longo do diâmetro.

Avaliação sensorial das “mortadelas”

Os produtos obtidos foram submetidos ao teste de aceitação global, aparência, cor, aroma, sabor e textura, utilizando-se teste em laboratório, com 65 potenciais consumidores, conforme especificado por Stone e Sidel (1985) e Meilgaard et al. (1991). O painel constou de professores, alunos, funcionários e estagiários da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), que foram selecionados por apreciarem pescado, produtos emulsionados cárneos e disponibilidade para a participação nos testes.

O teste foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA), em cabines individuais, com luz incandescente branca. As amostras dos 11 produtos elaborados foram servidas fatiadas, codificadas com números de três dígitos definidos de forma aleatória. A ordem com que os consumidores avaliaram as amostras seguiu o delineamento para 11 amostras descrito por Wakeling e Macfie (1995) ao qual se balanceia o efeito intitulado “first-ordem and carry-over effect”, de modo que todas as amostras apareçam o mesmo número de vezes em uma determinada posição, porém em ordem casualizada para cada julgador. Todos os provadores avaliaram todas as amostras em três diferentes sessões, adaptando-se o método usado por Bergara (1999) apud Dzimba (2001) para preservar o balanceamento do efeito “carry-over”. Assim, a última amostra avaliada numa sessão foi depois apresentada na primeira posição na sessão seguinte, considerada como uma “dummy” amostra (seu resultado foi desconsiderado na análise dos dados).

O teste de aceitação foi realizado com uma escala hedônica de categoria verbal de nove pontos (9=gostei muitíssimo; 1= desgostei muitíssimo), para os atributos: aparência, cor, sabor, aroma e textura. O teste avaliação de atitude quanto à intenção de compra foi realizado utilizando-se a escala de categoria

mista com cinco pontos (5= certamente compraria a 1= certamente não compraria).

2.2. Delineamento experimental

Foi realizado o planejamento experimental Fatorial Completo 2^2 (BARROS NETO et al., 1996), com cinco níveis ($-\alpha$, -1, 0, +1, + α), resultando em 11 tratamentos. O número de tratamentos foi determinado pela equação : $N= F+ 2K+n_0$, em que: N= número total de tratamentos do experimento (N=11); F= número de tratamento na porção fatorial que, segundo Khuri e Cornell (1987), deve ser fixado pela fórmula $F=2^K$ (F=4); K= número de variáveis independentes (K=2); n_0 = quantidade de replicatas no ponto central ($n_0=3$) e o valor codificado α (1,414), definido em função do número de tratamentos na porção fatorial, segundo a equação $\alpha = (F)^{1/4} = (2^K)^{1/4}$.

Para representar os modelos matemáticos do fatorial avaliado foram estabelecidos os dois efeitos proteína isolada de soja (PIS) e gordura vegetal (GV) como as variáveis independentes. As variáveis respostas foram: umidade, teor de lipídeos, textura, capacidade de retenção de água (CRA), avaliação da cor e aceitação dos produtos em relação a avaliação global, aparência, cor, aroma, textura da emulsão elaborada com tilápia.

As variáveis respostas foram correlacionadas com as independentes, de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$\text{Resp}^{\lambda}_i = \beta_0 + \beta_1\text{GV} + \beta_2\text{PIS} + \beta_3\text{GV}^2 + \beta_4\text{PIS}^2 + \beta_5\text{GV.PIS} + \varepsilon_i$$

Em que: Resp - variável dependente (umidade, teor de lipídeos, textura, capacidade de retenção de água - CRA, avaliação da cor e aceitação sensorial da aparência, cor, aroma, aspecto geral, textura); λ - fator de transformação de Box e Cox (1964); GV - gordura vegetal; PIS - proteína isolada de soja. ε_i - erro associado a cada observação; i – i-ésima observação.

Os níveis estabelecidos para os efeitos de adição de GV e da PIS foram baseados em dados da literatura, testes preliminares e pelo máximo permitido pela legislação brasileira para o uso de ingredientes e aditivos em produtos cárneos. Desta forma, foram elaborados produtos utilizando-se os níveis de 0,0 a 2% de PIS e de 0,0 a 20% de GV, resultando em 11 tratamentos (Tabela 1).

TABELA 1 - Planejamento fatorial completo com três pontos centrais e quatro axiais para o uso de ingredientes em emulsão de tilápia.

Formulações	Gordura vegetal - GV	Proteína isolada de soja - PIS	
	(%) variável codificada	(%) variável codificada	
1	3,0	(-1)	0,3
2	3,0	(1)	1,7
3	17,0	(-1)	0,3
4	17,0	(1)	1,7
5	0,0	(-α)	1,0
6	20,0	(α)	1,0
7	10,0	(0)	0,0
8	10,0	(0)	2,0
9	10,0	(0)	1,0
10	10,0	(0)	1,0
11	10,0	(0)	1,0

Para selecionar as variáveis independentes significativas no referido modelo, utilizou-se o processo de Stepwise com o método Forward, ou seja, seleção progressiva. A estatística “F” de Fischer/Snedecor, para que uma variável entre ou saia do modelo, foi estabelecido pelo valor padrão de quatro ($P < 0,05$). A esse processo associou-se o transformador “λ” de Box e Cox simplificado (BOX e COX, 1964), objetivando maximizar o índice determinístico (R^2) e conseqüentemente, diminuir a variação experimental não explicada pelo modelo.

Utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk de acordo com Zar (1999) para verificar se as pressuposições da normalidade do modelo foram atendidas. Para estimar os parâmetros dos modelos utilizou-se o programa computacional SysEapro (V.1).

Com base na maximização dos modelos estatísticos, apresentaram-se os dados e seus modelos, utilizando-se os Métodos de Superfície de Resposta (RSM) e para isso, foi usado o pacote Statistica For Windows 5.0 (1995).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das determinações realizadas nos emulsionados tipo “mortadela” elaborados com tilápia se encontram na Tabela 2. Verifica-se que o teor de lipídeos situou-se entre 1,24 a 17,09% e que a sua retenção no produto quando foram adicionadas quantidades superiores a 10%, foi menor do que a adicionada, devido a erros aleatórios e à possível perda de gordura durante o processamento.

O coeficiente de determinação (R^2), para todas as funções apresentadas na Tabela 3, foi bastante satisfatório (variando entre 0,86 e 0,99), indicando que são explicados 86,03% dos dados da luminosidade e 99,95% da umidade. Quando eliminados os fatores não significativos, em cada caso, o coeficiente de determinação para a função ajustada continuou alto, podendo ser considerado, segundo Khuri e Cornell (1996), uma boa função e a falta de ajuste não significativa ($P \geq 0,05$) para todas as funções matemáticas.

A GV interferiu negativamente na umidade, ou seja, ocorreu um aumento à medida que diminuiu o teor de gordura e vice-versa, até uma certa quantidade adicionada, como indicada pela função quadrática (GV^2), tendo sido negativamente influenciada também pela PIS.

Observa-se que os fatores lineares das variáveis PIS e GV tiveram efeito negativo sobre a CRA, enquanto a interação apresentou um efeito positivo. Segundo Ordóñez et al. (2005), a CRA tem forte repercussão no desenvolvimento e na apreciação das características sensoriais, no valor nutritivo e no valor comercial, sendo a cor, textura, firmeza, maciez e principalmente a suculência, fortemente condicionadas.

A GV adicionada influenciou diretamente na luminosidade (L^*) e no valor de b^* da “mortadela”, enquanto a PIS foi a responsável pelo maior valor de a^* . A força de cisalhamento (firmeza da “mortadela”) foi influenciada tanto pela GV como pela PIS. Estas alterações podem variar (positivamente e negativamente) de acordo

com as quantidades de GV e PIS adicionados, como indicado pelo coeficiente negativo da GV^2 e PIS^2 .

Os valores da força de cisalhamento variaram entre 0,31 e 0,4 kgf, sendo influenciado positivamente tanto pela GV, como pela PIS e negativamente pela interação entre a PIS e a GV. Quanto maior o teor de GV e de PIS maiores valores de ruptura foram registrados; por outro lado a interação entre os dois exerceu efeito inverso na textura, resultando na diminuição dos valores de força de cisalhamento.

Construiu-se uma superfície de contorno com base no modelo gerado para cada resposta, como as apresentadas nas Figuras 2, 3 e 4, respectivamente referentes a umidade, CRA e força de cisalhamento.

Observando-se o apresentado na Figura 2, pode-se concluir que a região de ótimo da umidade está próxima do GV 4% e PIS 2%. Enquanto na Figura 3 se verifica que a região onde houve maior retenção de água está próxima do GV 12,6% e PIS 1,41%.

Observando-se a Figura 4, pode-se concluir o aumento da adição de PIS aumenta a força de cisalhamento, e que a região de ótimo, isto é, a região onde houve uma mediana força de cisalhamento, está próxima do GV de 8 a 12% e PIS de 0,8 a 1,3%.

TABELA 2 – Características físicas e químicas de emulsão tipo “mortadela” de tilápia com adição de gordura vegetal (GV) e proteína isolada de soja (PIS).

Ensaio	GV ¹ (%)	PIS ² (%)	U ³ (%)	Lipídeos (%)	CRA ⁴	FC ⁵ (kgf)	L* ⁶	a* ⁷	b* ⁸
T ₁	3,0	0,3	76,65±0,06 ⁹	3,47±0,01	0,43±0,02	0,31±0,01	70,73±0,09	5,52±0,03	13,39±0,11
T ₂	3,0	1,7	75,45±0,08	3,63±0,00	0,42±0,05	0,37±0,01	70,81±0,68	5,48±0,05	13,02±0,35
T ₃	17,0	0,3	65,85±0,18	14,71±0,00	0,34±0,01	0,38±0,01	74,21±0,39	5,09±0,02	14,38±0,08
T ₄	17,0	1,7	64,69±0,25	14,48±0,00	0,40±0,01	0,39±0,01	73,29±0,17	5,37±0,04	14,39±0,12
T ₅	0,0	1,0	78,25±0,14	1,24±0,02	0,44±0,02	0,35±0,01	70,24±0,48	5,52±0,04	13,52±0,14
T ₆	20,0	1,0	63,05±0,07	17,09±0,01	0,34±0,02	0,40±0,01	73,88±0,36	5,20±0,02	13,97±0,02
T ₇	10,0	0,0	71,83±0,39	9,01±0,01	0,46±0,00	0,31±0,00	73,26±0,34	5,12±0,08	13,71±0,21
T ₈	10,0	2,0	70,31±0,20	9,00±0,01	0,37±0,03	0,41±0,01	72,79±0,46	5,26±0,06	14,20±0,13
T ₉	10,0	1,0	70,80±0,15	9,04±0,08	0,39±0,04	0,36±0,01	72,16±0,17	5,63±0,05	14,37±0,07
T ₁₀	10,0	1,0	70,89±0,07	9,30±0,07	0,38±0,04	0,38±0,01	72,91±0,39	5,43±0,06	13,89±0,18
T ₁₁	10,0	1,0	70,97±0,06	9,31±0,08	0,38±0,04	0,36±0,01	71,55±0,69	5,77±0,08	13,84±0,36

1- gordura vegetal, 2- proteína isolada de soja, 3- umidade, 4- capacidade de retenção de água, 5- força de cisalhamento, 6- luminosidade, 7- intensidade de vermelho/verde, 8- intensidade de amarelo/azul, 9- erro padrão da média.

TABELA 3 - Função matemática e coeficiente de determinação (R^2) dos parâmetros físicos e químicos avaliados da “mortadela” de tilápia processada com adição de gordura vegetal (GV) e proteína isolada de soja (PIS).

Resposta	Função matemática	R^2	F	P (F)
Umidade	$79,01 - 0,6929GV - 0,801PIS - 0,0036GV^2$	0,9995	4416,78	0,0000
Lipídeos	$1,209 + 0,7907 GV$	0,9994	14391,55	0,0000
CRA	$- 0,0757GV - 0,6719PIS + 0,0535GV.PIS$	0,9663	76,45	0,0001
FC	$27,3761GV + 282,9434PIS - 20,3328 GV.PIS$	0,9687	82,45	0,0000
L*	$12,768GV - 0,4836GV^2$	0,8603	27,71	0,0001
a*	$9,8231PIS - 3,8136PIS^2$	0,8654	28,93	0,0001
b*	$2,4541GV - 0,0928GV^2$	0,8657	29,01	0,0001

R^2 - coeficiente determinístico, F- estatística F de Fischer/Snedecor, P (F)- probabilidade da estatística F, GV- gordura vegetal, PIS- proteína isolada de soja, CRA- capacidade de retenção de água, FC- força de cisalhamento, L*- luminosidade, a*- intensidade de vermelho/verde, b*- intensidade de amarelo/azul.

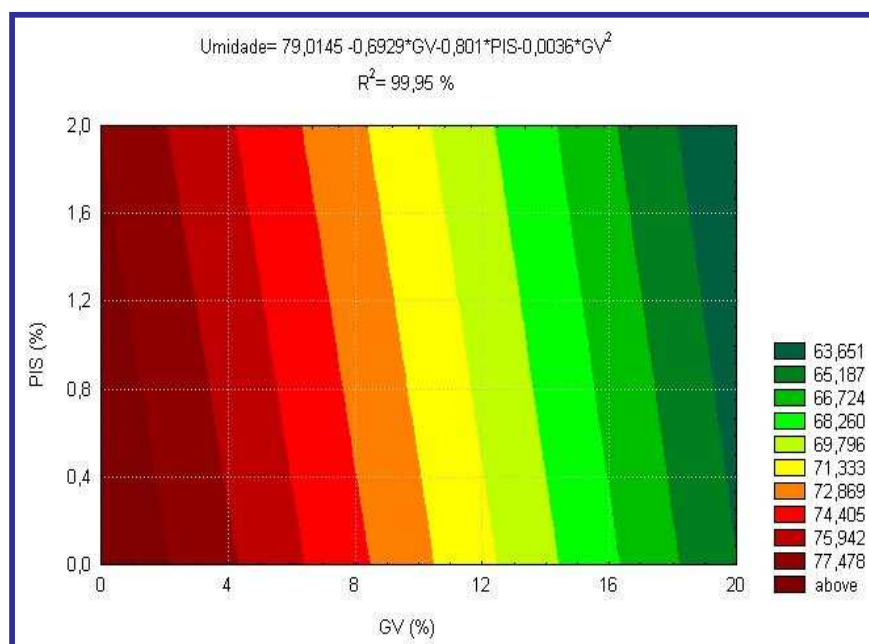


FIGURA 2 - Superfície de contorno relativa à umidade de “mortadela” de tilápia

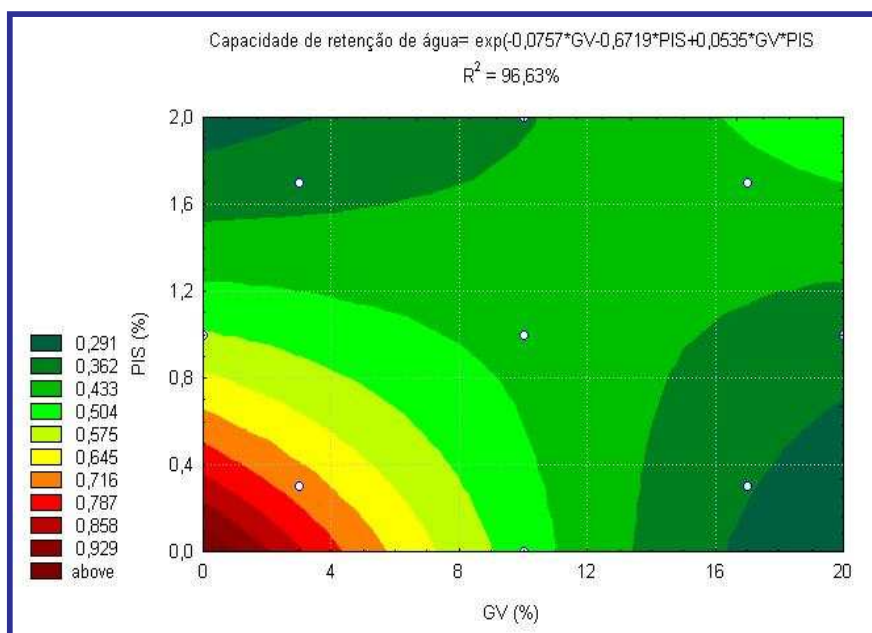


FIGURA 3 - Superfície de contorno relativa à capacidade de retenção de água (CRA) de “mortadela” de tilápia.

Nenhuma das formulações estudadas apresentou perda de peso no cozimento, provavelmente devido ao tipo de embalagem utilizada que atuou como uma barreira.

Na Tabela 4 podem ser observados os resultados médios da aceitação pelos consumidores potenciais da “mortadela” de tilápia. A aceitação global variou de 5,14 (nem gostei/ nem desgostei) para a “mortadela” sem GV e com 1% de PIS, até 7,0 (gostei moderadamente) para a “mortadela” com 10% de GV e 1% de PIS.

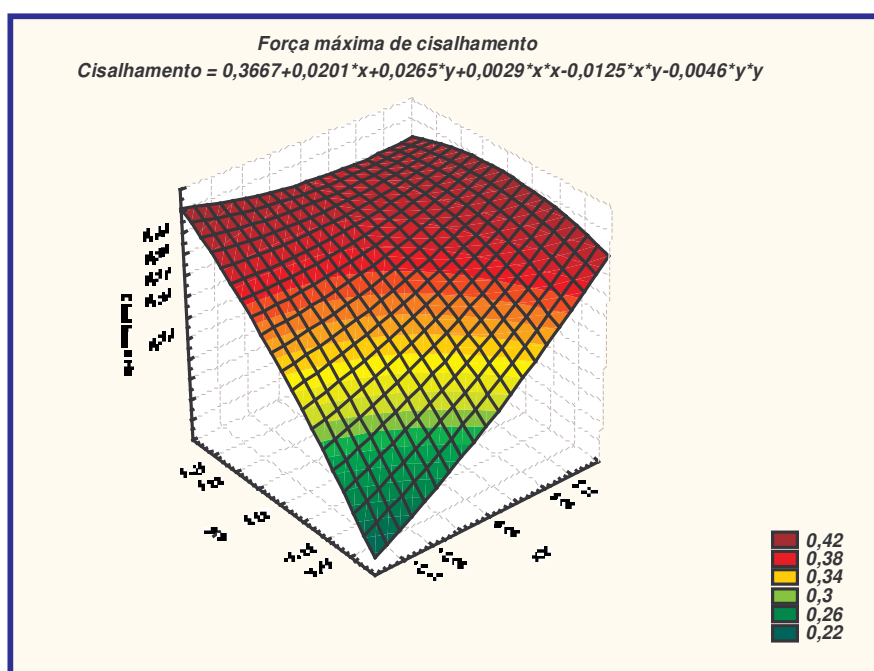
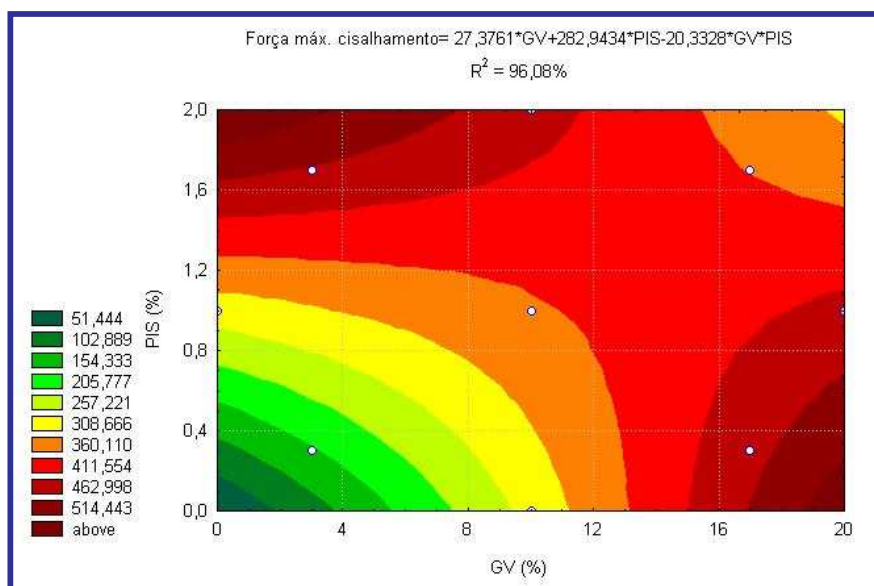


FIGURA 4 - Superfície de contorno e superfície de resposta relativa à força de cisalhamento de “mortadela” de tilápia.

Em relação a aceitação do sabor, a sua pontuação variou de 5,06 (nem gostei/nem desgostei) a 6,5 (gostei ligeiramente), para as “mortadelas” T₁₀ (10% GV e 1% PIS) e T₅ 0,0% GV e 1,0% PIS), respectivamente.

TABELA 4- Aceitação sensorial da emulsão com o uso de ingredientes em “mortadela” de tilápia.

Ensaio	GV (%)	PIS (%)	Aparência	Cor	Aroma	Textura	Sabor	Global
T ₁	3	0,3	6,77	6,96	6,34	6,30	5,87	5,83
T ₂	3	1,7	7,23	7,22	6,82	6,96	5,83	6,3
T ₃	17	0,3	6,93	6,91	6,88	7,01	5,82	6,82
T ₄	17	1,7	6,93	6,95	7,01	6,79	5,23	6,93
T ₅	0	1	7,04	7,14	5,90	6,32	6,52	5,14
T ₆	20	1	6,77	6,52	6,65	6,14	5,16	6,91
T ₇	10	0	6,95	6,8	6,96	6,50	5,76	6,14
T ₈	10	2	7,26	7,14	6,85	7,14	5,10	6,69
T ₉	10	1	7,55	7,23	7,00	6,88	5,97	6,68
T ₁₀	10	1	6,82	6,85	7,07	6,69	5,06	7,04
T ₁₁	10	1	7,41	7,38	7,01	6,69	5,27	6,88

Quando se avaliou a “mortadela” pela aceitação do sabor (consumidores que atribuíram notas acima de cinco) ou rejeição (consumidores que pontuaram abaixo de cinco), como apresentado na Tabela 5, verificou-se que a “mortadela” que obteve aceitação por 72, 63% dos provadores foi a T₅ sem GV e com 1% de PIS. A rejeição variou de 12,9% para T₅ até 25,8 % para T₆ (20% GV e 1% PIS), o que permite diagnosticar a tendência de preferência de sabor dos consumidores por produtos com baixo teor de gordura.

TABELA 5 - Porcentagem de rejeição e aceitação do sabor das emulsões tipo “mortadela” de tilápia.

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁
Rejeição (%)	24,2	19,0	23,8	23,8	12,9	25,8	19,0	25,4	15,9	24,2	23,8
Aceitação (%)	54,8	53,9	34,9	33,3	72,6	32,3	54,0	25,4	52,4	30,6	41,3

Ao avaliar a rejeição e a aceitação global da “mortadela” (Tabela 6), verificou-se que todos os produtos foram pontuados com notas superiores a cinco por mais de 70% dos consumidores, exceto os elaborados nos ensaios T₁ e T₅. O produto com maior índice de aceitação foi o T₁₀ (10% GV e 1,0% PIS) e o de menor índice o T₅ (0% GV e 1,0% PIS).

TABELA 6 - Porcentagem de rejeição e aceitação global das emulsões tipo “mortadela” de tilápia.

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁
Rejeição (%)	27,4	19,0	9,5	11,3	37,1	3,2	20,6	11,3	14,3	3,2	9,7
Aceitação (%)	64,5	76,2	85,7	85,5	54,8	90,3	71,4	82,3	82,5	92,1	90,3

Segundo Leistner (1990), a introdução de novos produtos no mercado esbarra na desconfiança por parte dos consumidores aos sabores e aparências estranhas, isto talvez explique o baixo índice de aceitação do sabor das “mortadelas”, porém com excelente aceitação global.

Apesar do valor de a* ter sido negativamente influenciado pela quantidade de GV adicionada (Tabela 3), não foi observada baixa pontuação pelos provadores na avaliação sensorial da cor. Inversamente, uma das maiores pontuações (7,14) foi atribuída quando a GV não foi adicionada ao produto (T₅). A não influência GV na aceitação da cor da “mortadela” pode ser melhor observada pela função matemática apresentada na Tabela 7.

TABELA 7 - Função matemática e coeficiente de determinação (R^2) para parâmetros sensoriais (aceitação global, aparência, sabor, textura, aroma e cor) da “mortadela” de tilápia processada com gordura vegetal e proteína isolada de soja.

Resposta	Função matemática	R^2	F	P (F)
Global	$0,5128GV + 4,6361PIS - 0,3573GV.PIS$	0,9606	89,52	0,0000
Aparência	$3,4676PIS - 1,324PIS^2$	0,855	26,54	0,0002
Aroma	$154,5247GV + 323,4304PIS - 5,3556GV^2 - 23,5047GV.PIS$	0,9886	152,34	0,0000
Sabor	$10,2772PIS - 4,076PIS^2$	0,8354	22,84	0,0003
Textura	$0,519GV + 5,3793PIS - 0,4224GV.PIS$	0,9549	56,48	0,0000
Cor	$3,4555 PIS - 1,32PIS^2$	0,8545	26,42	0,0002

O coeficiente de determinação (R^2) para todas as funções apresentadas na Tabela 6 foi elevada (variando de 0,8354 até 0,9886), indicando que são explicados 83,54% dos dados da aceitação do sabor e 98,86% da aceitação do aroma. Quando eliminados os fatores não significativos em cada caso, o coeficiente de determinação para a função ajustada continuou alto, podendo ser considerado uma boa função, segundo Khuri e Cornell (1996) e a falta de ajuste não significativa ($P \geq 0,05$) para todas as funções matemáticas.

A partir das funções obtidas, acima discriminadas, foram construídas superfícies de contorno e de resposta para os parâmetros aceitação global, aparência, sabor e cor, as quais são apresentadas nas Figuras 5, 6, 7 e 8, respectivamente.

No apêndice 1 encontram-se as tabelas dos coeficientes de regressão, tabelas com as anovas e figuras com os efeitos de pareto para as variáveis estudadas.

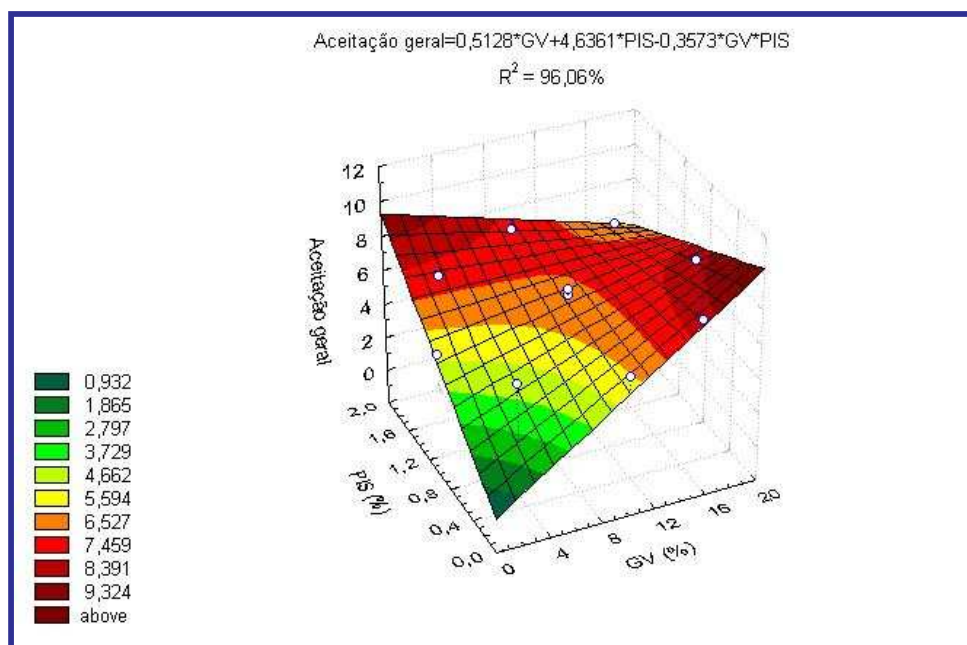
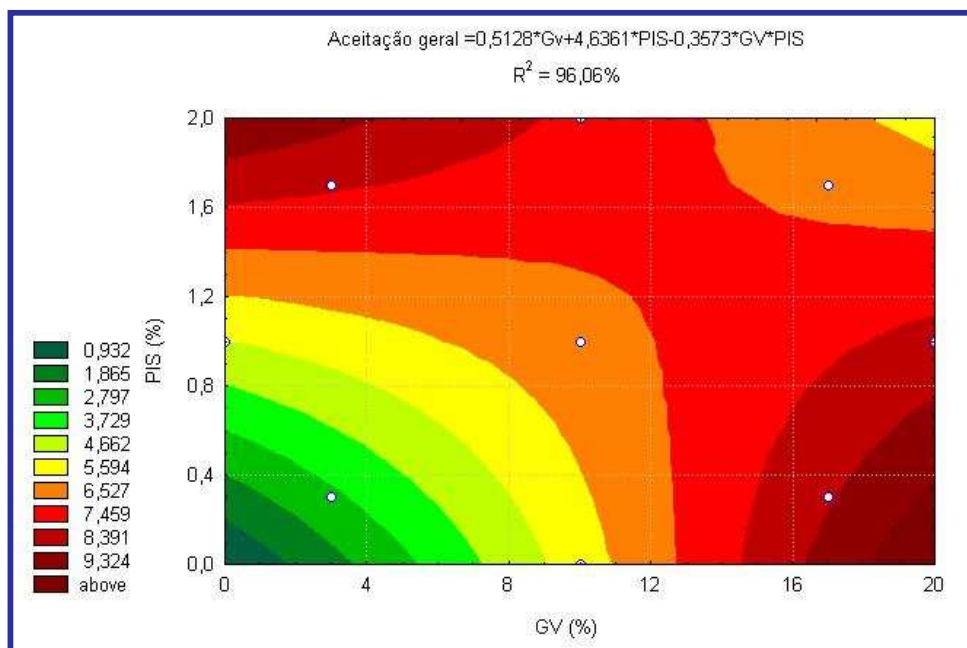


FIGURA 5 - Superfície de contorno e superfície de resposta relativa a aceitação global da “mortadela” de tilápia.

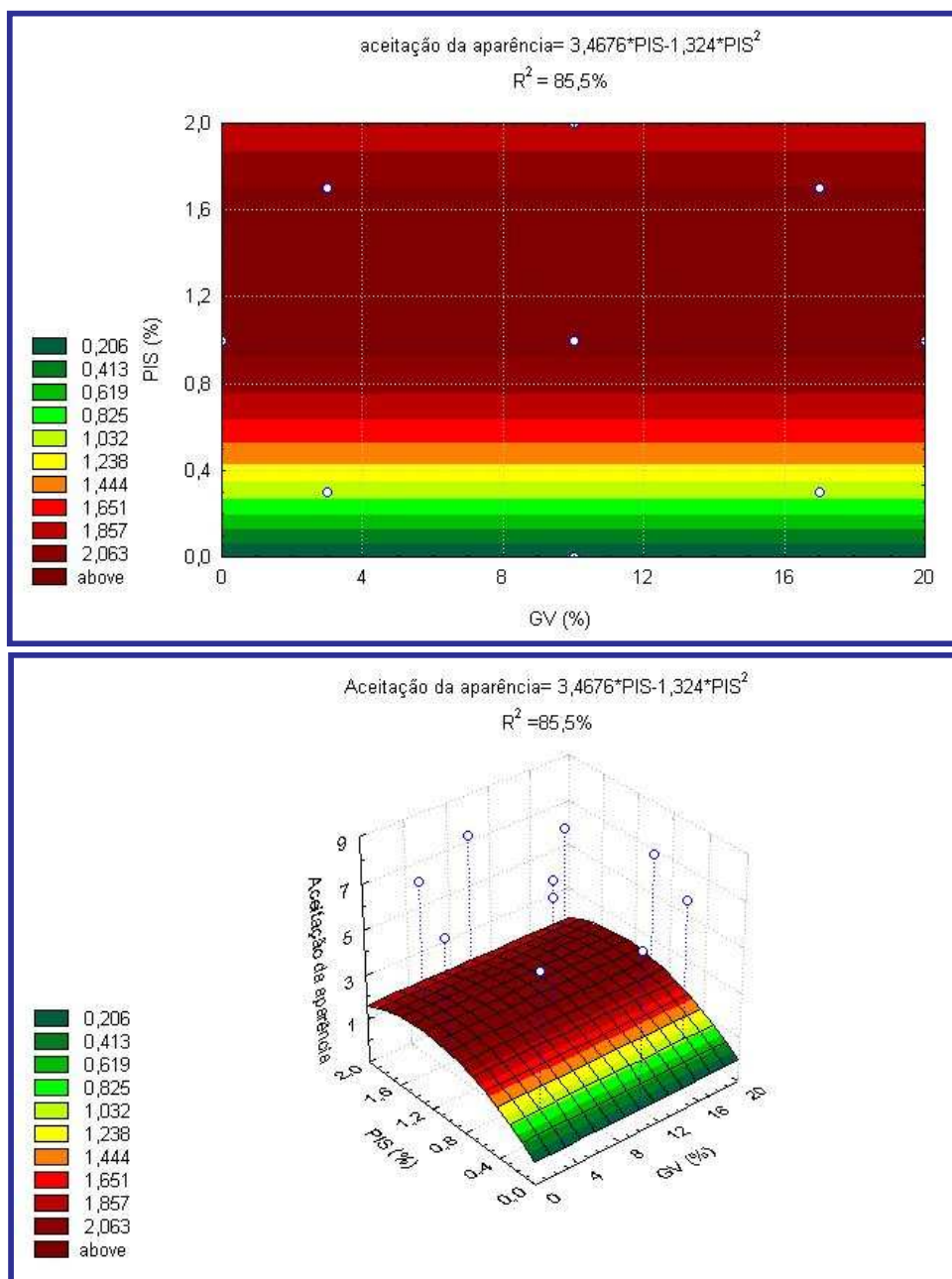


FIGURA 6 - Superfície de contorno e superfície de resposta relativa a aparência da “mortadela” de tilápia.

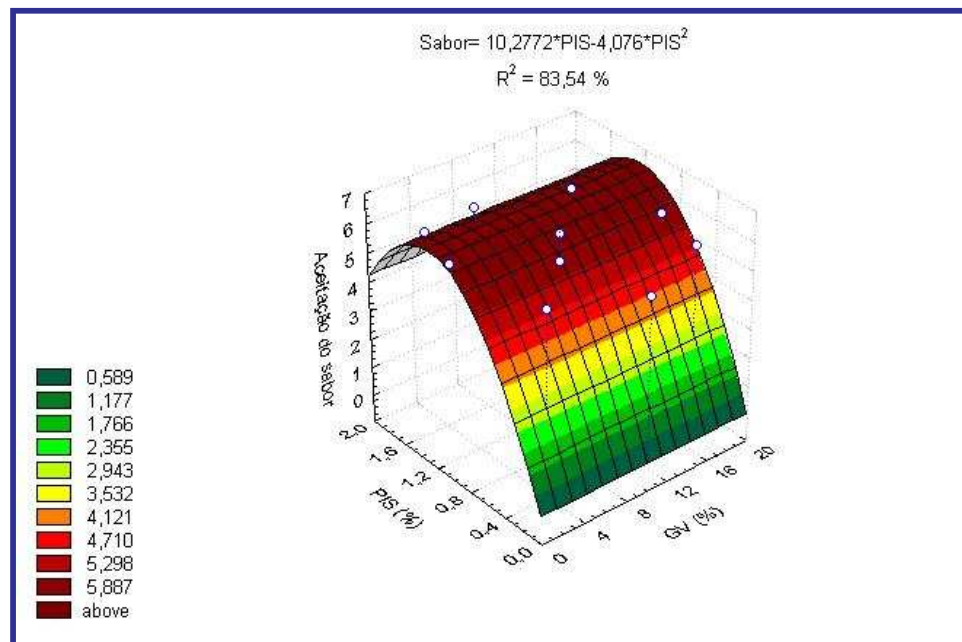
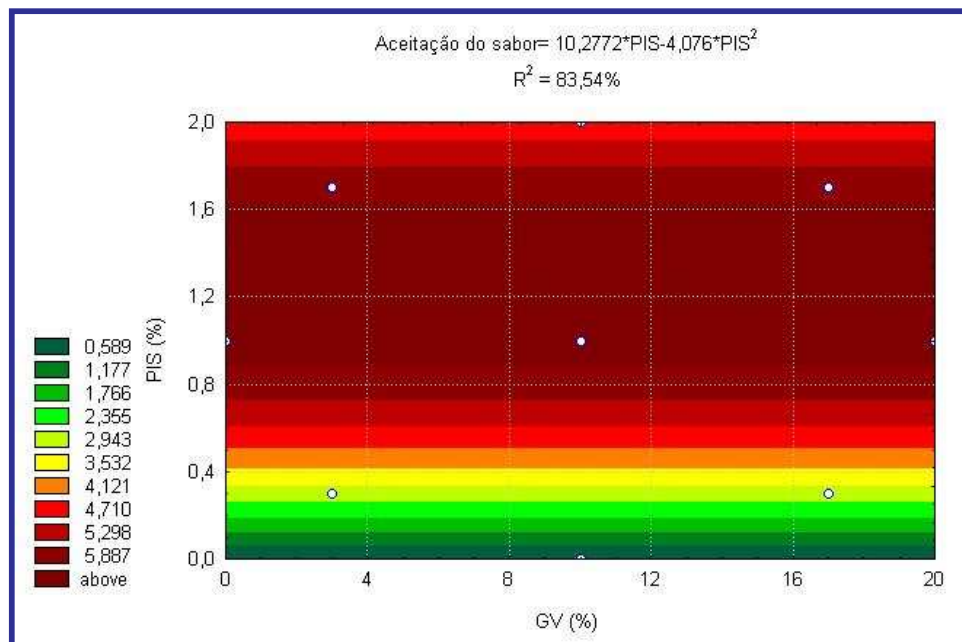


FIGURA 7 - Superfície de contorno e superfície de resposta relativa ao sabor da “mortadela” de tilápia.

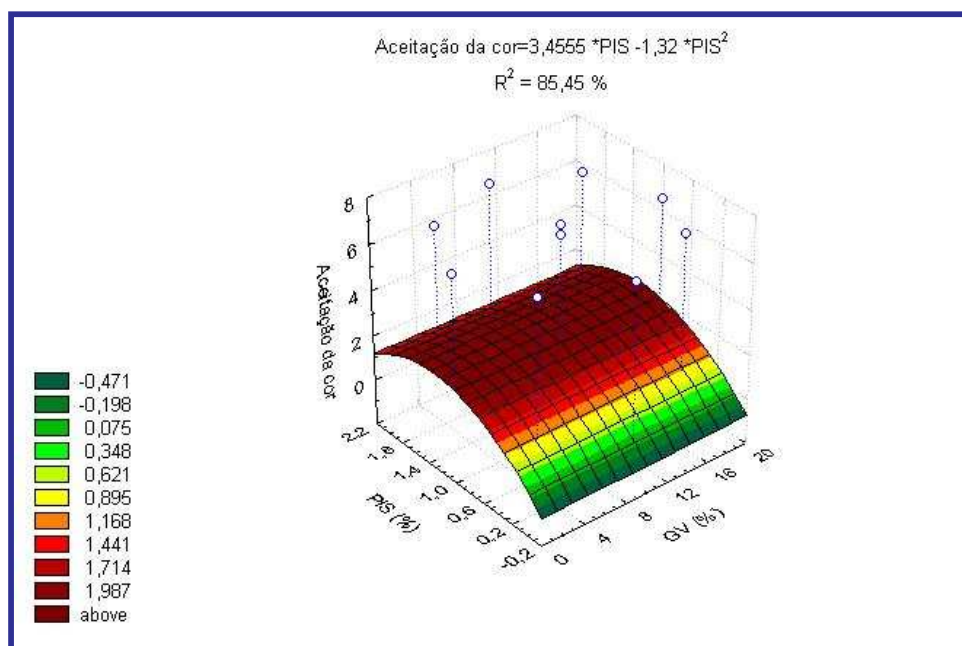
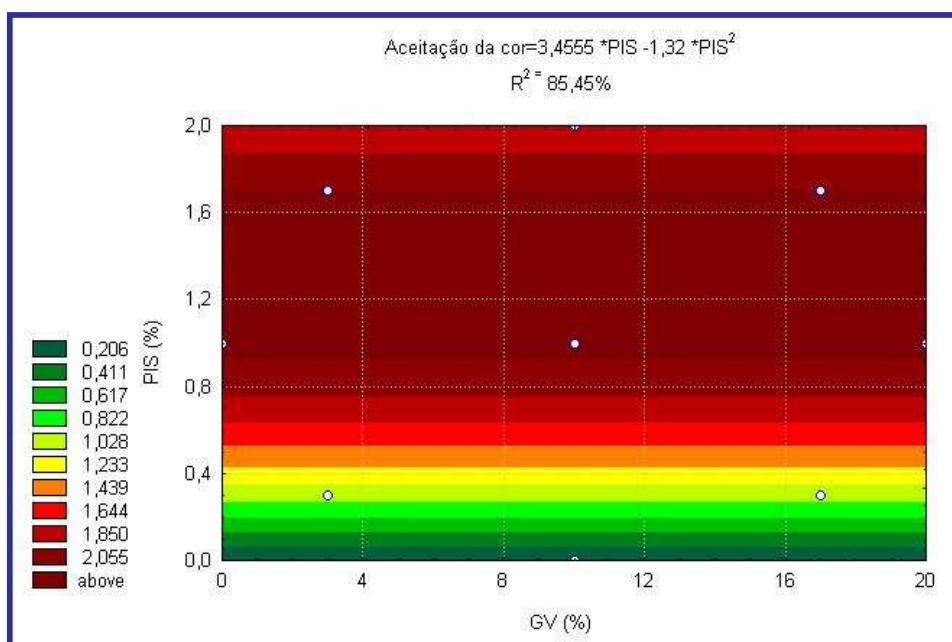


FIGURA 8 - Superfície de contorno e superfície de resposta relativa a cor da “mortadela” de tilápia.

Quando avaliada as áreas de maximização ou minimização dos parâmetros estudados, com base nas figuras de superfície de contorno, obtiveram-se as faixas discriminadas na Tabela 8. Ao relacionar estas áreas com os ensaios realizados, verifica-se que o produto de maior aceitação sensorial é o que possui entre 8 e 12% de GV e de 0,7 a 1,3% de PIS, que se aproxima aos ensaios T₉, T₁₀ e T₁₁ (com 10% de GV e 1,0% PIS), que são replicatas no ponto central.

TABELA 8 - Áreas de maximização ou minimização dos parâmetros estimados

PARÂMETRO	ÁREA	
	GV	PIS
Força cisalhamento (FC)	8 a 12%	0,8 a 1,3%
Aceitação global	15 a 20%	1,6 a 2%
Textura	15 a 20%	1,3 a 2%
Aparência	0 a 20%	0,8 a 1,9%
Cor	0 a 20%	0,8 a 1,9%
Sabor	0 a 20%	0,7 a 1,8%

A atividade água de todos os tratamentos foi constante (0,98), sendo classificado como alimento de alta atividade água (maior que 0,85) segundo Troller (1986), o que pode favorecer a proliferação de microrganismos (JAY, 2005) e, portanto, deve ser armazenado em condições de refrigeração. O pH médio de 6,2 para todas as formulações foi superior ao da matéria-prima, provavelmente devido à adição de polifosfatos alcalinos para a estabilização da emulsão.

A intenção de compra mostrada na Figura 11, onde a percentagem de provadores que pontuaram com 1 e 2 (certamente e provavelmente não compraria) foi considerada rejeição ao produto, os que atribuíram notas 4 e 5 (provavelmente e certamente compraria) como aceitação e os que pontuaram com 3 (talvez sim/talvez não) os provadores neutros, confirma os resultados da

aceitação global (Tabela 6), verificando-se que o ensaio T₅ obteve a maior rejeição (49,2%), enquanto os T₈ e T₁₁ obtiveram maior aceitação (68,3%), seguida pelo T₁₀ (67,2%) .

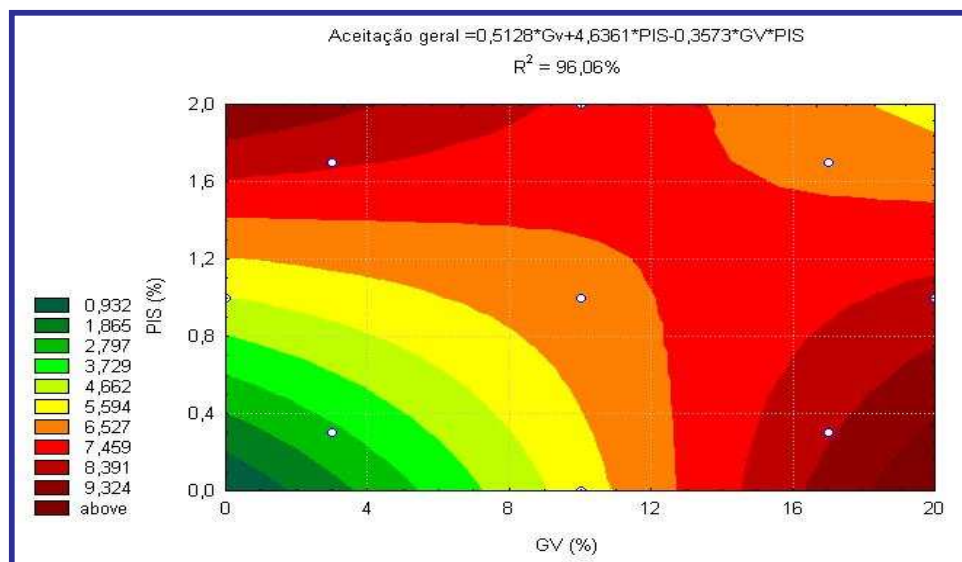


FIGURA 9 - Superfície de contorno relativa a aceitação global da “mortadela” de tilápia.

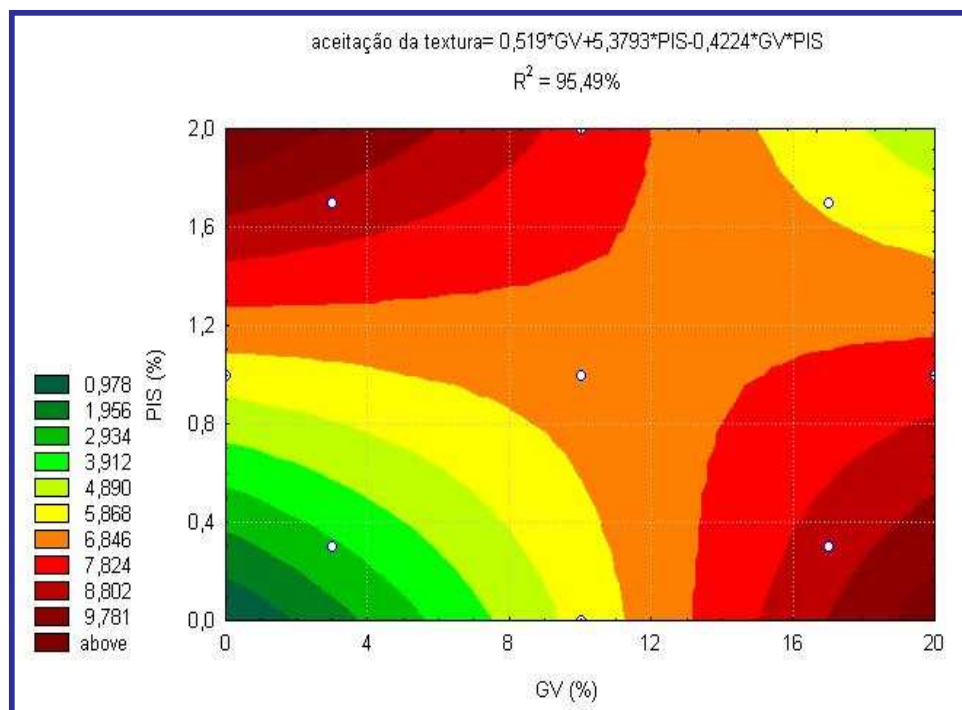


FIGURA 10 - Superfície de contorno relativa a aceitação da textura subjetiva da “mortadela” de tilápia.

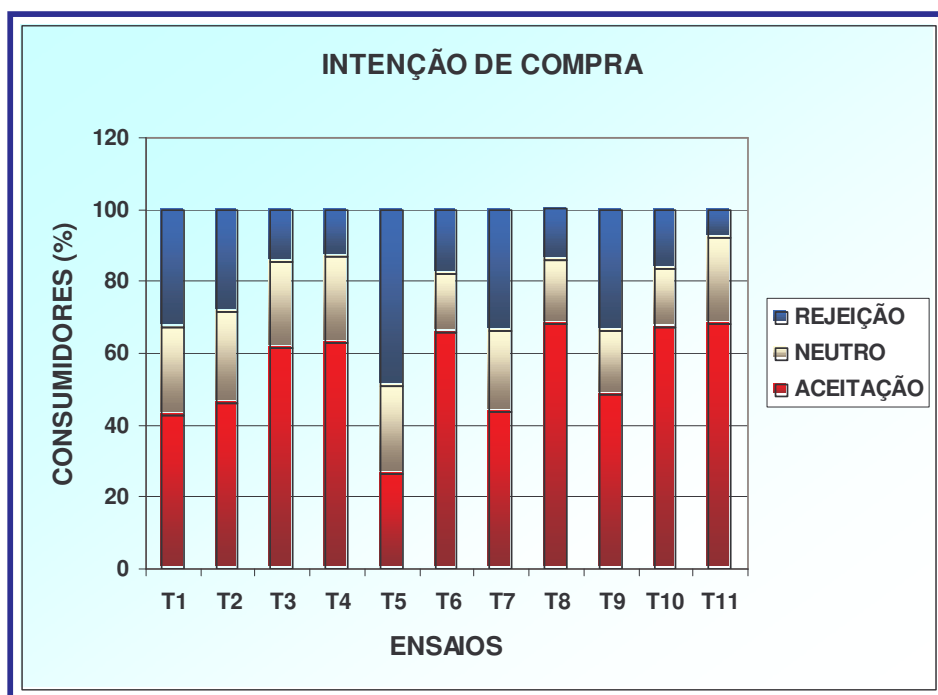


FIGURA 11 – Perfil de intenção de compra das “mortadelas” de tilápia.

4. CONCLUSÕES

Foi possível elaborar emulsionados tipo “mortadela” formulados com carne de tilápia, utilizando associações de gordura vegetal e proteína isolada de soja.

A formulação com 10% de gordura vegetal e 1% de proteína isolada de soja foi a que mais se aproximou do produto otimizado a partir dos contornos resultantes das funções matemáticas, de acordo com as propriedades sensoriais (aceitação global, textura, aparência, cor e sabor) e força de cisalhamento;

A emulsão tipo “mortadela” com maior índice de aceitação global foi a elaborada com médio teor de gordura vegetal e proteína isolada de soja, enquanto o sabor mais apreciado foi o da elaborada com baixo teor de gordura, apesar da textura do produto não ter sido satisfatória, o que remete a necessidade de sua melhoria com baixo teor de gordura, através da adição de diferentes substitutos de gordura.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Research guidelines for Cookery, Sensory and Instrumental tenderness Measurement of fresh meat.** Chigaco, 1995, 48p.

ANUALPEC 2004. **Anuário da pecuária brasileira**, São Paulo: FNP consultoria e agroinformativos, 376 p. 2004.

AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC International.** 17th ed., Gaithersburg, Maryland, 2000.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. Planejamento e otimização de experimentos. Campinas:ed. Unicamp, 1996.

BORTOLUZZI, R.C. Elaboração de fiambres (emulsões) com carne de frango e óleos vegetais. **Tese** (Mestrado-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP), Piracicaba, 1993, 72p.

BOX, G.E.P. e COX, D.R. Na analysis of transformations. J. Roy. Stat. Soc., Ser. B, v.26, p.211-243, 1964.

BREWER, M.S.; WU, S.Y. Display, packaging and meat block location effects on color and lipid oxidation of frozen lean ground beef. Journal of Food Science, v.58, n.6, p.1219-1223, 1993.

CHEMPAKA, M.Y.S.; BABJI, A. S. Effect of non-meat protein, soy protein isolate and sodium caseinate, on the textural properties of chicken bologna. **International Journal of Food science and Nutrition**, v.47, n.4, p.323-329, 1996.

DZIMBA, F.E.J.M. Processamento e avaliação da estabilidade de uma carne condimentada e desidratada tipo *biltong* sul africano. **Tese** (Doutorado – FEA-UNICAMP, Campinas, 2001, 161p.

CIE Colorimetry, **Commision International de l'Eclairage**, 4 ed. Viena, Publication CIE 15.2, 1986.

EMBRAPA. A aqüicultura e a atividade pesqueira. Disponível em <http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=aquic> acesso em 20 fev 2005.

FAO. **Aquacult – PC**: fisheries information, data and statistics (FIDD), time series of prodution from aquaculture (quantities and values) and capture fisheries (quantities). Programa computacional. 2005.

FERREIRA, M.F.; SILVA, A.T.; ROBBS, P.G.; GASPAR, A.; SCHMELZER-NAGAL, W. Avaliação físico-química de salsichas tipo Viena com substituição de gordura animal por óleo de girassol. **Brasilian Journal of Food Tecnology**, Campinas, v.6, n.1, p.1-7, jan/jun, 2003.

GRANER, M. Elaboração de fiambres com as carnes branca e escura de frango. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 49, n. 1, p.167-172, 1992.

HOFFMANN, K.; HAMM, R.; BLUCHEL, E. Neues über die Bestimmung der Wasserbindung des Nut durch Filterpapiermethode. **Fleischwirtschaft**, n.62, p. 87-94, 1982.

JAY, J.M. **Microbiologia de alimentos**, 6.ed.- Porto Alegre: Artmed, 711p., 2005.

KATSARAS, K.; PEETZ, P. Soy protein. Effects on the technological and morphological properties of Bologna-type sausages. **Fleischwirtschaft**. v.74, p.839-842, 1994.

KRURI, A.I.; CORNELL, J.A. **Response surfaces: designs and analyses**. 2.ed., New York: Marcel Dekker, 1996.

LEISTNER, L. Mould-fermented foods: recent developments. **Food Biotechnology**. V.4, n.433-441, 1990.

LEMOS, A. L. S. C. Produtos carnes do tipo "light" In: **Seminário e Workshop Processamento de emulsionados e reestruturados**. ITAL, Campinas, 1998, 15-24, p.

MACEDO-VIEGAS, E.M.; SOUZA, M.L.R.; KRONKAS, S.N. estudo da carcaça de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em quatro categorias de peso. **Acta Scientiarum**, v.19, n.3, p.863-870, 1999.

MAKRAKIS, S. et al. Avaliação do rendimento de filé, pele, vísceras, cabeça, carcaça e resíduos, utilizando-se diferentes dietas balanceadas na engorda de Tilápia. In: **International Symposium on Tilapia Aquaculture**, 5, 2000, Rio de Janeiro. Proceedings.... Rio de Janeiro: Panorama da Aquicultura, p.435-439, 2000.

MORAIS, C.; MARTINS, J.F.P. Considerações sobre o aproveitamento de sobras da industrialização de pescado na elaboração de produtos alimentícios. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18, n.3, p.254-281, jul/set. 1981.

MOREIRA, R.T. Efeito da proteína texturizada de soja na qualidade de emulsão de carne de frango, elaborada com óleos vegetais. **Tese** (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP). Piracicaba, 1994. 85p

MOREIRA, R.T.; LEMOS, A.L.D.S.C.; CRISTIANINI, M. Effect of fat content and soy isolate protein on texture of fish emulsified type sausage 2002 Annual Meeting and Food Expo - Anaheim, California Disponível em (http://ift.confex.com/ift/2002/techprogram/paper_12292.htm). Acesso em 21 de jun. de 2005.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. London, CRP Press, Inc. 1991. 287p.

OETTERER, M. Agroindústrias beneficiadoras de pescado cultivado. In: **Seminário e Workshop "Tecnologia para aproveitamento integral do pescado"** ITAL, Campinas, 22 e 23 de maio de 2000.

OETTERER, M. Tecnologia do pescado: da adoção de técnicas de beneficiamento e conservação do pescado de água doce. Disponível em <www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/beneficiamento.pdf> Acesso em 16 de fev. de 2005.

ORDÓÑEZ-PEREDA, J.A. et al. **Tecnología de Alimentos – Origen animal** trad. Fátima Murad. Porto alegre, Artmed, 279p., 2005.

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

PARK, J. et al. Properties of low-fat frankfurters containing monounsaturated and omega-3 polyunsaturated oils. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, n. 3, p.500-504, 1989

PIETRASIK, Z.; DUDA, Z. Effect of fat content and soy protein/carrageenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages. **Meat Science**, v.56, p.181- 188, 2000.

RUTKOWSKI, A.; GWIAZDA, S.; KISZA, J. Substitution of animal fat by vegetable oil in food products for hypocholesterolemic diet. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. ¾, p.77-84, jul./dez., 1990.

SÁNCHEZ, D.; VILLEGAS, L. Desarrollo de embutidos a partir de la fauna acompañante del camaron. Informe de la Tercera Consulta de Expertos sobre Tecnologia de Productos Pesqueros en America Latina. Porlamar, Venezuela, 21-25 de marzo de 1994. In: **FAO Informe de Pesca** n.538, Roma, p.9-15, 1996.

STONE, H.; SIDEL, J.L. Affective testing. In: STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. Academic Press, London. 1993. Cap.7.p.243-270. Compusense Inc. – 111 Farquhar St. Guelph, Ontário – Canadá N1h 3n4 – Presidente: Ph.D. Christopher J. Findlay. Fax: 519-836 9898.

TROLLER, J.A. Water relations of foodborne bacterial pathogens- an update review. **Journal of Food Protection**. v.49, p.656-670, 1986.

WAKELING, C.; MacFIE, H.J. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, v.6, p. 299-308, 1995.

ZAR, J.H. Biostatistical analysis. 4th. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 121p, 1999.

YANG, A.; TROUT, G.R.; SHAY, B.J. Evaluation of carrageenan, isolated soy protein and a modified starch in low-fat frankfurters. In: proceedings of the 41 st annual international congress of meat science and technology, p.435, San Antonio, Texas, USA, 20-25 August, 1995.

CAPÍTULO 4

CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL DE EMBUTIDO EMULSIONADO DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus* L.)

RESUMO

Emulsões cárneas são produtos bastante populares no Brasil e representam um importante segmento das carnes industrializadas. A análise microscópica dos alimentos é muito importante para se verificar o efeito dos tratamentos sobre sua estrutura e seus componentes. Assim, estudou-se a microestrutura de emulsão processada com músculo de tilápia para verificar o efeito da adição de gordura vegetal (GV) e da proteína isolada de soja (PIS). As observações da microestrutura das emulsões foram efetuadas utilizando-se um microscópio ótico e um microscópio eletrônico de varredura, sob aceleração 15kw (modelo JSM-T300). Verificou-se que a textura do produto é descontínua, formando tecido semelhante a uma rede de malhas irregulares, que é conservada independentemente da quantidade de gordura vegetal (GV) ou de proteína isolada de soja (PIS). O tecido apresentou ainda vários orifícios de ar e abrigou porções de músculo, que ocuparam pequenas áreas com distribuição irregular, contendo geralmente, duas a três fibras musculares, conservando o padrão de músculo esquelético. A gordura e a proteína isolada de soja tiveram distribuição aleatória no tecido e foram independentes da quantidade empregada na formulação e que a gordura retida na malha protéica e a proteína do filé de tilápia são as responsáveis pela estrutura do produto.

Palavras chave: embutido tipo “mortadela”, tilápia, microestrutura, proteína isolada de soja, gordura vegetal.

1. INTRODUÇÃO

Produtos cárneos emulsionados, tipo salsichas, salsichões e mortadelas são bastante populares, consumidos tanto em nível doméstico como no mercado de alimentação rápida. Representam um relevante segmento das carnes industrializadas, sendo integrante da dieta dos brasileiros, com considerável importância em nossa economia, uma vez que, é estimado um consumo per capita anual de dois kg destes produtos (BETANHO et al., 1994).

Segundo Foegeding (1989) os produtos emulsionados, como as salsichas e “mortadelas”, são assim denominados por serem fabricados a partir da trituração de carnes e demais ingredientes até a obtenção de uma massa homogênea. Essa massa (“batter”) ou emulsão cárnea é produzida pela cominuição da carne com o sal e outros ingredientes que formou uma dispersão constituída de água, gordura e proteína. A capacidade emulsificante das proteínas pode ser definida como o volume, em mililitros, que pode ser emulsificado por um grama de proteína antes que ocorra a quebra ou inversão da emulsão (BATER e MAURER, 1991).

Lin e Zayas (1987) relataram a importância da proteína de gérmen de milho na formulação de salsicha, para estabilizar a gordura da emulsão, como também na formação de um filme protéico na superfície dos glóbulos de gordura para prevenir a coalescência, que poderá ocorrer durante o tratamento térmico.

De acordo com Buchheim (1998), o estudo da estrutura de um alimento pode ser realizado com técnicas de microscopia, uma vez que existe uma relação entre as propriedades químicas e físicas dos sistemas alimentares e sua correspondente estrutura microscópica. Estas propriedades poderão até definir os parâmetros de qualidade que determinam a aceitação dos produtos por parte do consumidor.

Existem vários estudos sobre a microestrutura de emulsões cárneas, como o desenvolvido por Liboff et al. (1988) que estudaram alguns métodos de preparação de amostras de emulsão para microscopia eletrônica;

Gnanasambandam e Zayas (1994) apresentaram a microestrutura de salsicha tipo Frankfurte adicionada de proteína de gérmen de trigo; Moreira (1994) estudou a microestrutura da emulsão de carne de frango, elaborada com adição de 20% de óleo vegetal e proteína texturizada de soja (PTS), verificando que o produto se apresentou estável; Chin et al. (1998) estudaram as propriedades de textura e microestrutura de emulsão tipo Bolonha utilizando misturas de konjac e observaram que a adição do gel pré-hidratado de konjac apresentou uma matriz protéica menos coesa quando comparada com a obtida através da adição de konjac na forma de pó seco; Olivo e Shimokomaki (2001) observaram evidências da participação do colágeno na composição do Filme Protéico Interfacial (FPI), estabilizando os glóbulos de gordura nas microfotografias das lâminas coradas de embutidos cárneos emulsionados.

A microestrutura de produtos emulsionados tipo Bolonha utilizando várias combinações de carpa prateada e carne foi estudada por Angel e Weimberg (1979). Os autores concluíram que a microestrutura da emulsão apresentou uma matriz boa com gotículas dispersas.

A análise microscópica dos alimentos é muito importante para se verificar o efeito dos tratamentos sobre sua estrutura e seus componentes. Assim, na presente pesquisa, estudou-se a microestrutura de emulsão processada com filé de tilápia para verificar o efeito da adição de gordura vegetal (GV) e da proteína isolada de soja (PIS).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Elaboração da emulsão

Foram preparados cinco tipos de emulsão utilizando-se filé de tilápia, na planta piloto do Centro de Tecnologia de Carnes (CTC) do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). Os ingredientes adicionados nas diferentes formulações foram: 2% de NaCl; 0,25% de sal de cura (DiCARNE); 0,25% de antioxidante (DiCARNE); 0,3% de polifosfato (DiCARNE); 0,68% de condimentos (FUCHS); 0,2% de açúcar e 3,5% de fécula de mandioca (DiCARNE). A formulação A com

zero de gordura vegetal (GV) e 1% de proteína isolada de soja (PIS - Samprosoy 90 MP - BUNGE); B com 15% de GV (Sancreme Sanplast 24 - BUNGE) e 1,7% de PIS; C com 20% de GV e 1% de PIS; D com 10% de GV e zero de PIS e E com 10% de GV e 1% de PIS.

O filé sem pele de tilápia previamente moído e homogeneizado foi transferido para o “cutter” onde foi triturado por 2 minutos com $\frac{1}{4}$ de gelo, PIS, sal e fosfato. A seguir, foram adicionados os condimentos, sal de cura e mais $\frac{1}{4}$ do gelo, triturando-se por mais 30 segundos. Adicionou-se a GV e mais $\frac{1}{4}$ do gelo, triturando-se por mais 30 segundos. Acrescentou-se o amido, antioxidante e o restante do gelo, moendo-se por mais um minuto. Fez-se vácuo na massa para a retirada do ar.

A massa obtida foi embutida em tripa plástica de poliamida com pigmentação vermelha, encolhíveis e impermeáveis de nove mm de diâmetro, grampeadas a cada 20 cm aproximadamente, com obtenção de peças de cerca de 600 gramas.

A seguir, a massa embutida foi cozida em estufa até temperatura interna atingir 72°C. O esfriamento foi realizado sob água corrente, até atingir 40°C, permanecendo sob temperatura ambiente até equalização, quando foi conduzido à câmara de resfriamento sob temperatura de 4°C, até a realização das diversas análises.

A análise de estabilidade da emulsão foi realizada em amostras coletadas da embutideira, segundo o método citado por Parks e Carpenter (1987), no qual se utiliza o funil da embutideira para transferir 45 a 50g da amostra da massa tipo emulsão pronta, em bolsas de poliamida (nylon) e polietileno. As amostras foram pesadas e a extremidade aberta foi termicamente selada. Procedeu-se à cocção em água a 70°C por 60 min e as amostras cozidas foram novamente pesadas e calculadas a perda de peso.

2.2. Análise da microestrutura

2.2.1. Microscopia ótica

As observações da microestrutura das emulsões foram efetuadas utilizando-se um microscópio ótico, binocular, modelo Jenaval, em amostras preparadas conforme procedimento descrito por Behmer et al. (1976) e Gahan (1984).

2.2.2. Microscopia eletrônica de varredura (SEM)

A microestrutura das emulsões foi observada ao microscópio eletrônico de varredura sob aceleração 15kw (modelo JSM-T300). A preparação das amostras seguiu o método descrito por Souza (1998), que consistiu em se obter dupla fixação, desidratação e secagem em ponto crítico de CO₂ das amostras, as quais foram colocadas sobre fita adesiva metálica colada em suportes cilíndricos metálicos (diâmetro de 10 mm). A seguir, foram metalizadas com fina camada de ouro em evaporador (modelo CPD-030), durante 180 segundos, sob corrente de 40 mA.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As microfotografias apresentadas nas Figuras 1, 2, 3, 4 e 5 representam as formulações A (0% GV e 1% PIS), D (10% GV e 0% PIS), C (20% GV e 1% PIS), E (10% GV e 1% PIS) e B (15% GV e 2% PIS), respectivamente. As formulações não apresentaram diferenças estruturais entre si e de um modo geral, verificou-se que a textura do produto é descontínua, formando tecido semelhante à uma rede de malhas irregulares, que é conservada independentemente da quantidade de gordura vegetal (GV) ou de proteína isolada de soja (PIS). O tecido apresentou ainda vários orifícios de ar e abrigou porções de músculo, que ocuparam pequenas áreas, com distribuição irregular contendo, geralmente, duas a três fibras musculares, conservando o padrão de músculo esquelético.

Alvarez-Parrilla e Lluch (1997) verificaram, através da microscopia, que a estrutura típica do músculo de pescado modificou-se ao transformar-se no gel kamaboko. Este se caracterizou como uma estrutura reticular protéica com alvéolos maiores, podendo-se distinguir regiões de alta e baixa densidade protéica

e esporadicamente, algum fragmento de fibra muscular que não tenha se transformado e, portanto mantendo-se com seu aspecto primitivo.

Os resultados, do presente trabalho, diferem dos obtidos por Alvarez-Parrilla e Lluch (1997), uma vez que a avaliação microscópica foi realizada nas emulsões de carne, que possuem grande coesividade entre os fragmentos, a sua matriz protéica é espessa e os glóbulos de gordura não são muito uniformes, o que não se enquadra na definição de emulsão. Segundo Wirth (1985) o termo “emulsão de carne” não é exato, já que do ponto de vista físico-químico coexistem pelo menos três sistemas: 1) uma suspensão de partículas grosseiras de tecido em água, 2) um gel formado pelo material protéico e pelo tecido adiposo e, 3) uma mistura, tipo emulsão, das gorduras, proteínas e água.

As lâminas preparadas com azul brilhante de Coomassie (Figuras 6 e 7) apresentaram as redes totalmente azuis, indicando que a massa do produto é constituída de proteína solubilizada e proteína íntegra de músculo.

A gordura se distribui aleatoriamente no tecido, conforme a quantidade empregada na formulação, estando apenas retida pela malha protéica. A coloração Sudan IV (Figuras 8 e 9) permitiu observar isoladamente os glóbulos de gordura e de óleo. Nas preparações sem adição de GV, o lípide presente é original do filé de tilápia utilizado.

Segundo Schut (1976) e Klemaszewski et al. (1989), a presença de glóbulos de gordura relativamente pequenos dentro da fase dispersa representa maior estabilidade da emulsão, desde que haja suficiente quantidade de agente emulsionante para envolver todas as partículas.

Theno e Schmidt (1978) também afirmaram que as salsichas comerciais que apresentavam pequenas gotículas de gordura e distribuição uniforme eram emulsões cárneas verdadeiras, não sendo assim considerados, quando os produtos apresentavam grandes glóbulos de gordura. Esta afirmação de que a estabilidade de uma massa é indicada pelo tamanho dos glóbulos de gordura e sua distribuição na mesma, foi corroborada por Gnanasambandam e Zayas (1994)

e Sulzbacher (1973) sugeriu utilizar, como indicativo do ponto final da emulsão, o tamanho do glóbulo de gordura.



FIGURA 1 - Emulsão processada com tilápia (0% GV e 1% PIS)

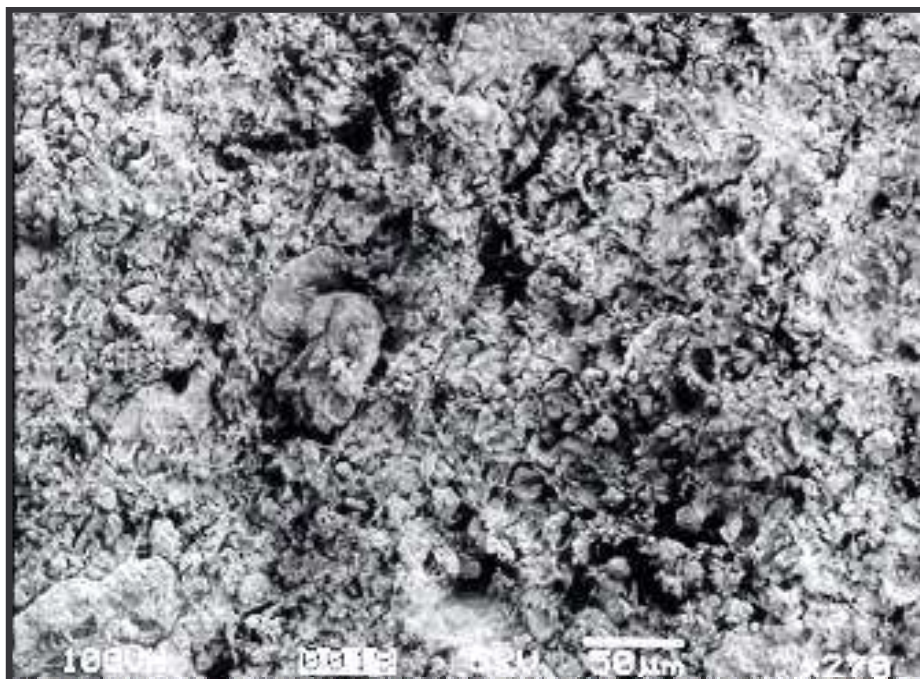


FIGURA 2 – Emulsão processada com tilápia (10% GV e 0% PIS)

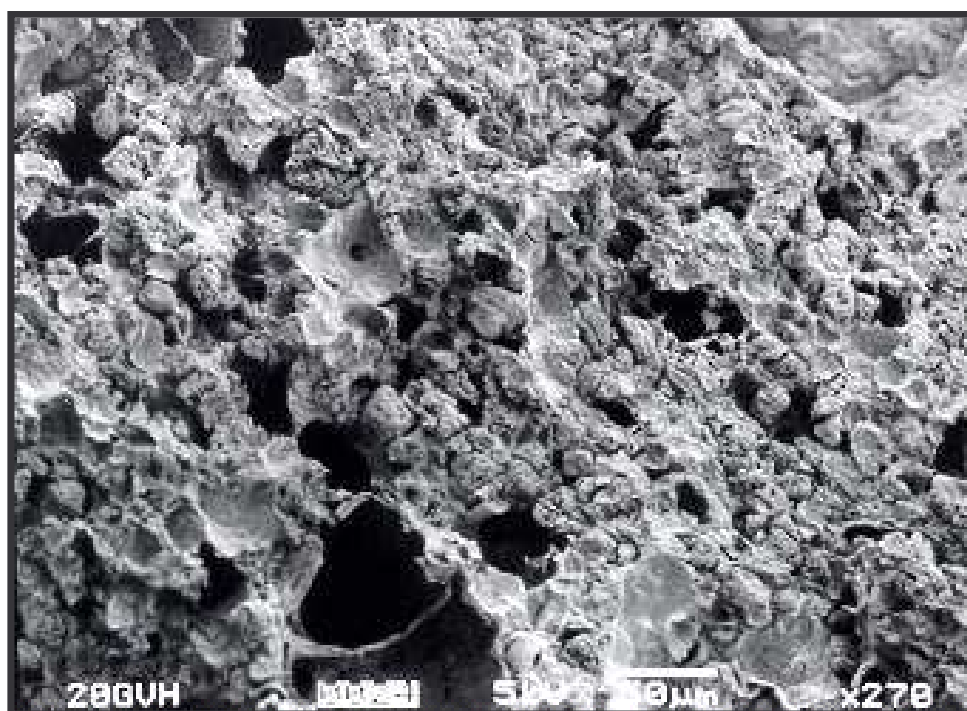


FIGURA 3 - Emulsão processada com tilápia (20% GV e 1% PIS)

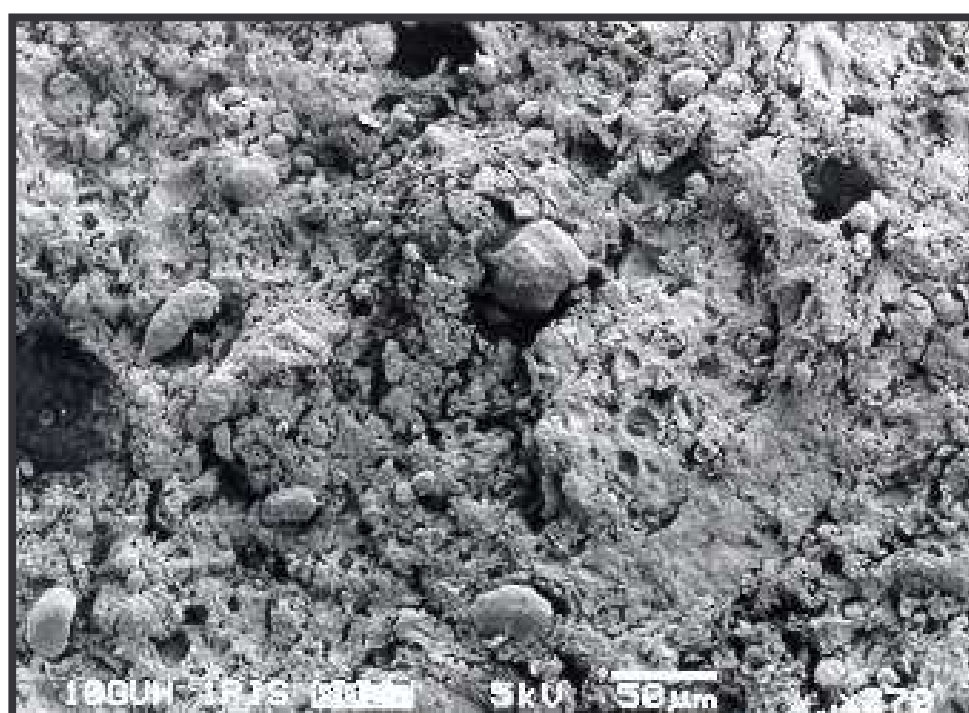


FIGURA 4 - Emulsão processada com tilápia (10% de GV e 1% PIS)



FIGURA 5 - Emulsão processada com tilápia (15% GV e 2% PIS)

Meyer et al. (1964) verificaram um maior tamanho e distribuição heterogênea dos glóbulos de óleo na emulsão sem Proteína Texturizada de Soja (PTS), enquanto naqueles com 20% de PTS os glóbulos de óleo mostraram-se menores e numerosos, demonstrando que a adição de PTS favoreceu a dispersão do óleo e melhorou a estabilidade da emulsão.

Nenhuma das formulações estudadas apresentou perda da estabilidade da emulsão e de peso no cozimento, isso foi provavelmente devido ao tipo de embalagem utilizado, que funcionou como uma barreira e a forma de embutimento que não foi a vácuo.

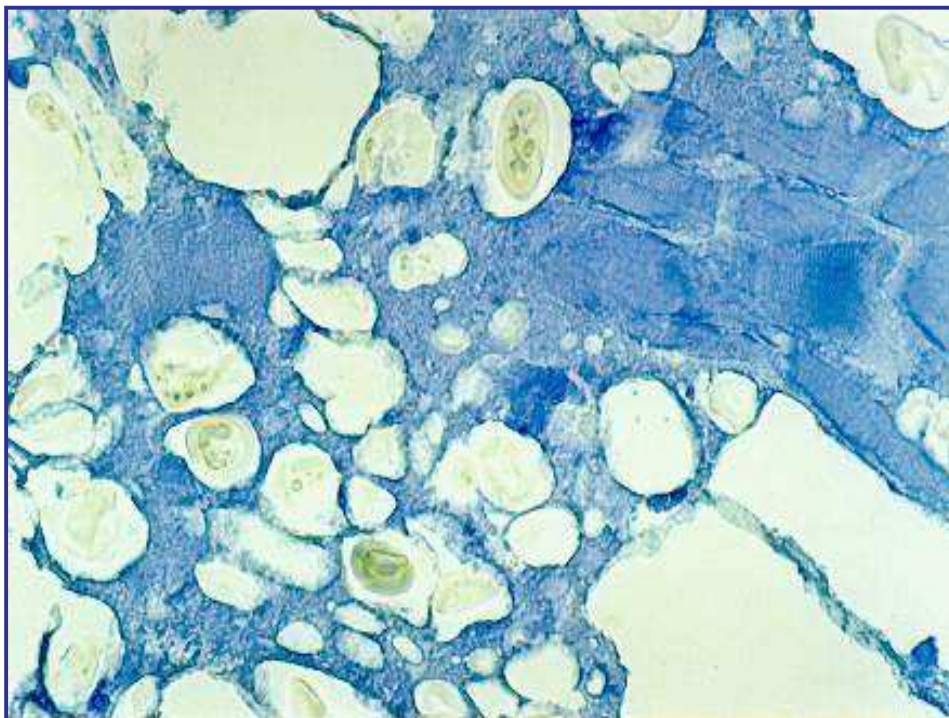


FIGURA 6 - Emulsão processada com tilápia (10% GV e 1% PIS), coloração azul brilhante de Coomassie.

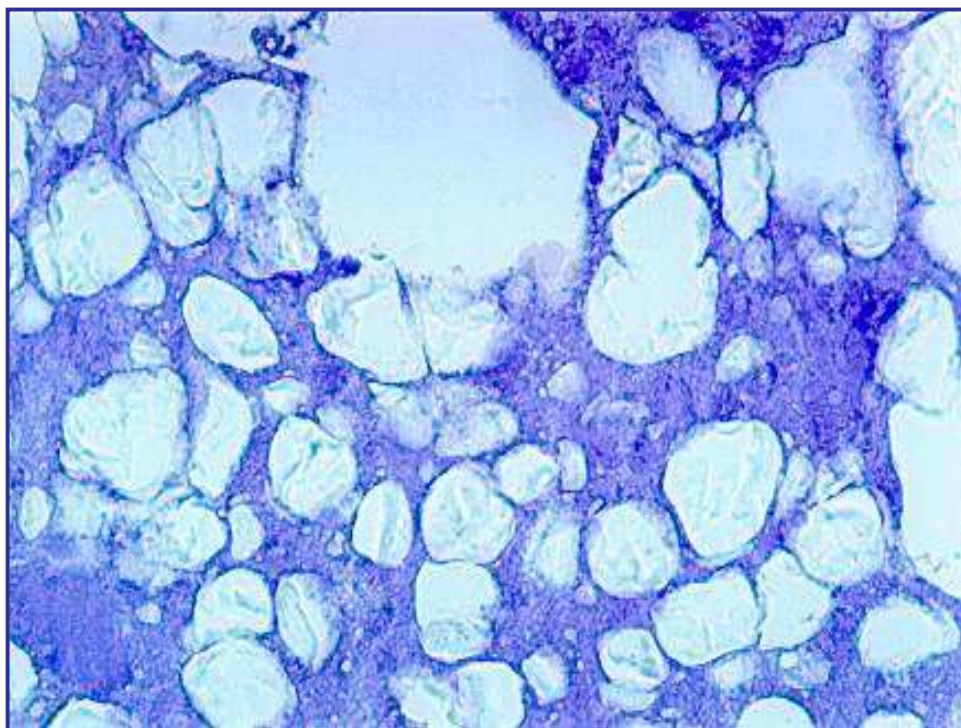


FIGURA 7 - Emulsão processada com tilápia (15% GV e 2% PIS), coloração azul brilhante de Coomassie.

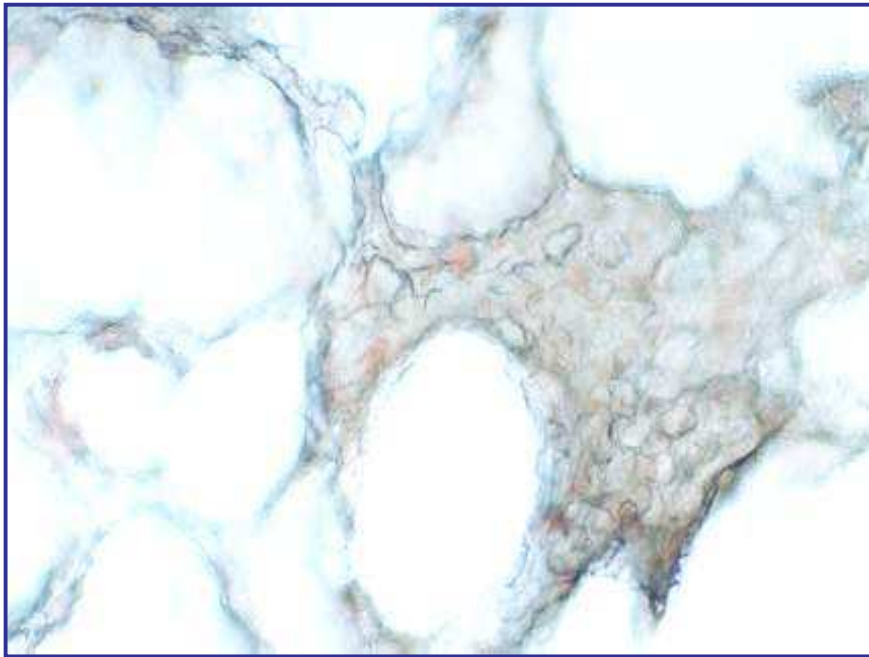


FIGURA 8 - Emulsão processada com tilápia (10% GV e 1% PIS), coloração Sudan.

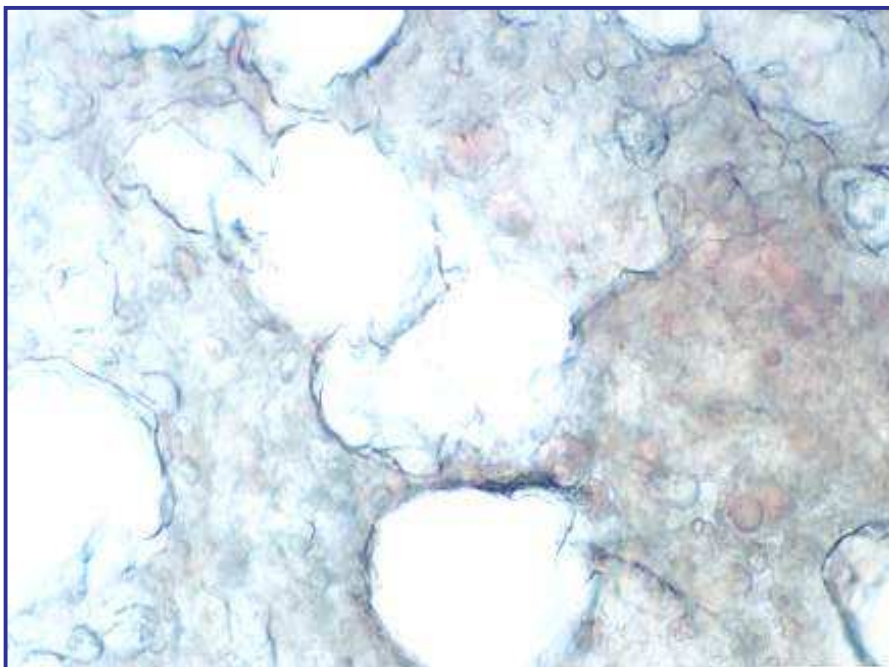


FIGURA 9 - Emulsão processada com tilápia (15% GV e 2% PIS), coloração Sudan.

4. CONCLUSÕES

A gordura e a proteína isolada de soja tiveram distribuição aleatória no tecido e foram independentes da quantidade empregada na formulação;

Verificou-se que a gordura retida na malha protéica e a proteína do filé de tilápia são as responsáveis pela estrutura do produto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVAREZ-PARRILLA, E.; LLUCH, A. P. M. A. Preparación y caracterización química y microestructural de surimi de merluza (*Merluccius merluccius*) y de jurel (*Trachurus trachurus*). Food Science and technology Internacional, v.3, p.49-60, 1997.

ANGEL, S.; WEINBERG, Z.G. Development of emulsion-based product from minced silvercarp in Israel. **Journal Food Technology**, v.14,n.4, p.405-419, 1979.

BATER, B. ; MAURER, A.J. Effects of fat source and final cominution temperature on fat particle dispersão, emulsion stability, and textural characteristic of turkey frankfurters - 1. **Poultry Science**, v. 70, n. 6, p. 1424-1429, 1991.

BEHMER, O.A.; TOLOSA,E.M.C.; FREITAS NETO, A.G. **Manual de técnicas para histologia normal e patologia**, São Paulo: EDART Livraria e Editora Ltda., 1976.

BETANHO, C.; SHIMOKOMAKI, M.; RUBISON, O. Estabilidade das emulsões cárneas. **Revista Nacional da Carne**, v.18, n.210, p.85-90, 1994.

BUCHHEIM, W. **Foodstuffs**. In: Procedures in electron microscopy. London: John Wiley, 1998.

CHIN, K.B.; KEETON, J.T.; LONGNECKER, M.T.; LAMKEY,J.W. Functional, textural and microstructural properties of low-fat bologna (model system) with a konjac blend. **Journal of Food Science**, v.63,n.5, p.801-807, 1998.

FOEGEDING, E.A. **Gelation in meat batters**. In: ANNUAL RECIPROCAL MEAT CONFERENCE. 41. Laramie, 1988. Proceedings. Chicago, National Live Stock and Meat Board; American Meat science association, 1989. P.44-47.

GAHAN, P. B. Plant histochemistry and cytochemistry-an introduction, Academic Press, 1984.

GNANASAMBANDAM, R.; ZAYAS, J.F. Microestructure of frankfurters extended with wheat germ proteins. **Journal of Food Science**, v.59,n.3, p.474-477, 1994.

KLENASZEWSKI, J.L.; HAQUE,Z.; KINSELLA, J.E. As eletronic imaging system for determining droplet size and dynamic breakdown of protein stabilized emulsions. **Journal of Food Science**, v.54,n.2, p.440-445, 1989.

LIBOFF, M.; GOFF, H.D.; HAQUE,Z.; JORDAN, W.K.; KINSELLA, J.E. Changes in the ultrastructure of emulsions as a result of electron microscopy preparation procedures. **Food Microstructure**, v.7, p. 67-74, 1988.

LIN, C.S.; ZAYAS, J.F. Microstructural comparisons of meat emulsions prepared from corn protein emulsified and unemulsified fat. **Journal of Food Science**, v.52, p.267-270, 1987

MOREIRA, R.T. Efeito da proteína texturizada de soja na qualidade de emulsão de carne de frango, elaborada com óleos vegetais. Piracicaba, (Mestrado - Escola Superior de agricultura "Luiz de Queiroz"/USP). 85p, 1994.

MEYER, J.A.; BROWN, W.L.; GILTNER, N.E.; GUINN, J.R. Effect of emulsifiers on the stability of sausage emulsions. **Food Technology**, v.18,n.11,p.138-140, 1964.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. **Carnes: no caminho da pesquisa**. Cocal do Sul:IMPRINT, 2001, 155p.

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

SCHUT, J. Meat emulsions. In: FRIBERG, S., ed. **Food emulsions**, New York, Marcel Dekker, p.385-459, 1976.

SOUZA, W. **Técnicas básicas de microscopia eletrônica aplicada às ciências biológicas**, Sociedade Brasileira de Microscopia, 1998.

SULZBACHER, W.L. Meat Emulsions. **Journal Food Science Agric.** v.24, p.589-595, 1973.

THENO, D.M.; SCHMIDT, G.R. Microstructural comparisons of three comercial frankfurters. **Journal Food Science**, v.43, p.845-848, 1978.

WIRTH, E. Embutido escaldado. Fijación de água, fijación de grasa, formación de la estructura. **Fleischwirtschaft** (espanhol), v.2, p.4-14, 1985.

CAPÍTULO 5

HIDROCOLÓIDES NA ELABORAÇÃO DE UM PRODUTO EMULSIONADO TIPO “MORTADELA” DE TILÁPIA

RESUMO

Os consumidores estão cada dia mais conscientes da importância da manutenção da saúde e isto os tem levado a se interessarem por uma alimentação mais balanceada em termos de calorias. Assim, foi elaborado um emulsionado fatiável tipo “mortadela” com baixo teor de gordura, utilizando como matéria-prima o filé da tilápia associado com hidrocolóides. Conduziu-se um experimento com misturas variando-se o teor dos hidrocolóides (carragena, xantana e goma locusta), sendo os produtos analisados quanto ao teor de umidade, lipídeos, textura, cor, capacidade de retenção de água (CRA), fatiabilidade, atividade água, a avaliação sensorial (aparência, cor, aroma, aspecto geral, textura) e foi verificada a intenção de compra. Os dados foram analisados através da Metodologia de Superfície de Resposta (MSR), tendo-se obtidas funções matemáticas com coeficiente de determinação (R^2) bastante satisfatório (de 0,98 a 0,99) e construído uma superfície de contorno com base na função gerada para as principais respostas. Nenhuma das formulações estudadas apresentou perda de peso no cozimento, tão pouco se observou exsudado e perda da estabilidade da emulsão. Todos os hidrocolóides interferiram nas variáveis respostas (umidade, lipídeos, CRA, FC, L^* , a^* , b^* , pH, Aa e fatiabilidade) de forma positiva, exceto a carragena que influenciou positivamente na resposta luminosidade até uma certa quantidade adicionada, não existindo proporcionalidade nesta relação; o mesmo ocorrendo em relação à interação carragena com a xantana para a cor vermelha. Na avaliação da aceitação sensorial, no tocante a aparência, houve preferência pelo produto elaborado com a mistura de carragena e xantana em partes iguais, enquanto na aceitação global, textura e sabor, a preferência foi pela “mortadela” elaborada com 2/3 de carragena, 1/6 de xantana e 1/6 de LBG. Concluiu-se que Os embutidos emulsionados elaborados a partir de tilápia, com adição de hidrocolóides (carragena, xantana e locusta) tiveram elevada aceitação sensorial, com destaque para aquela com maior proporção de carragena e que os embutidos não se diferenciaram nas características físico-químicas, apesar de todos os hidrocolóides terem interferido nestas características.

Palavras chave: emulsão tipo “mortadela”, tilápia, hidrocolóides, aceitação sensorial, carragena, xantana, goma locusta.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, os recursos naturais são abundantes e possuem todas as condições climáticas para a aquicultura, sendo esse setor importante na geração de empregos e tecnologias, produção de alimentos e defesa do meio ambiente. Neste contexto, a tilápia se apresenta como o carro-chefe, por ser um peixe que reúne todas as condições de ser o mais cultivado e conseqüentemente, o mais industrializado. Por isso, deve-se fomentar o consumo interno da tilápia e para isso, ela precisa ser melhor apresentada ao consumidor brasileiro e assim, elevar o consumo de pescado, que atualmente encontra-se muito abaixo da média mundial.

Segundo Oetterer (2005) em estudos realizados pelo Instituto de Economia Agrícola de São Paulo foi verificado que a estimativa de consumo de pescado no Brasil é de 8,4 kg. Ressalte-se que o consumo no Brasil apresenta uma grande variação por Estado, sendo observado em alguns um índice bem elevado, a exemplo do estado do Amazonas, onde o consumo per capita atinge 54 kg/ano (EMBRAPA, 2005).

De acordo com os dados do IBAMA (IBAMA, 2004) a estimativa de produção brasileira de tilápia em 2003 se situou em 64,8 mil toneladas, sendo os estados do Paraná e São Paulo os maiores produtores nacionais.

Com o crescente desenvolvimento de alimentos mais sofisticados, aumenta cada vez mais a necessidade de se estudar novos ingredientes a fim de se obter um produto final com melhores características. Os embutidos emulsionados se destacam como os produtos cárneos de maior industrialização e consumo no país, sugerindo que seriam os mais aceitos e os mais acessíveis à população.

No Brasil, os produtos de salsicharia, em seu conjunto, equivalem, em relação à produção nos estabelecimentos sob inspeção federal, a um total de 44,78% em relação aos demais tipos de carnes processadas (FERREIRA et al., 2003).

A indústria de embutidos de pescado é relativamente recente. Tem-se realizado muitos esforços para a utilização da polpa de diversas espécies de pescado na elaboração de embutidos, em alguns casos, substituindo parte das carnes vermelhas, e outras, somente com a carne de pescado. Por outro lado, são poucos os países que conseguiram estabelecer indústrias que elaborem este tipo de produto (SÁNCHEZ e VILLEGAS, 1996).

Dentre as propriedades funcionais desejáveis na obtenção de emulsionados cárneos estão a capacidade de retenção de água, estabilidade de emulsão e melhores propriedades de fatiamento (LEMOS, 1998). Na indústria de alimentos, os hidrocolóides ou gomas, como são comumente conhecidas, são utilizados como agentes modificadores da textura em diferentes tipos de produto. O termo goma refere-se a uma ampla variedade de compostos que inclui polissacarídeos de origem vegetal, microbiana e algas marinhas, podendo ser usadas como agentes espessantes, gelificantes ou emulsificantes. O uso de gomas alimentícias em produtos cárnicos tem sido de grande interesse, pela demanda por produtos com baixo teor de gordura e preços acessíveis (IGOE, 1982; TRIUS et al., 1994; LEMOS, 1998; LURUEÑA-MARTÍNEZ et al., 2004).

Garcia-Cruz (1989) estudou o efeito de diferentes hidrocolóides na estabilidade de sistemas modelo carne-água e concluiu que a goma xantana foi a que proporcionou a maior estabilidade ao cozimento. As salsichas não apresentaram diferença significativa quanto à preferência, em relação às salsichas feitas com amido de mandioca (controle).

Pietrasik e Duda (2000) estudaram o efeito da interação carragena e proteína de soja nas características de salsicha elaborada com carne bovina e suína e concluíram que a sua utilização proporciona uma diminuição da textura do produto.

Hidrocolóides, principalmente carragena, têm sido usados com sucesso para reduzir o teor de gordura de produtos cárneos (DEXTER et al, 1993; KATSARAS e PEETZ, 1994; YANG et al, 1995; CHEMPAKA e BABJI, 1996).

Objetivou-se elaborar produtos emulsionados, do tipo “mortadela”, com baixo teor de gordura, utilizando o filé de tilápia e hidrocolóides (xantana, carragena e LBG) e submeter o produto à aceitação junto a consumidores de produtos cárneos emulsionados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Elaboração da emulsão

A emulsão tipo “mortadela” feita com filé sem pele de tilápia foi elaborada conforme a técnica descrita por Graner (1992) e Moreira (1994), cujo Fluxograma é apresentado na Figura 1.

A moagem do filé de tilápia congelado foi realizada utilizando-se um moedor com disco de 15mm e a cominuição foi efetuada em cutter. A massa obtida foi embutida em tripa plástica de poliamida com pigmentação vermelha, encolhíveis e impermeáveis de nove cm de diâmetro, grampeadas a cada 20 cm aproximadamente, com obtenção de peças de cerca de 600 gramas. O tratamento térmico foi realizado em estufa com as seguintes etapas: secagem a 50°C/ 15 min; cozimento com elevação de 5°C/5 min. até temperatura interna de 72°C. Após o cozimento, o esfriamento foi realizado sob água corrente, até atingir 40°C, permanecendo sob temperatura ambiente até equalização, quando foi conduzido à câmara de resfriamento sob temperatura de 4°C, até a realização das diversas análises.

A fórmula básica das emulsões foi: 2% de NaCl; 0,25% de sal de cura (DiCARNE); 0,25% de antioxidante (DiCARNE); 0,3% de polifosfato (DiCARNE); 0,68% de condimentos (pimenta branca, cebola, manjerona, alho, noz moscada, louro, gengibre, mostarda, aromatizante fumaça e carmim); 0,2% de açúcar e 3,5 % de fécula de mandioca (DiCARNE). Os hidrocolóides (RHODIA) foram

incorporados em proporções variáveis, de acordo com os tratamentos efetuados, resultando em 10 formulações.

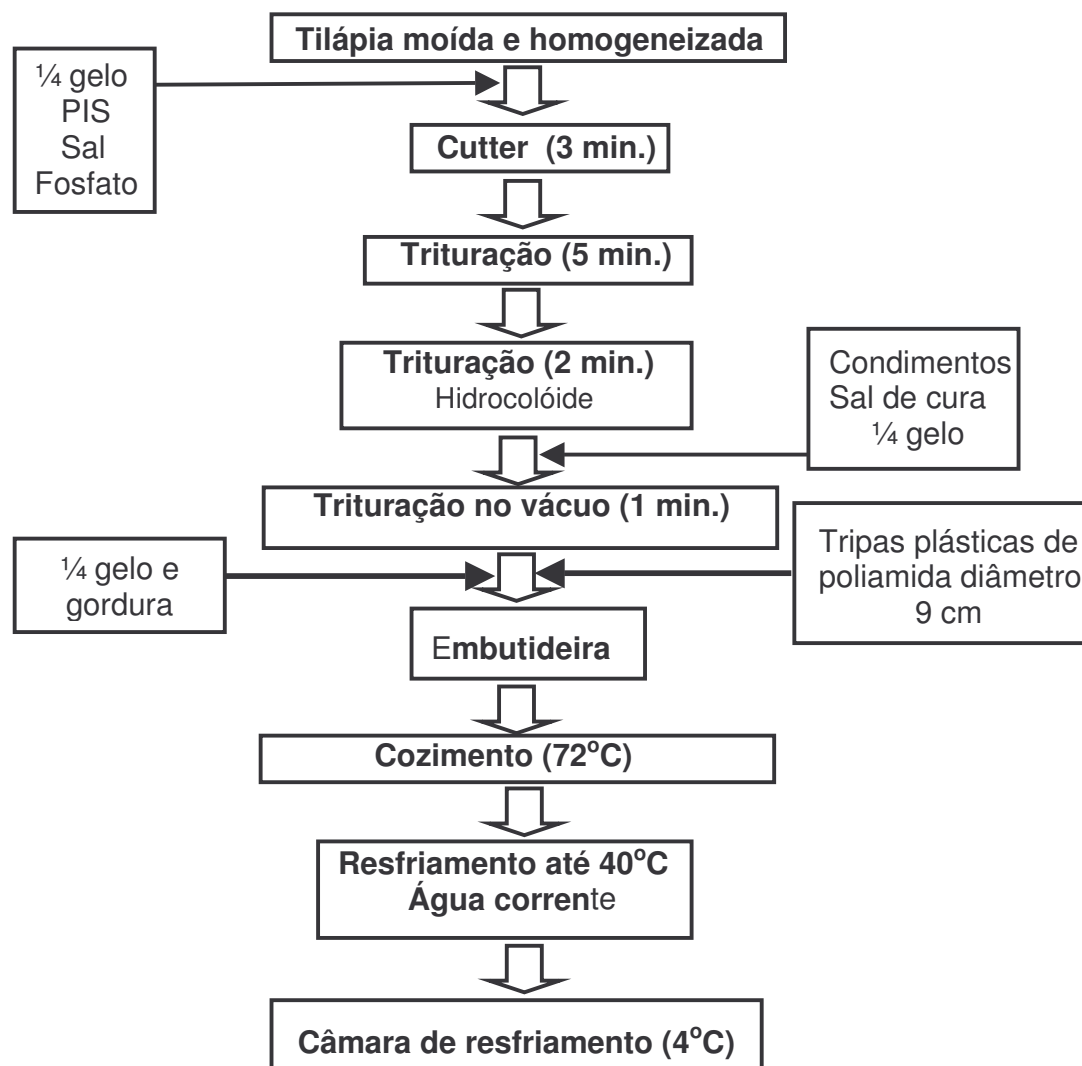


FIGURA 1 – Processamento de “mortadela” de tilápia.

A formulação das emulsões foi determinada por meio de uma planilha de cálculo, onde foram inseridos os valores de umidade, gordura e proteína das matérias-primas cárneas e ingredientes, mantendo uma relação umidade/proteína igual a 5:1.

2.2. Análises físicas e químicas

Composição centesimal

Foram determinados: proteína bruta, umidade, lipídios e cinzas de acordo com os procedimentos da AOAC (2000). O pH foi determinado por um potenciômetro digital.

Capacidade de retenção de água (CRA)

A capacidade de retenção de água foi determinada no produto final pelo método de Grau e Hamm (1957), modificado por Hoffmann et al, (1982). Alíquotas de $0,500 \pm 0,005\text{g}$ foram colocadas entre dois papéis de filtro (Whatman nº1) e prensadas entre placas de plexiglass até uma pressão de 500 lb/pol^2 durante dois minutos. Após a prensagem identificava-se cada conjunto de papéis, contornava-se com uma caneta a figura delimitada pela mancha do produto prensado e pelo líquido exsudado. Posteriormente media-se, com o auxílio de um planímetro, a área da amostra (A), bem como a área total umedecida (T). A relação $G=A/T$ é proporcional à capacidade da amostra de reter água. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Suco exsudado da embalagem

As “mortadelas” foram fatiadas e embaladas à vácuo em filme plástico termoresistente. O suco exsudado foi pesado após 30 dias de estocagem à temperatura de refrigeração (2°C a 5°C).

Perda de peso no cozimento

A perda de peso da “mortadela” foi determinada pela subtração dos pesos do produto antes e após tratamento térmico e resfriamento em câmara fria.

Estabilidade da emulsão

A análise de estabilidade da emulsão foi realizada em amostras coletadas da embutideira, segundo o método citado por Parks e Carpenter (1987), no qual utiliza o funil da embutideira para transferir 45 a 50g da amostra da massa tipo emulsão pronta, em bolsas de poliamida (nylon) e polietileno. As amostras foram pesadas e a extremidade aberta foi termicamente selada. Procedeu-se à cocção em água a 70°C por 60 min. Pesou-se o exsudado para determinar a porcentagem de suco liberado durante o cozimento.

Avaliação da cor

Para a determinação da cor foi utilizado o espectrofotômetro MINOLTA (Japão) modelo CM 508-d, para leitura dos parâmetros L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho/verde) e b* (intensidade de amarelo/azul), fixadas as seguintes condições: iluminante D65, ângulo de visão 8°, ângulo padrão do observador 10°, especular incluída, conforme especificações da CIE (1986) (Commission Internationale d'Éclairage). A cor interna foi determinada na “mortadela” cortada ao meio, em três peças diferentes com cinco leituras por peça, num total de quinze leituras.

Força de cisalhamento

A análise instrumental da textura foi realizada através do texturômetro TA-XT2i (Texture Technologies corp./ stable micro systems, UK), equipado com o dispositivo Warner-Bratzler (WB) com medida de força em compressão. O equipamento foi calibrado com peso padrão de 5kg com padrão rastreável. A velocidade de descida do dispositivo foi de 200 mm/min (AMSA, 1995) e a distância da mesma à plataforma de 25 mm. Foram realizadas 10 repetições para

cada tratamento. As amostras foram cortadas em cilindros de 20mm de altura e 13 mm de diâmetro, sendo cisalhadas ao longo do diâmetro.

Teste de fatiabilidade

A máquina de fatiar foi utilizada com regulagem de corte, de modo a se obter fatias de “mortadela” com um mm de espessura. As “mortadelas” foram avaliadas quanto a essa propriedade após duas semanas de armazenamento refrigerado a $\pm 5^{\circ}\text{C}$. Três pessoas treinadas para fatiar receberam, cada uma delas, três peças de cada tratamento e foram solicitadas a atribuir uma nota de zero a dez (0=péssima fatiabilidade, 10=excelente fatiabilidade) baseando-se na experiência prática de cada um. A média foi calculada a partir das nove avaliações de cada tratamento.

Avaliação sensorial das “mortadelas”

Os produtos foram submetidos ao teste de aceitação global, aparência, sabor e textura, utilizando-se teste no laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA), da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), com 46 potenciais consumidores, conforme especificado por Stone e Sidel (1985) e Meilgaard et al. (1991). O painel constou de professores, alunos, funcionários e estagiários, que foram selecionados por apreciarem pescado, produtos emulsionados cárneos e disponibilidade para a participação nos testes.

O teste foi realizado em cabines individuais, com luz incandescente branca. As amostras dos produtos elaborados foram servidas fatiadas, codificadas com números de três dígitos definidos de forma aleatória. A ordem com que os consumidores avaliaram as amostras seguiu o delineamento para dez amostras descrito por Wakeling e Macfie (1995).

Todos os provadores avaliaram todas as amostras em três diferentes sessões de avaliação. O teste de aceitação foi realizado com uma escala

hedônica de categoria verbal de nove pontos (9 = gostei muitíssimo; 1 = desgostei muitíssimo), para os atributos: aparência, sabor e textura. Para o teste avaliação de atitude quanto à intenção de compra foi utilizada a escala de categoria mista com cinco pontos (5 = certamente compraria a 1 = certamente não compraria).

2.3. Delineamento experimental

Para estudar as interações entre os hidrocolóides foi utilizado um delineamento experimental para a modelagem de misturas sugeridas por Cornell (1990). As proporções de X_1 (carragena), X_2 (xantana) e X_3 (goma locusta- LBG) em cada tratamento representaram 100%, conforme apresentado na Tabela 1.

TABELA 1 – Delineamento estatístico dos ensaios experimentais.

Ensaio	Carragena	Xantana	LBG
F₁ (1,0,0)	1,000	0,000	0,000
F₂ (0,1,0)	0,000	1,000	0,000
F₃ (0,0,1)	0,000	0,000	1,000
F₄ (1/2,1/2,0)	0,500	0,500	0,000
F₅ (1/2,0,1/2)	0,500	0,000	0,500
F₆ (0,1/2,1/2)	0,000	0,500	0,500
F₇ (1/3,1/3,1/3)	0,333	0,333	0,333
F₈ (2/3, 1/6, 1/6)	0,667	0,167	0,167
F₉ (1/6, 2/3), 1/6)	0,167	0,667	0,167
F₁₀ (1/6, 1/6, 2/3)	0,167	0,167	0,667

As variáveis respostas foram correlacionadas com as independentes de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 + \beta_{123} X_1 X_2 X_3$$

Em que: Y: resposta; β : coeficiente gerado por regressão múltipla; X: proporção de hidrocolóide.

Os experimentos foram realizados aleatoriamente e as variáveis respostas foram: umidade, teor de lipídios, cor, textura, capacidade de retenção de água (CRA) e avaliação sensorial (aparência, aspecto geral, textura e intenção de compra) da emulsão elaborada com tilápia.

Para selecionar as variáveis independentes significativas, no referido modelo, utilizou-se o processo de Stepwise com o método Forward, ou seja, seleção progressiva. Na estatística “F” de Fischer/Snedecor, para que uma variável entre ou saia do modelo, foi estabelecido o valor padrão de quatro ($P < 0,05$). A esse processo associou-se o transformador “ λ ” de Box e Cox simplificado (BOX e COX, 1964), objetivando maximizar o índice determinístico (R^2), conseqüentemente, diminuir a variação experimental.

Utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk de acordo com Zar (1999) para verificar se as pressuposições das normalidades do modelo foram atendidas. Para estimar os parâmetros dos modelos utilizou-se o programa computacional SysEapro (V.1). Com base na maximização dos modelos estatísticos, apresentaram-se os dados e seus modelos, utilizando-se os Métodos de Superfície de Resposta (RSM), para isso, foi usado o pacote Statistica For Windows 5.0 (1995).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Desenvolvimento dos modelos experimentais

Os resultados das análises físicas e químicas dos emulsionados tipo “mortadela” de tilápia se encontram na Tabela 2. Observa-se que as médias dos parâmetros mensurados não variaram muito entre uma formulação e outra, apenas com destaque para a $F_{1(1,0,0)}$ que resultou num produto de menor pH, atividade de água (Aa), capacidade de retenção de água (CRA), luminosidade (L^*) e intensidade de b^* , melhor fatiabilidade (Fat.) e maior intensidade de a^* .

O coeficiente de determinação (R^2) para todas as funções apresentadas na Tabela 3 foi bastante elevado (variando de 0,9804 a 0,9999), indicando que são explicados 98,04% dos dados da capacidade de retenção de água e 99,99% da

umidade, da luminosidade, do pH e da atividade água. Quando eliminados os fatores não significativos em cada caso, o coeficiente de determinação para a função ajustada continuou alto, podendo ser considerado, segundo Khuri e Cornell (1996), uma boa função.

TABELA 2 - Características físicas e químicas de “mortadela” de tilápia com adição de mistura de hidrocolóides.

Ensaio	U ¹ (%)	Lip ² (%)	pH	Aa ³	Fat. ⁴	FC ⁵ (kgf)	CRA ⁶	L* ⁷	a* ⁸	b* ⁹
F ₁ (1,0,0)	75,33	3,66	6,32	0,976	10,0	0,5	0,41	65,4	10,69	4,41
F ₂ (0,1,0)	75,37	3,97	6,34	0,981	8,0	0,44	0,53	68,27	9,84	4,79
F ₃ (0,0,1)	75,03	3,90	6,34	0,979	9,5	0,61	0,73	67,02	9,38	5,83
F ₄ (1/2,1/2,0)	74,57	4,20	6,33	0,978	9,0	0,53	0,6	68,26	9,98	5,14
F ₅ (1/2,0,1/2)	75,15	4,35	6,36	0,978	10,0	0,6	0,67	67,63	8,33	5,88
F ₆ (0,1/2,1/2)	75,45	4,06	6,35	0,978	8,5	0,48	0,68	67,77	8,89	5,54
F ₇ (1/3,1/3,1/3)	75,34	4,01	6,32	0,978	9,0	0,53	0,53	68,37	9,03	5,46
F ₈ (2/3, 1/6, 1/6)	75,23	3,75	6,32	0,978	9,0	0,57	0,54	67,94	9,22	5,13
F ₉ (1/6, 2/3, 1/6)	75,33	3,86	6,34	0,979	8,5	0,48	0,5	68,7	9,3	5,03
F ₁₀ (1/6, 1/6, 2/3)	75,23	3,73	6,34	0,978	8,5	0,51	0,67	68,67	9,23	5,7

1- umidade, 2- lipídios totais, 3- atividade água, 4- fatiabilidade, 5- força de cisalhamento, 6- capacidade de retenção de água, 7- luminosidade, 8- intensidade de vermelho/verde, 9- intensidade de amarelo/azul.

Todos os hidrocolóides interferiram nas variáveis respostas (umidade, lipídios, CRA, FC, L*,a*,b*, pH, Aa e fatiabilidade) de forma positiva, exceto a carragena, indicada pela função quadrática, que influiu positivamente na resposta luminosidade até uma certa quantidade adicionada, não existindo proporcionalidade nesta relação. O mesmo ocorrendo em relação à interação carragena com a xantana para a cor vermelha.

Superfícies de contorno foram construídas com base nas funções geradas para CRA, fatiabilidade e força de cisalhamento, as quais são apresentadas nas Figuras 2, 3 e 4, respectivamente.

TABELA 3 - Função matemática e coeficiente de determinação (R^2) dos parâmetros físicos e químicos avaliados da “mortadela” de tilápia processada com mistura de hidrocolóides.

Resposta	Função matemática	R^2	F	Prob (F)
Umidade	75,1468 CAR + 75,2402 XAN + 75,3068 LBG	0,9999	4416,78	0,0000
Lipídios	3,8506 CAR + 3,9573 XAN + 3,9973 LBG	0,9975	14391,55	0,0000
CRA	0,4476 CAR + 0,731 XAN + 0,5176 LBG	0,9804	76,45	0,0001
FC	0,5471 CAR + 0,5838 XAN + 0,4371 LBG	0,9967	82,45	0,0000
L*	71,3675 CAR + 67,2588 XAN + 68,3121 LBG - 5,9265 CAR ²	0,9999	27,71	0,0001
a*	10,5289 CAR + 9,2956 XAN + 9,5862 LBG - 5,302 CAR.XAN	0,9984	28,93	0,0001
b*	4,7689 CAR + 6,0389 XAN + 4,8755 LBG	0,9968	29,01	0,0001
pH	6,3222 CAR + 6,3489 XAN + 6,3389 LBG	0,9999	31,55	0,0002
Aa	0,9763 CAR + 0,979 XAN + 0,9806 LBG	0,9999	3357902	0,0000
Fat.	9,9334 CAR + 9,2667 XAN + 7,9334 LBG	0,9987	2091,3	0,0000

R^2 - coeficiente determinístico, F- estatística F de Fischer/Snedecor, P (F)- probabilidade da estatística F, CAR- carragena, XAN- xantana, LBG- goma lacusta, CRA- capacidade de retenção de água, FC- força de cisalhamento, L*- luminosidade, a*- intensidade de vermelho/verde, b*- intensidade de amarelo/azul, Fat. – fatiabilidade.

A adição da xantana promoveu maior retenção de água do que os demais hidrocolóides, conforme se observa na Figura 2. Este fato foi também observado por Garcia-Cruz (1989) ao trabalhar com sistema modelo carne-água, em que as salsichas contendo goma xantana retiveram maior quantidade de água.

Nenhuma das formulações estudadas apresentou perda de peso no cozimento, como também exsudado da emulsão e perda da estabilidade da emulsão. Isso se deve, provavelmente, à capacidade das gomas utilizadas de reter água, pois quanto maior a quantidade de água retida na formulação mais estável a emulsão (GOMIDE et al., 1987) e menor o grau de exsudação durante a estocagem, significando que para qualquer quantidade de hidrocolóide, nas faixas estudadas, não ocorrerá mudanças na “mortadela” de tilápia.

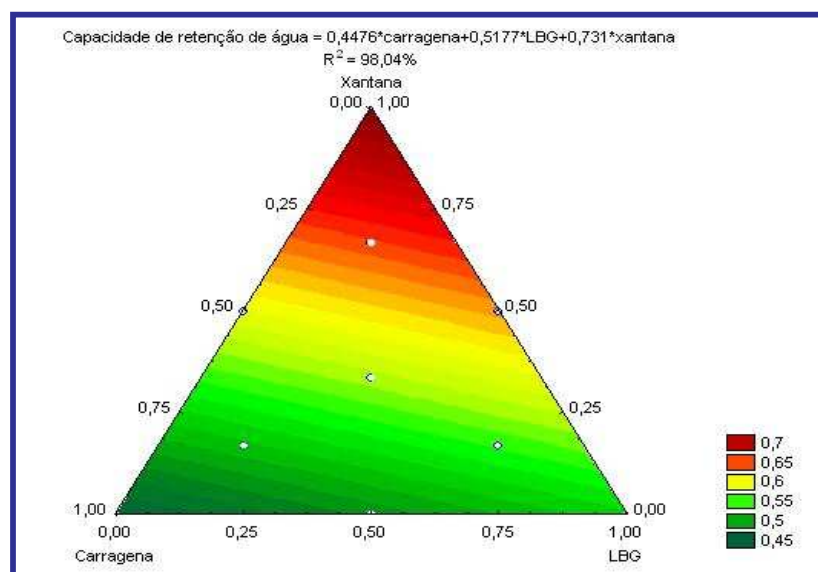


FIGURA 2- Diagrama triangular da superfície de resposta relativo a capacidade de retenção de água (CRA) da “mortadela” de tilápia elaborada com mistura de hidrocolóides.

A atividade de água (A_a) é um parâmetro importante na conservação de alimentos, já que o seu teor em um alimento pode servir de controle das alterações de origem físico-químico que possam ocorrer durante o processo de armazenamento do produto alimentício. A A_a das “mortadelas” dos diferentes experimentos não variou (0,98), sendo classificado como alimento de alta atividade água (maior que 0,85) segundo Troller (1986), bastante favorável à proliferação de microrganismos (JAY, 2005) e, portanto, fazendo-se necessário o seu armazenamento em baixas temperaturas.

Analisando o diagrama apresentado na Figura 3, verifica-se que o hidrocolóide carragena apresentou um maior efeito positivo no fatiamento das “mortadelas”, seguido da goma xantana e LBG. O coeficiente de determinação (R^2) para a função foi elevado (0,9987) indicando que ele explicou 99,87% da variação dos dados observados. Por outro lado, quando avalia-se a força de cisalhamento (Figura 4) e compara-se com os resultados de fatiabilidade, observa-se que valores acima de $0,52 \text{ kgf/cm}^2$, correspondem a melhor fatiabilidade e

estes são atingidos quando a xantana e LBG são adicionadas em menores proporções à mistura.

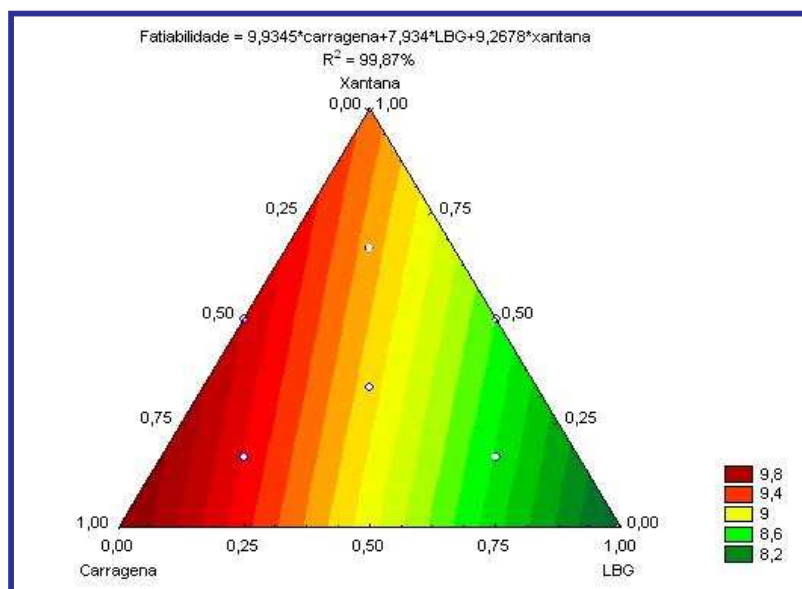


FIGURA 3 - Diagrama triangular da superfície de resposta relativo a fatiabilidade de “mortadela” de tilápia elaborada com mistura de hidrocolóides.

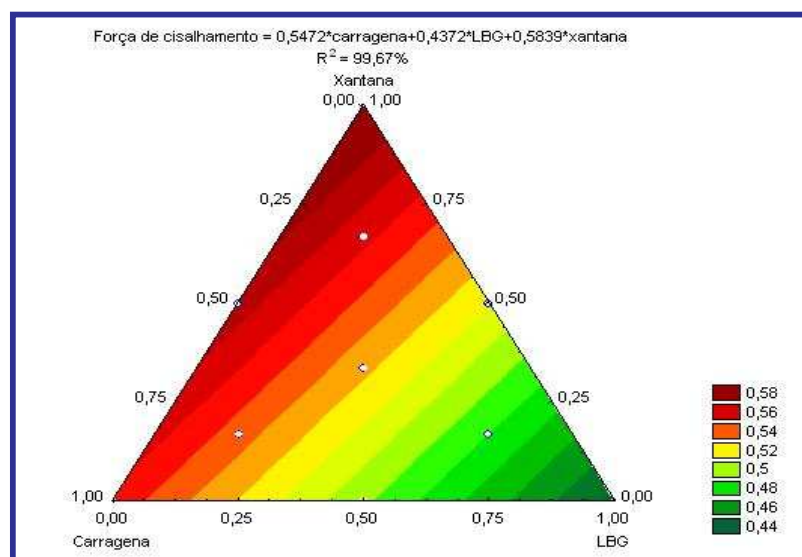


FIGURA 4- Diagrama triangular da superfície de resposta relativo a força de cisalhamento (FC) da “mortadela” de tilápia elaborada com mistura de hidrocolóides.

TABELA 4 - Avaliação da aceitação sensorial da “mortadela” de tilápia com o uso de mistura de hidrocolóides.

Ensaio	Aparência	Aceitação global	Textura	Sabor
F ₁ (1,0,0)	7,43	6,48	7,3	6,37
F ₂ (0,1,0)	7,00	6,48	7,11	6,28
F ₃ (0,0,1)	7,24	6,65	7,11	6,26
F ₄ (1/2,1/2,0)	7,46	6,57	7,09	6,11
F ₅ (1/2,0,1/2)	7,11	6,43	7,09	6,41
F ₆ (0,1/2,1/2)	7,35	6,61	7,35	6,00
F ₇ (1/3,1/3,1/3)	7,33	6,50	7,22	6,22
F ₈ (2/3, 1/6, 1/6)	7,43	6,98	7,57	6,61
F ₉ (1/6, 2/3), 1/6)	7,17	6,48	7,09	6,39
F ₁₀ (1/6, 1/6, 2/3)	7,33	6,63	7,11	6,15

Os dados referentes a aceitação são apresentados na Tabela 4. De uma maneira geral, não se observou grande variação nas pontuações atribuídas, o que pode ser indicativo de que não ocorreram alterações nas frações lipídicas e nitrogenadas. Segundo Ruitter (1995), quando estas alterações ocorrem, em consequência de processos químicos e enzimáticos, podem afetar negativamente a aceitação. Estes processos podem ser controlados pela temperatura, pH e presença de sais.

Na avaliação da aceitação sensorial houve preferência pelo produto elaborado com a mistura de carragena e xantana em partes iguais, no tocante a aparência (7,46 - gostei moderadamente), enquanto na aceitação global, textura e sabor, a preferência foi pela “mortadela” F₈ (6,98; 7,57; 6,61 pontos, respectivamente), elaborada com 2/3 de carragena, 1/6 de xantana e 1/6 de LBG.

Diferentes resultados foram obtidos por Garcia-Cruz (1989), o que o levou a concluir que a goma xantana produziu textura mais suave quando comparada com outros hidrocolóides, em sistemas modelo carne - água .

Quando as variáveis independentes (carragena, xantana e LBG) foram correlacionadas em função dos parâmetros sensorialmente avaliados (variáveis resposta), obtiveram-se as funções matemáticas apresentadas na Tabela 5. Verifica-se que todos os hidrocolóides usados interferiram positivamente nas respostas (aceitação global, textura, sabor e aparência), enquanto a função quadrática LBG² indica que a influência é variável, de acordo com a quantidade adicionada, não guardando proporcionalidade com a variação da aparência do produto.

TABELA 5 - Função matemática e coeficiente de determinação (R^2) da “mortadela” de tilápia processada com hidrocolóides.

Resposta	Função matemática	R^2	F	P(F)
Global	6,6425 CAR + 6,6525 XAN + 6,5359 LBG	0,9994	4103,16	0,0000
Textura	7,3477 CAR + 7,1544 XAN + 7,1477 LBG	0,9996	7227.81	0,0000
Sabor	6,4854 CAR + 6,2221 XAN + 6,4854 LBG	0,9993	4022,76	0,0000
Aparência	7,3715 CAR + 7,1748 XAN + 8,0573 LBG - 1,1013 LBG ²	0,9998	10591,96	0,0000

CAR- carragena; XAN- xantana; LBG- goma locusta; , F- estatística F de Fischer/Snedecor, P (F)- probabilidade da estatística

Conforme relatado por Munoz et al. (1996) são de extrema importância para a otimização dos produtos as respostas dos consumidores, porque podem servir de base para a elaboração de modelos preditivos de alta validade, como os que foram obtidos no presente trabalho.

A distribuição das porcentagens obtidas da frequência de pontuação dada pelos provadores aos nove termos da escala hedônica é apresentada na Tabela 6,

onde o índice de rejeição foi representado pela pontuação abaixo de cinco e a de aceitação com notas superiores a cinco.

TABELA 6 - Índice de rejeição e aceitação das “mortadelas” elaboradas com mistura de hidrocolóides (% provadores).

Formulação	Rejeição (%)	Aceitação (%)
F ₁ (1,0,0)	21,7	78,3
F ₂ (0,1,0)	13,0	80,4
F ₃ (0,0,1)	8,7	89,1
F ₄ (1/2,1/2,0)	15,2	80,4
F ₅ (1/2,0,1/2)	15,2	82,6
F ₆ (0,1/2,1/2)	10,9	87,0
F ₇ (1/3,1/3,1/3)	17,4	76,0
F ₈ (2/3, 1/6, 1/6)	4,3	89,1
F ₉ (1/6, 2/3), 1/6)	10,9	76,0
F ₁₀ (1/6, 1/6, 2/3)	13,0	87,0

O menor índice de rejeição (4,3%) e o maior de aceitação foi obtida no ensaio F₈ (2/3, 1/6, 1/6) em que foram utilizados os três hidrocolóides e que foi também a mais apreciada em relação a aceitação global, textura e sabor, como anteriormente citado.

A aceitação global variou de 76,0% (para as formulações F₇ (1/3,1/3,1/3) e F₉ (1/6, 2/3), 1/6)) a 89,1% (para as formulações F₃ (0,0,1) e F₈ (2/3, 1/6, 1/60)). A rejeição variou de 4,3 % (F₈ (2/3, 1/6, 1/60)) até 21,7 % (F₁ (1,0,0)).

Ao avaliar o perfil da intenção de compra dos potenciais consumidores (Figura 7), verificou-se que todas as formulações receberam pontuação que as colocam na faixa de compra (certamente/provavelmente compraria), principalmente o ensaio T₈, o que reforça o elevado grau de aceitação anteriormente observado (89,1%).

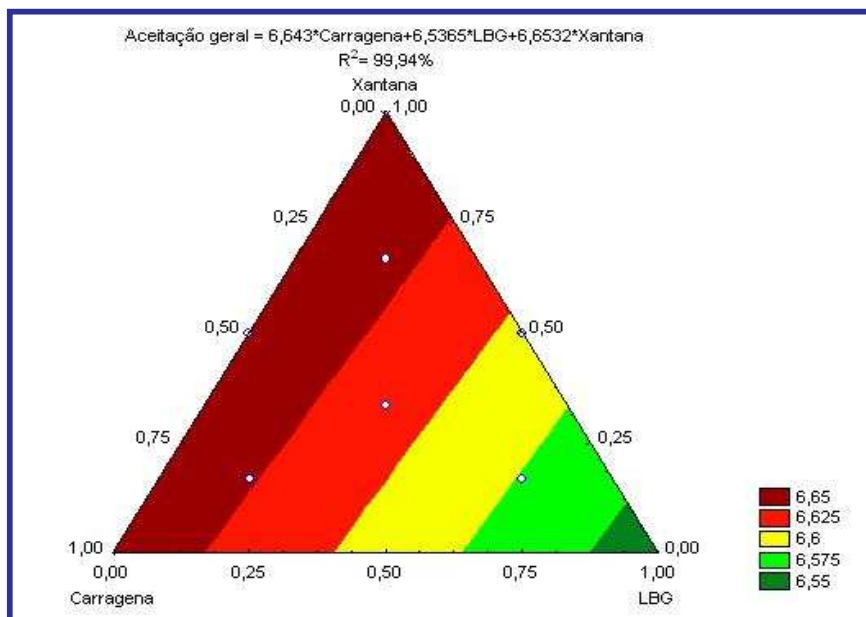


FIGURA 5 - Diagrama triangular da superfície de resposta relativo a aceitação global de “mortadela” de tilápia elaborada com mistura de hidrocolóides.

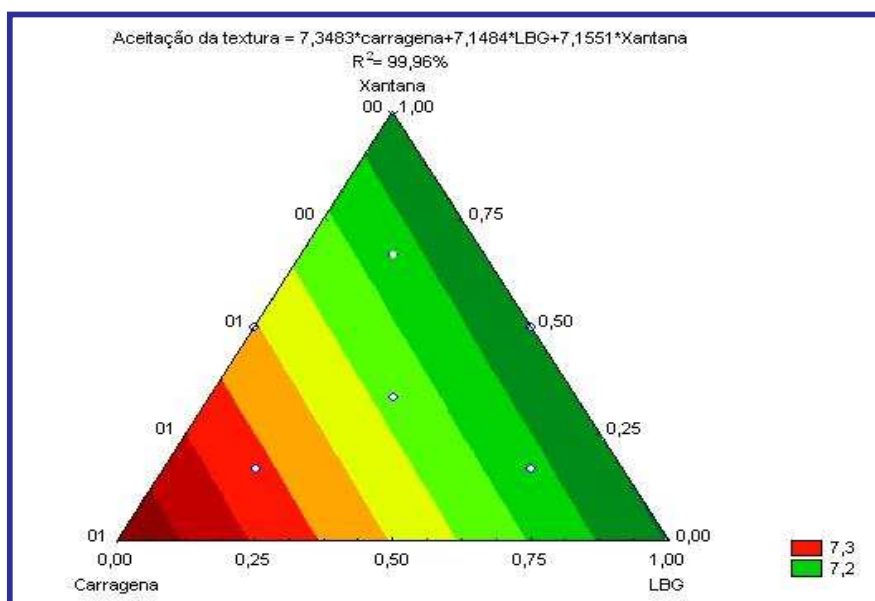


FIGURA 6 - Diagrama triangular da superfície de resposta relativo a aceitação da textura da “mortadela” de tilápia elaborada com mistura de hidrocolóides.

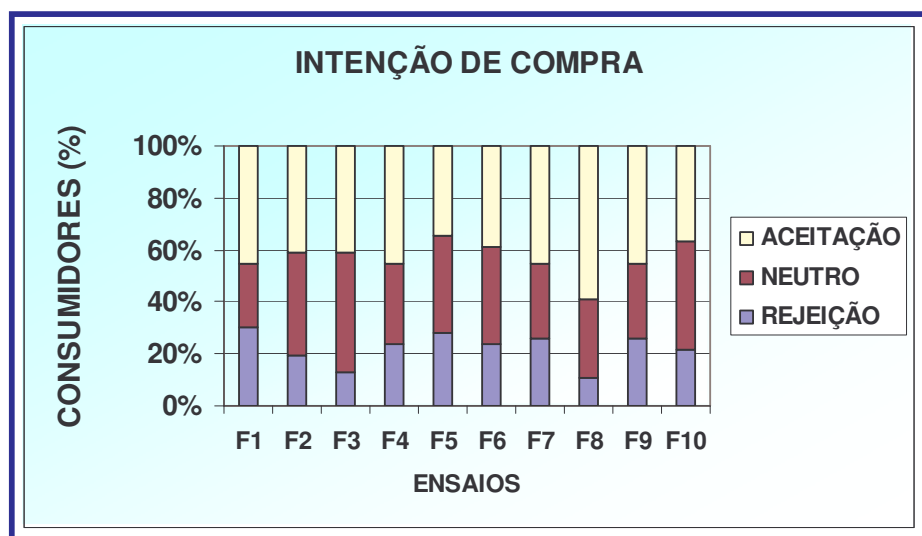


FIGURA 7- Perfil de intenção de compra das “mortadelas” de tilápia.

4. CONCLUSÕES

Embutidos emulsionados elaborados a partir de filé de tilápia, com adição de xantana, carragena e LBG tiveram elevada aceitação sensorial, com destaque para aquela com maior proporção de carragena. Porém, nas características físicas, o efeito da mistura dos hidrocolóides não foi marcante nos parâmetros avaliados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Research guidelines for Cookery, Sensory and Instrumental tenderness Measurement of fresh meat.** Chigaco, 1995, 48p.

AOAC - **Official Methods of Analysis of AOAC International.** 17th ed., Gaithersburg, Maryland, 2000.

BOX, G.E.P. e COX, D.R. Na analysis of transformations. J. Roy. Stat. Soc., Ser. B, v.26, p.211-243, 1964.

CHEMPAKA, M.Y.S.; BABJI, A. S. Effect of non-meat protein, soy protein isolate and sodium caseinate, on the textural properties of chicken bologna. **International Journal of Food science and Nutrition**, v.47, n.4, p.323-329, 1996.

EMBRAPA. A aquíicultura e a atividade pesqueira. Disponível em <http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=aquic> acesso em 20 fev 2005.

CIE. Colorimetry, Commision International de l'Eclairage. 2.ed., Viena:Publication CIE, v.15, n.2, 1986.

CORNELL, J.A. **Experiments With mixtures: designs, models and the analyses of mixtures data**. 2.ed. New York:John Wiley & Son, 1990, 632 p.

DEXTER, D.R.; SOFOS,J.N.; SCHMIDT, G.R. Quality characteristics of turkey bologna formulated whit carrageenan, starch, milk and soy protein. **Journal Muscle Foods**. V.4, p.207-223, 1993.

FERREIRA, M.F.; SILVA,A.T.; ROBBS, P.G.; GASPAR, A.; SCHMELZER-NAGAL, W. Avaliação físico-química de salsichas tipo Viena com substituição de gordura animal por óleo de girassol. **Brasilian Journal of Food Tecnology**, Campinas, v.6,n.1, p.1-7, jan/jun, 2003.

GARCIA-CRUZ, C.H. Contribuição ao estudo de hidrocolóides em sistemas carne-água. **Tese** (Doutorado – FEA- UNICAMP), Campinas, 1989, 107p.

GOMIDE, L.A.M. ET AL. Efeito da relação umidade-proteína sobre a estabilidade da emulsão.de salsichas enlatadas, **Revista da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de alimentos**, v. 21, p.170-178, 1987.

GRANER, M. Elaboração de fiambres com as carnes branca e escura de frango. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 49, n. 1, p.167-172,1992.

HOFFMANN, K.; HAMM,R.; BLUCHEL, E. Neus übes die bestimmung der wasserbinding des nut hielf filterpaperpremethods. **Fleishwirtsch**, n.62, p. 87-94, 1982.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Produção brasileira da Aqüicultura Continetal, por estado e espécie, para o ano de 2003**. Diretoria de Fauna e recursos Pesqueiros – DIFAP. 2004.

IGOE, R.S. Hydrocolloid interactions useful in food systems. **Food Technology**, Champaign, v. 36, n. 4, p.72-74, 1982.

JAY, J.M. **Microbiologia de alimentos**, 6.ed.- Porto alegre: Artmed, 711p.,2005.

KATSARAS, K.; PEETZ, P. Soy protein. Effects on the technolical and morphological properties of bologna-type sausages. **Fleischwirtschaft**, v.74, p.839-842, 1994.

KHURI, A.I.; CORNELL, J.A. **Response surfaces: designs and analyses**. 2.ed. New York:Marcel Dekker, 1996.

LURUEÑA-MARTÍNEZ, M.A.; VIVAR-QUINTANA, A.M.; REVILLA, I. Effect of locust bean/xanthan gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low-fat frankfurters. **Meat Science**, v.68, p.383-389, 2004.

LEMOS, A. L. S. C. Produtos carnes do tipo “light” In: **Seminário e Workshop Processamento de emulsionados e reestruturados**. ITAL, Campinas, 1998, 15-24, p.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. London, CRP Press, Inc. 1991. 287p.

MUNOZ, A.; CHAMBERS, V.E.; HUMMER, S. A multifaced category study: how to understand a product category and its consumer responses. **Journal of sensory studies**. V.11, p.261-294, 1996.

MOREIRA, R.T. Efeito da proteína texturizada de soja na qualidade de emulsão de carne de frango, elaborada com óleos vegetais. **Tese** (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP). Piracicaba, 1994. 85p

OETTERER, M. Tecnologia do pescado: da adoção de técnicas de beneficiamento e conservação do pescado de água doce. Disponível em <www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/beneficiamento.pdf> Acesso em 16 de fev. de 2005.

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

PIETRASIK, Z.; DUDA, Z. Effect of fat content and soy protein/carrageenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages. **Meat Science**, v.56, p.181- 188, 2000.

RUITER, A. **El pescado y los productos derivados de la pesca**: composicion, propiedades nutritivas y estabilidad. Zaragoza: Acribia, p.335-370, 1995.

SÁNCHEZ, D.; VILLEGAS, L. Desarrollo de embutidos a partir de la fauna acompañante del camaron. Informe de la Tercera Consulta de Expertos sobre Tecnología de Productos Pesqueros en America Latina. Porlamar, Venezuela, 21-25 de marzo de 1994. In: FAO **Informe de Pesca** n.538, Roma, p.9-15, 1996.

STONE, H.; SIDEL, J.L. Affective testing. In: STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. Academic Press, London. 1985.

TRIUS, A.; SEBRANEK, J.G.; RUST, R.E.; CARR, J.M. Low-fat bologna and beaker sausage: effects of carrageenans and choride salts. **Journal of Food Science**, Chicago, v.59, n.5, p.941-945, 1994.

TROLLER, J.A. Water relations of foodborne bacterial pathogens- an update review. **Journal of Food Protection**. v.49, p.656-670, 1986.

WAKELING, C.; MacFIE, H.J. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, v.6, p. 299-308, 1995.

ZAR, J.H. Biostatistical analysis. 4th. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 121p, 1999.

YANG, A.; TROUT, G.R.; SHAY, B.J. Evaluation of carrageenan, isolated soy protein and a modified starch in low-fat frankfurters. In: proceedings of the 41 st annual international congress of meat science and technology, p.435, San Antonio, Texas, USA, 20-25 August, 1995.

CONCLUSÕES GERAIS

Embutidos emulsionados podem ser elaborados com filé de tilápia mantendo as qualidades físico-químicas e sensoriais desta espécie de peixe, o que demonstra a viabilidade de sua produção;

As condições de processamento estabelecidas resultaram em embutidos emulsionados tipo “salsicha” e tipo “mortadela” com boas características sensorial e moderado índice de aceitação;

Entre os emulsionados elaborados, o tipo “mortadela”, com gordura vegetal, apresentou-se como um produto de maior tendência de compra, apesar de não ter interferido, de forma marcante, na sua aceitação;

Foi possível elaborar emulsionados formulados com filé de tilápia, utilizando associações de gordura vegetal e proteína isolada de soja;

A partir dos contornos resultantes das funções matemáticas, de acordo com as propriedades sensoriais (aceitação global, textura, aparência, cor e sabor) e força de cisalhamento é possível otimizar a emulsão tipo “mortadela”;

A emulsão tipo “mortadela” com maior índice de aceitação global foi a elaborada com médio teor de gordura vegetal e proteína isolada de soja, enquanto o sabor mais apreciado foi o da elaborada com baixo teor de gordura;

Verificou-se que a gordura e a proteína isolada de soja tiveram distribuição aleatória no tecido e que a gordura retida na malha protéica e a proteína do filé de tilápia são as responsáveis pela estrutura do produto.

Embutidos emulsionados elaborados a partir de filé de tilápia, com adição de hidrocolóides tiveram elevada aceitação sensorial, com destaque para aquela com maior proporção de carragena.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Tabelas de Coeficientes da Regressão (SS Residual) e ANOVA

TABELA 1 -Coeficientes da Regressão (umidade)

Parâmetros	Coeficientes da Regressão	erro	t(6)	p	Limite de confiança -95,%	Limite de confiança +95,%
Média	79,01	0,132	600,010	0,000	78,539	79,674
GV (Linear)	-0,692	0,017	-40,345	0,001	-0,775	-0,625
GV (Quadrático)	-0,003	0,001	-4,639	0,043	-0,006	0,000
PIS (Linear)	-0,801	0,174	-5,723	0,029	-1,740	-0,246
PIS (Quadrático)	0,086	0,072	1,192	0,356	-0,224	0,396
GV (L) . PIS (L)	0,002	0,009	0,235	0,836	-0,035	0,039381

TABELA 2 - Coeficientes da Regressão (lipídeos)

Parâmetros	Coeficientes da Regressão	erro	t(6)	p	Limite de confiança -95,%	Limite de confiança +95,%
Média	1,209	0,237	3,569	0,000	-0,174	1,868
GV (Linear)	0,822	0,031	26,330	0,001	0,688	0,957
GV (Quadrático)	-0,001	0,001	-0,455	0,694	-0,006	0,005
PIS (Linear)	0,622	0,312	1,992	0,185	-0,722	1,966
PIS (Quadrático)	-0,219	0,130	-1,689	0,233	-0,777	0,339
GV (L) . PIS (L)	-0,020	0,016	-1,274	0,331	-0,087	0,047311

TABELA 3 - Coeficientes da Regressão (CRA)

Parâmetros	Coeficientes da Regressão	erro	t(6)	p	Limite de confiança -95,%	Limite de confiança +95,%
Média	0,511	0,045	11,472	0,000	0,397	0,626
GV (Linear)	-0,075	0,006	-1,521	0,189	-0,024	0,006
GV (Quadrático)	0,000	0,000	0,182	0,863	-0,001	0,001
PIS (Linear)	-0,671	0,059	-1,848	0,124	-0,259	0,042
PIS (Quadrático)	0,029	0,024	1,208	0,281	-0,033	0,092
GV (L) . PIS (L)	0,053	0,003	1,217	0,278	-0,004	0,011115

TABELA 4 -Coeficientes da Regressão (FC)

Parâmetros	Coeficientes da Regressão	erro	t(6)	p	Limite de confiança -95,%	Limite de confiança +95,%
Média	0,511	0,045	11,472	0,000	0,397	0,626
GV (Linear)	-0,009	0,006	-1,521	0,189	-0,024	0,006
GV (Quadrático)	0,000	0,000	0,182	0,863	-0,001	0,001
PIS (Linear)	-0,108	0,059	-1,848	0,124	-0,259	0,042
PIS (Quadrático)	0,029	0,024	1,208	0,281	-0,033	0,092
GV (L) . PIS (L)	0,004	0,003	1,217	0,278	-0,004	0,011115

TABELA – 5 Coeficientes da Regressão (L*)

Parâmetros	Coeficientes da Regressão	erro	t(6)	p	Limite de confiança -95, %	Limite de confiança +95, %
Média	70,391	0,754	93,405	0,000	68,453	72,328
GV (Linear)	0,304	0,099	3,069	0,028	0,049	0,559
GV (Quadrático)	-0,003	0,004	-0,682	0,526	-0,013	0,008
PIS (Linear)	-1,125	0,992	-1,135	0,308	-3,675	1,424
PIS (Quadrático)	0,684	0,412	1,662	0,157	-0,374	1,743
GV (L) . PIS (L)	-0,051	0,050	-1,029	0,351	-0,179	0,076495

TABELA 6 -Coeficientes da Regressão (a*)

Parâmetros	Coeficientes da Regressão	erro	t(6)	p	Limite de confiança -95, %	Limite de confiança +95, %
Média	5,284	0,188	28,043	0,000	4,800	5,768
GV (Linear)	0,008	0,025	0,320	0,762	-0,056	0,072
GV (Quadrático)	-0,002	0,001	-2,035	0,097	-0,005	0,001
PIS (Linear)	0,674	0,248	2,716	0,042	0,036	1,311
PIS (Quadrático)	-0,380	0,103	-3,686	0,014	-0,644	-0,115
GV (L) . PIS (L)	0,016	0,012	1,316	0,245	-0,016	0,048209

TABELA 7 - Coeficientes da Regressão (b*)

Parâmetros	Coeficientes da Regressão	erro	t(6)	p	Limite de confiança -95, %	Limite de confiança +95, %
Média	13,212	0,578	22,871	0,000	11,727	14,697
GV (Linear)	0,097	0,076	1,277	0,258	-0,098	0,293
GV (Quadrático)	-0,003	0,003	-1,004	0,362	-0,011	0,005
PIS (Linear)	0,080	0,760	0,105	0,920	-1,875	2,035
PIS (Quadrático)	-0,107	0,316	-0,339	0,749	-0,918	0,705
GV (L) . PIS (L)	0,019	0,038	0,510	0,632	-0,078	0,117134

TABELA 8 -Coeficientes da Regressão (aparência)

Parâmetros	Coeficientes da Regressão	erro	t(6)	p	Limite de confiança -95, %	Limite de confiança +95, %
Média	6,404	0,387	16,549	0,000	5,409	7,399
GV (Linear)	0,090	0,051	1,758	0,139	-0,041	0,221
GV (Quadrático)	-0,004	0,002	-1,783	0,135	-0,009	0,002
PIS (Linear)	0,748	0,509	1,469	0,202	-0,561	2,058
PIS (Quadrático)	-0,177	0,211	-0,837	0,441	-0,720	0,367
GV (L) . PIS (Q)	-0,023	0,025	-0,921	0,399	-0,089	0,042011

TABELA 9 -Coeficientes da Regressão (cor)

Parâmetros	Coeficientes da Regressão	erro	t(6)	p	Limite de confiança -95,%	Limite de confiança +95,%
Média	6,712	0,320	20,951	0,000	5,889	7,536
GV (Linear)	0,034	0,042	1,052	0,341	-0,064	0,153
GV (Quadrático)	-0,003	0,002	-1,556	0,181	-0,007	0,002
PIS (Linear)	0,516	0,422	1,223	0,276	-0,568	1,600
PIS (Quadrático)	-0,132	0,175	-0,756	0,484	-0,582	0,318
GV (L) . PIS (Q)	-0,011	0,021	-0,532	0,617	-0,065	0,042985

TABELA 10 -Coeficientes da Regressão (aroma)

Parâmetros	Coeficientes da Regressão	erro	t(6)	p	Limite de confiança -95,%	Limite de confiança +95,%
Média	5,738	0,263	21,795	0,000	5,061	6,414
GV (Linear)	0,154	0,035	5,313	0,003	0,095	0,273
GV (Quadrático)	-0,007	0,001	-4,672	0,005	-0,010	-0,003
PIS (Linear)	0,323	0,347	0,989	0,368	-0,548	1,233
PIS (Quadrático)	-0,042	0,144	-0,292	0,782	-0,412	0,328
GV (L) . PIS (Q)	-0,018	0,017	-1,030	0,350	-0,062	0,026689

TABELA 11 -Coeficientes da Regressão (textura)

Parâmetros	Coeficientes da Regressão	erro	t(6)	p	Limite de confiança -95,%	Limite de confiança +95,%
Média	5,790	0,341	16,958	0,000	4,913	6,668
GV (Linear)	0,051	0,045	2,930	0,033	0,016	0,247
GV (Quadrático)	-0,004	0,002	-2,191	0,080	-0,009	0,001
PIS (Linear)	0,537	0,449	0,726	0,501	-0,829	1,481
PIS (Quadrático)	0,181	0,187	0,971	0,376	-0,298	0,661
GV (L) . PIS (Q)	-0,045	0,022	-1,998	0,102	-0,103	0,012879

TABELA 12 -Coeficientes da Regressão (sabor)

Parâmetros	Coeficientes da Regressão	erro	t(6)	p	Limite de confiança -95,%	Limite de confiança +95,%
Média	6,348	0,567	11,187	0,000	4,889	7,807
GV (Linear)	-0,105	0,075	-1,400	0,220	-0,297	0,087
GV (Quadrático)	0,004	0,003	1,400	0,220	-0,004	0,012
PIS (Linear)	-0,010	0,747	-0,061	0,954	-1,966	1,874
PIS (Quadrático)	0,024	0,310	0,078	0,941	-0,773	0,821
GV (L) . PIS (Q)	-0,028	0,037	-0,751	0,486	-0,124	0,067961

TABELA 13 -Coeficientes da Regressão (global)

Parâmetros	Coeficientes da Regressão	erro	t(6)	p	Limite de confiança -95, %	Limite de confiança +95, %
Média	4,969	0,365	12,736	0,000	3,710	5,587
GV (Linear)	0,237	0,048	4,932	0,004	0,113	0,360
GV (Quadrático)	-0,007	0,002	-3,642	0,015	-0,012	-0,002
PIS (Linear)	1,098	0,480	2,285	0,071	-0,137	2,333
PIS (Quadrático)	-0,336	0,199	-1,687	0,152	-0,849	0,176
GV (L) . PIS (Q)	-0,018	0,024	-0,764	0,479	-0,080	0,043396

TABELA 14 - ANOVA (umidade)

	SQ	GL	MQ	Fcalc	Ftab
Regressão	234,47	5	46,89	2071,44	5,05
Resíduos	0,11	5	0,02		
Falta de Ajuste	0,10	3	0,03	4,55	19,16
Erro Puro	0,01	2	0,01		
Total	234,58	10			

R²=0,9995**TABELA 15 -** ANOVA (lipídeos)

	SQ	GL	MQ	Fcalc	Ftab
Regressão	247,71	5	49,54	5056,05	5,05
Resíduos	0,05	5	0,01		
Falta de Ajuste	0,00	3	0,00	0,03	19,16
Erro Puro	0,05	2	0,02		
Total	247,76	10			

R²=0,9998**TABELA 16-** ANOVA (FC)

	SQ	GL	MQ	Fcalc	Ftab
Regressão	0,0097	5	0,00194	9,82	5,05
Resíduos	0,0010	5	0,00020		
Falta de Ajuste	0,0007	3	0,00024	1,80	19,16
Erro Puro	0,0003	2	0,00013		
Total	0,0107	10			

R²=0,9076**TABELA 17 -** ANOVA (L*)

	SQ	GL	MQ	Fcalc	Ftab
Regressão	16,9619	5	3,39238	14,35	5,05
Resíduos	1,1816	5	0,23633		
Falta de Ajuste	0,2536	3	0,08453	0,18	19,16
Erro Puro	0,9281	2	0,46403		

Total	18,1436	10
-------	---------	----

R²=0,9349

TABELA 18 - ANOVA (a*)

	SQ	GL	MQ	Fcalc	Ftab
Regressão	0,3870	5	0,07740	5,24	5,05
Resíduos	0,0739	5	0,01477		
Falta de Ajuste	0,0155	3	0,00516	0,18	19,16
Erro Puro	0,0584	2	0,02920		
Total	0,4609	10			

R²=0,8397

TABELA 19 -ANOVA (aroma)

	SQ	GL	MQ	Fcalc	Ftab
Regressão	1,1272	5	0,22543	7,82	5,05
Resíduos	0,1442	5	0,02884		
Falta de Ajuste	0,1413	3	0,04711	32,87	19,16
Erro Puro	0,0029	2	0,00143		
Total	1,2714	10			

R²=0,8866

TABELA 20- ANOVA (aceitação global)

	SQ	GL	MQ	Fcalc	Ftab
Regressão	3,1490	5	0,62980	11,36	5,05
Resíduos	0,2772	5	0,05544		
Falta de Ajuste	0,2121	3	0,07072	2,17	19,16
Erro Puro	0,0651	2	0,03253		
Total	3,4262	10			

R²=0,9191

APÊNDICE 2 Gráficos de Efeitos

FIGURA 1 Pareto – efeitos (aparência)

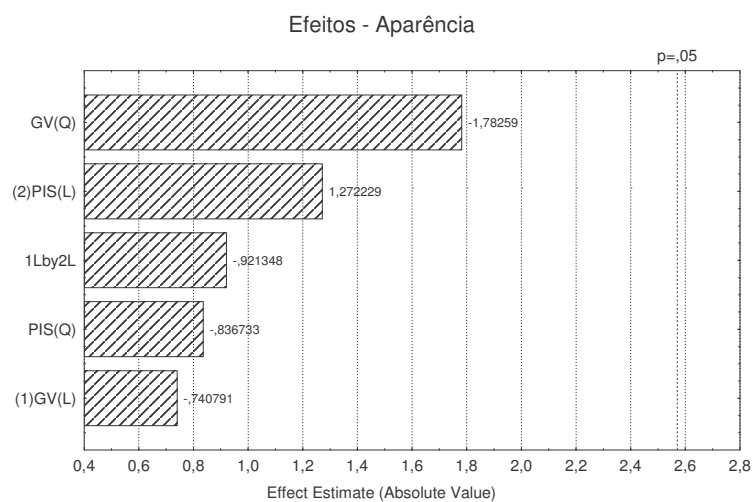


FIGURA 2- Pareto- efeitos (Cor)

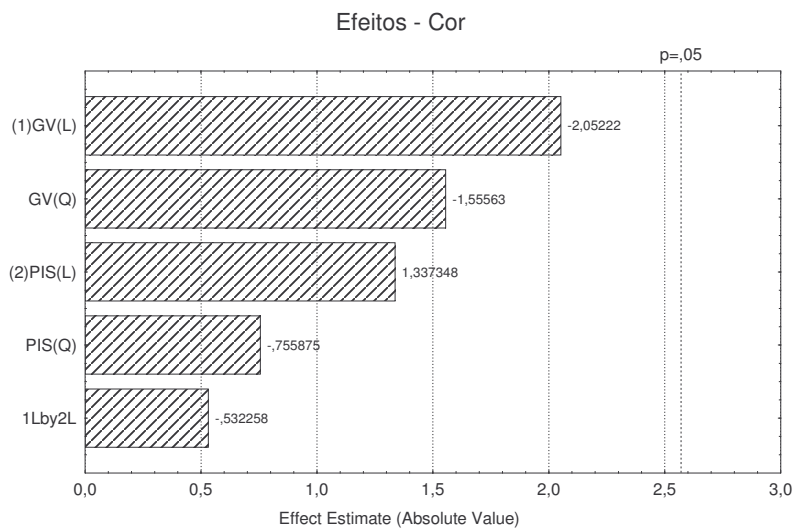


FIGURA 3 - Pareto - efeitos (Aroma)

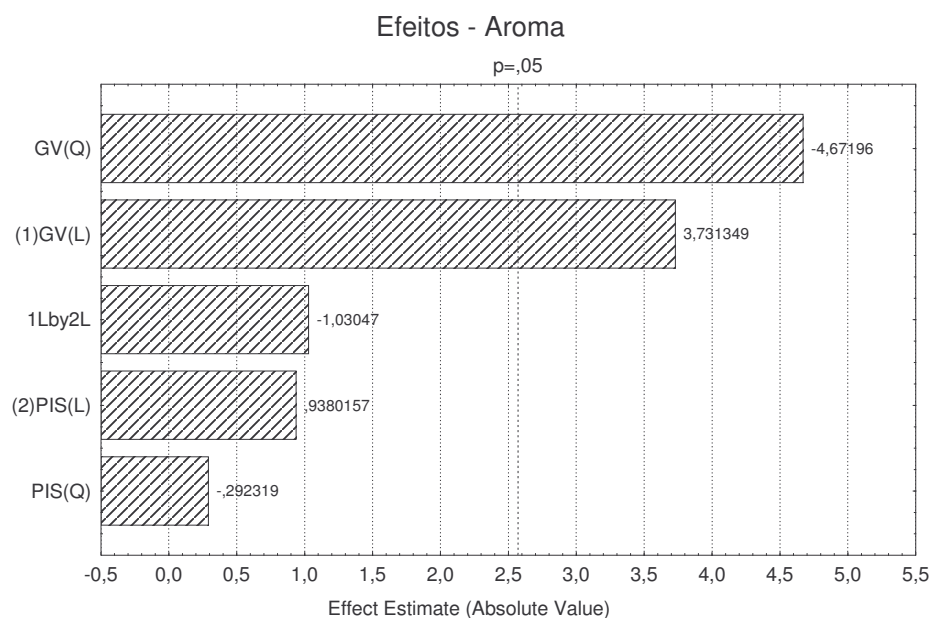


FIGURA 4 - Pareto - efeitos (Textura)

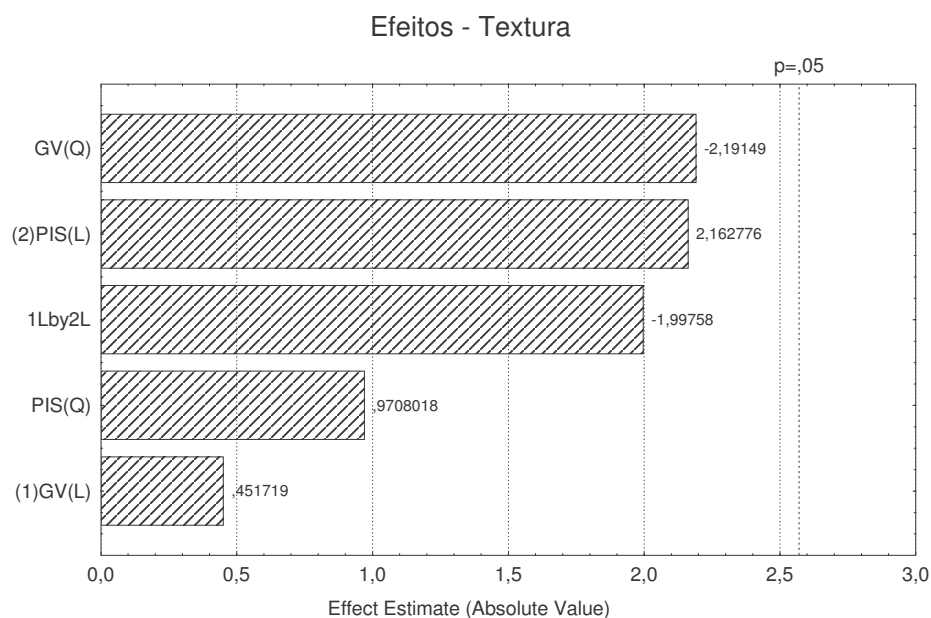


FIGURA 5 - Pareto - efeitos (Sabor)

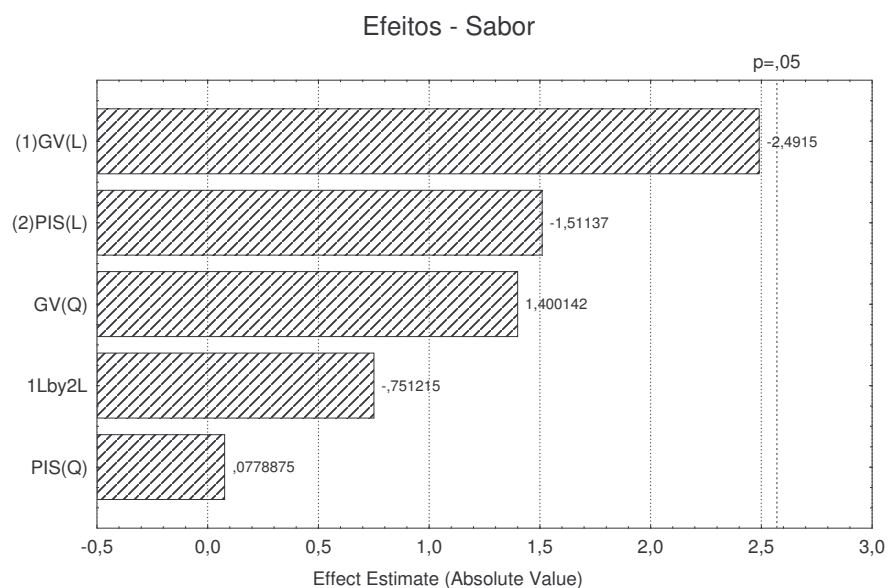


FIGURA 6 -Pareto - efeitos (Aceitação Global)

