



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

PRISCILLA MAIA FERREIRA

**ELABORAÇÃO DE PATÊ COM RESÍDUO DA FILETAGEM DA PIRAMUTABA
(*Brachyplatystoma vaillantii*) E UTILIZAÇÃO DE POLPA DE MARACUJÁ
AMARELO (*Passiflora edulis*) COMO AGENTE ANTIOXIDANTE**

BELÉM - PARÁ
2011



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

PRISCILLA MAIA FERREIRA

**ELABORAÇÃO DE PATÊ COM RESÍDUO DA FILETAGEM DA PIRAMUTABA
(*Brachyplatystoma vaillantii*) E UTILIZAÇÃO DE POLPA DE MARACUJÁ
AMARELO (*Passiflora edulis*) COMO AGENTE ANTIOXIDANTE**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pará como requisito para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Eder Augusto Furtado Araujo

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Lucia de Fátima Henriques Lourenço

BELÉM - PARÁ
2011

PRISCILLA MAIA FERREIRA

**ELABORAÇÃO DE PATÊ COM RESÍDUO DA FILETAGEM DA PIRAMUTABA
(*Brachyplatystoma vaillantii*) E UTILIZAÇÃO DE POLPA DE MARACUJÁ
AMARELO (*Passiflora edulis*) COMO AGENTE ANTIOXIDANTE**

DATA DA AVALIAÇÃO: ___/___/___
CONCEITO: _____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Eder Augusto Furtado Araujo
(FEA/ITEC/UFPA - Orientador)

Prof^a. Dr^a. Lúcia de Fátima Henriques Lourenço
(FEA/ITEC/UFPA - Co-orientadora)

Prof. Dr. Jesus Nazareno Silva de Souza
(FEA/ITEC/UFPA - Membro)

Prof^a. Dr^a. Maria Regina Sarkis Peixoto Joele
(IFPA/Castanhal - Membro)

Prof^a. Dr^a. Alessandra Santos Lopes
(FEA/ITEC/UFPA - Suplente)

BELÉM – PARÁ
2011

À minha mãe Vera, pela confiança e apoio de toda a vida e ao meu amor Luciano, pela cumplicidade, por cada gesto de carinho e palavras de conforto.

Dedico

“Mudam-se os tempos, mudam-se as vontades, muda-se o ser, muda-se a confiança; Todo o mundo é composto de mudança, tomando sempre novas qualidades. Continuamente vemos novidades, diferentes em tudo da esperança; Do mal ficam as mágoas na lembrança, e do bem, se algum houve, as saudades”.

Luis de Camões

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por mais esta conquista, além das muitas que já me permitiu até hoje.

À minha família, pais e irmãos, pela presença constante, apoio, compreensão e, acima de tudo, pela paciência durante a realização deste trabalho.

Ao meu namorado e companheiro Luciano, por compartilhar as angústias, decepções, inseguranças e, sobretudo, as alegrias.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos, sem a qual a concretização deste trabalho seria inviável.

Ao meu orientador, Éder Araújo, e co-orientadora, Lúcia Lourenço, pela paciência e dedicação.

Aos professores Jesus Nazareno Souza, Suezilde Ribeiro e Maria Regina Sarkis Peixoto Joele pelo acompanhamento e pela importante contribuição.

Aos demais professores do programa, Alessandra Lopes, Antônio Rodrigues, Evaldo da Silva, Hamilton Mendes, Hervé Rogez, Luiza Meller, Luiz França e Rosinelson Pena, pelo conhecimento compartilhado.

À professora Augusta Felipe e ao técnico Dilson Cardoso pela incansável ajuda com as análises reológicas.

Aos colegas de curso, que compartilharam dos momentos de aprendizado.

Aos amigos Wellinthon Melo, Valena Silva, Stephano Leão, Paula Moura, Mariana Avelar, Daniel Gonçalves, Priscilla Andrade, Tais Souza, Erla Assunção, Bruno Silva, pelos momentos vivenciados.

Aos amigos Aurélio, Larissa, Rafael, Isaias, pela fundamental ajuda com as análises e entendimento delas.

Aos amigos e cúmplices de momentos felizes e tristes, Bruna Almeida, Cleidiane Silva, Fernando Pereira, Isabelle Silva, Hellen Almeida, Hugo Rangel, Milena Passos, Natácia Silva, Tiago Santos. Cada um de vocês contribuiu de forma ímpar para a finalização deste trabalho, por isso, desejo a cada um muito sucesso e muitas realizações. Amo vocês.

A todos, o meu mais sincero Muito Obrigado!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1:	Piramutaba (<i>Brachyplatystomavaillantii</i>).	21
Figura 1-2:	Desembarque de pescado em toneladas no estado do Pará no a 2008.	22
Figura 1-3:	Nível de exploração pesqueira na Amazônia em função do percentual de espécies capturadas, com base nos dados de desembarque de peixes no período de 1996-2006.	24
Figura 1-4:	Desembarque de pescado em toneladas por município no ano de 2008.	25
Figura 1-5:	Desenho esquemático de emulsões água em óleo (a/o) e de emulsões óleo em água (o/a).	27
Figura 1.1-6:	Mecanismo de oxidação lipídica.	32
Figura 1-7:	Estrutura básica dos flavonóides.	34
Figura 1-8:	Reação entre o ácido gálico e o molibdênio do reagente de Folin-Ciocalteu.	35
Figura 1-9:	Estrutura do β -caroteno e seu sistema de duplas conjugadas (cromóforo).	35
Figura 1-10:	Mecanismo de ação contra radicais livres.	36
Figura 1-11:	Formação de radicais carotenóides ânion e cátion.	36
Figura 1-12:	Ação dos carotenóides contra o oxigênio tripleto.	36
Figura 1-13:	Ação dos carotenóides contra o oxigênio singleto.	37
Figura 1-14:	Estabilização do radical livre DPPH.	38
Figura 1-15:	Reação do radical peroxila proveniente da degradação do AAPH com a fluoresceína produzindo perda de fluorescência (FL*), via 1. Na presença de antioxidante ocorre resgate do radical peroxila e formação de compostos não reativos, via 2.	39
Figura 1-16:	Mecanismo de formação de peróxidos.	40
Figura 1-17:	Decomposição do peróxido em produtos secundários.	40
Figura 1-18:	Reação entre ácido 2-tiobarbitúrico e malonaldeído	41
Figura 1-19:	Maracujá amarelo.	42
Figura 2-1:	Processo de separação (A); CMS (B)	53

Figura 3-1:	Polpa e sementes de maracujá amarelo	81
Figura 4-1:	Fluxograma de obtenção do patê	97
Figura 4-2:	Emulsão de carne mecanicamente separada de piramutaba	98
Figura 4-3:	Patê de carne mecanicamente separada de piramutaba	98
Figura 4-4:	Gráfico de Pareto do efeito significativo para o valor de L*	102
Figura 4-5:	Superfície de resposta para o efeito do % de azeite de oliva sobre o valor de L*	104
Figura 4-6:	Curva de contornos do efeito do % de azeite de oliva sobre o valor de L*	105
Figura 4-7:	Micrografia do ensaio 1 (1% polpa/ 10% azeite)	108
Figura 4-8:	Micrografia do ensaio 2 (3% polpa/ 10% azeite)	109
Figura 4-9:	Micrografia do ensaio 3 (1% polpa/ 20% azeite)	109
Figura 4-10:	Micrografia do ensaio 4 (3% polpa/ 20% azeite)	109
Figura 4-11:	Micrografia do ensaio 5 (2% polpa/ 15 % azeite)	109
Figura 4-12:	Micrografia do ensaio 6 (2% polpa/ 15% azeite)	110
Figura 4-13:	Micrografia do ensaio 7 (2% polpa/ 15% azeite)	110
Figura 4-14:	Micrografia do ensaio 8 (0,6% polpa/ 15% azeite)	110
Figura 4-15:	Micrografia do ensaio 9 (3,4% polpa/ 15% azeite)	110
Figura 4-16:	Micrografia do ensaio 10 (2% polpa/ 8% azeite)	111
Figura 4-17:	Micrografia do ensaio 11 (2% polpa/ 22,1% azeite)	111
Figura 4-18:	Representação gráfica da preferência dos provadores em relação à cor	112
Figura 4-19:	Gráfico da viscosidade em função da taxa de deformação por cisalhamento	113
Figura 4-20:	Destaque das formulações 2, 11, 8 e patê comercial	113
Figura 4-21:	Gráfico da tensão em função da taxa de deformação por cisalhamento	114
Figura 4-22:	Destaque das formulações 2, 11, 8 e patê comercial	114
Figura 5-1:	Representação gráfica para as médias obtidas para os parâmetros	126

Figura 5-2:	Representação gráfica para os índices de aceitação obtidos para os parâmetros	127
Figura 5-3:	Representação gráfica para a intenção de compra	127
Figura 5-4:	TBA em função do tempo de armazenamento para o patê e para o controle	129
Figura 5-5:	Índice de peróxido em função do tempo de armazenamento para o patê e para o controle	130
Figura 5-6:	Valor de DPPH no patê e no controle ao longo dos dias de armazenamento	131
Figura 5-7:	Valor de ORAC no patê e no controle ao longo dos dias de armazenamento	131
Figura 5-8:	Correlação dos valores de DPPH e TBA	132
Figura 5-9:	Correlação dos valores de DPPH e TBA	133

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-1:	Características do patê estipuladas pela legislação brasileira	30
Tabela 1-2:	Espécies Reativas do Oxigênio (EROs)	33
Tabela 2-1:	Análise microbiológica da CMS do resíduo da filetagem da piramutaba	59
Tabela 2-2:	Composição físico-química da CMS do resíduo da filetagem da piramutaba	60
Tabela 2-3:	Análise de cor da CMS do resíduo de filetagem da piramutaba	63
Tabela 2-4:	Perfil de ácidos graxos da CMS	65
Tabela 2-5:	Parâmetros indicativos da qualidade nutricional da CMS	66
Tabela 3-1:	Caracterização microbiológica da polpa de maracujá amarelo	81
Tabela 3-2:	Composição centesimal da polpa de maracujá em base fresca	82
Tabela 3-3:	Características físico-químicas da polpa de maracujá em base fresca	82
Tabela 3-4:	Compostos antioxidantes e atividade antioxidante em base fresca pelos métodos do DPPH e ORAC.	84
Tabela 4-1:	Níveis codificados e reais utilizados no planejamento fatorial	96
Tabela 4-2:	Ingredientes utilizados na elaboração dos patês	96
Tabela 4-3:	Matrizes experimental e resultado do planejamento estatístico	101
Tabela 4-4:	Efeitos considerando-se o erro puro	102
Tabela 4-5:	Análise de variância (ANOVA) para a luminosidade (L*)	103
Tabela 4-6:	Resultados microbiológicos para as 11 formulações de patê	105
Tabela 4-7:	Valores de massa específica e pH dos 11 ensaios e do patê de carne utilizado como padrão.	106
Tabela 4-8:	Análise de cor das corridas experimentais	107
Tabela 5-1:	Análises microbiológicas do patê	125

Tabela 5-2:	Parâmetros físico-químicos do patê elaborado	125
Tabela 5-3:	Médias das notas dadas pelos provadores e índice de aceitação	126
Tabela 5-4:	Valores obtidos para TBA e índice de peróxido durante armazenamento refrigerado.	128
Tabela 5-5:	Valores obtidos para DPPH, % de inibição e ORAC durante armazenamento refrigerado	130
Tabela 5-6:	Resultados das análise microbiológicas para o patê e para o controle	133
Tabela 5-7:	Valores obtidos para pH e Aw durante armazenamento refrigerado.	134
Tabela 5-8:	Resultados de L* e a* para o patê e para o controle ao longo do armazenamento	135
Tabela 5-9:	Resultados de b*, C* e h* para o patê e para o controle longo do armazenamento	136

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1-1:	Lei de Stoke	27
Equação 2-1:	Rendimento	54
Equação 2-2:	Cálculo de carboidratos	55
Equação 2-3:	Cálculo de bases voláteis totais	55
Equação 2-4:	Cálculo do índice de saturação	56
Equação 2-5:	Cálculo do ângulo	56
Equação 2-6:	Cálculo do número de TBA	57
Equação 2-7:	Cálculo do índice de peróxido	57
Equação 3-1:	Cálculo de carotenoides totais	77
Equação 3-2:	Percentual de inibição do radical DPPH	77
Equação 3-3:	Cálculo do DPPH	78
Equação 4-1:	Cálculo da massa específica	96
Equação 4-2:	Modelo matemático para a luminosidade (L*)	100
Equação 5-1:	Cálculo do valor calórico	120

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVEATURAS

AAPH:	(2,2`-azobis (2-amidinopropano) dihidroclorado)
Aw:	Atividade de água
B-PE:	B-ficoeritrina
BVT:	Bases voláteis totais
CLAE:	Cromatografia líquida de alta eficiência
CMS:	Carne mecanicamente separada
CT:	Carotenóides totais
DHA:	Ácido docosahexanóico
DPPH :	Radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazila
EAG:	Equivalente ácido gálico
EPA:	Ácido Eicosapentaenóico
EROs:	Espécies reativos do oxigênio
FAO:	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FL:	Fluoresceína
IBAMA:	Instituto Brasileiro do meio Ambiente
IBGE:	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAD:	Malonaldeído
MUFAs:	Ácidos graxos monoinsaturados
ORAC:	Oxygen Radical AbsorbanceCapacity
pH:	Potencial hidrogeniônico
ppm	Parte por milhão
PUFAs:	Ácidos graxos polinsaturados
SEAGRI:	Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária
SEPAQ:	Secretaria de Estado de Pesca e Aquicultura
SFAs:	Ácidos graxos saturados
SUDAN:	Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia
TBA:	Ácido tiobarbitúrico

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	18
CAPITULO 1. REVISÃO DA LITERATURA	20
1.1 PESCADO.....	20
1.1.1 Aspectos gerais.....	20
1.1.2 Espécie estudada: piramutaba (<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>)	21
1.1.3 Pesca na Amazônia	23
1.1.4 Resíduos da indústria pesqueira	25
1.1.5 Carne mecanicamente separada (CMS).....	26
1.2 EMULSÕES	26
1.2.1 Processo de emulsificação	27
1.2.2 Estabilidade das emulsões	28
1.3 PATÊ	30
1.4 OXIDAÇÃO LIPÍDICA.....	31
1.4.1 Substâncias antioxidantes.....	32
1.4.2 Características gerais e mecanismo de ação antioxidante dos compostos fenólicos ...	33
1.4.3 Características gerais e mecanismo de ação antioxidante dos carotenóides.....	35
1.4.4 Métodos de determinação da capacidade antioxidante.....	37
1.4.4 Métodos de determinação da capacidade antioxidante.....	37
1.4.5 Métodos de determinação de produtos da oxidação.....	37
1.5 MARACUJÁ AMARELO (<i>Passiflora edulis f. flavicarpa</i>)	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICA.....	43
CAPITULO 2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA OBTIDA A PARTIR DO RESÍDUO DA FILETAGEM DA PIRAMUTABA (<i>BRACHYPLATYSTOMA VAILLANTII</i>)	
RESUMO	50
ABSTRACT	51
2.1 INTRODUÇÃO	52
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	52
2.2.1 Material.....	52
2.2.1.1 Matéria prima	52
2.2.2 Métodos	53
2.2.2.1 Obtenção da carne mecanicamente separada (CMS)	53
2.2.2.2 Cálculo do rendimento.....	53

2.2.2.3	Caracterização microbiológica da CMS.....	54
2.2.2.4	Caracterização físico-química da CMS	54
2.2.2.5	Perfil de ácidos graxos da CMS	58
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	58
2.3.1	Rendimento e caracterização microbiológica da CMS	52
2.3.2	Caracterização físico-química da CMS	52
2.3.3	Perfil de ácidos graxos.....	64
2.4	CONCLUSÃO	67
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

CAPITULO 3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA E DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE POLPA DE MARACUJÁ AMARELO (*PASSIFLORA EDULIS F. FLAVICARPA*)

	RESUMO.....	74
	ABSTRACT.....	74
3.1	INTRODUÇÃO.....	76
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	77
3.2.1	Material.....	77
3.2.1.1	Matéria prima	77
3.2.2	Métodos	77
3.2.2.1	Obtenção da polpa de maracujá	77
3.2.2.2	Cálculo do rendimento.....	77
3.2.2.3	Caracterização microbiológica da polpa de maracujá.....	78
3.2.2.4	Caracterização físico-química da polpa de maracujá.....	78
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	80
3.3.1	Rendimento caracterização microbiológica do maracujá amarelo	80
3.3.2	Caracterização físico-química do maracujá amarelo	81
3.4	CONCLUSÃO	86
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87

CAPITULO 4. PATÊ DE RESÍDUO DA FILETAGEM DA PIRAMUTABA ADICIONADO DE POLPA DE MARACUJÁ AMARELO COMO AGENTE ANTIOXIDANTE: ESTUDO DA MELHOR FORMULAÇÃO

	RESUMO.....	92
	ABSTRACT.....	93
4.1	INTRODUÇÃO.....	94

4.2	MATERIAL E MÉTODOS	95
4.2.1	Material.....	95
4.2.1.1	Matéria prima	95
4.2.2.1	Testes preliminares	95
4.2.2.2	Planejamento experimental.....	95
4.2.2.3	Análise microbiológica	98
4.2.2.4	Análises físicas e físico-químicas.....	99
4.2.2.5	Análise sensorial	100
4.2.2.6	Análise reológica	100
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	101
4.3.1	Planejamento experimental.....	101
4.3.2	Análise microbiológica.....	101
4.3.3	Análises físicas e físico-químicas.....	101
4.3.3.1	Massa específica e pH.....	106
4.3.3.2	Cor instrumental	107
4.3.4	Microscopia eletrônica	101
4.3.5	Análise sensorial	101
4.3.6	Análise reológica	101
4.4	CONCLUSÃO.....	101
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101

CAPITULO 5.ELABORAÇÃO E ESTUDO DO COMPORTAMENTO OXIDATIVO, MICROBIOLÓGICO E DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA FORMULAÇÃO DE PATÊ SELECIONADA

RESUMO.....	119	
ABSTRACT.....	120	
5.1	INTRODUÇÃO	121
5.2	MATERIAL E MÉTODOS	122
5.2.1	Material.....	101
5.2.1.1	Matéria prima	101
5.2.2	Métodos	101
5.2.2.1	Elaboração do patê.....	122
5.2.2.2	Caracterização microbiológica e composição centesimal	101
5.2.2.3	Caracterização sensorial do patê.....	123
5.2.2.4	Estudo do comportamento oxidativo, microbiológico e de parâmetros físico-químicos do Patê elaborado	124
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	124
5.3.1	Caracterização microbiológica, físico-química e sensorial.....	101

5.4	CONCLUSÃO.....	124
	REFEÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	124
	ANEXOS	124

RESUMO

A pesca, uma das atividades humanas mais importantes na Amazônia, deixou de ser apenas complementar para ser uma atividade mais especializada e intensiva a partir da década de 30. No estado do Pará, a pesca industrial teve início em 1968, quando as primeiras empresas instalaram-se em Belém com o incentivo de políticas de isenções fiscais do Governo Federal nesta década. A indústria pesqueira gera uma grande quantidade de resíduos e o gerenciamento deste é um dos principais problemas ambientais vivenciados pelas empresas. Por ocasião da aprovação da Lei Federal contra crimes ambientais 9605 de 12 de fevereiro de 1998, que estabelece pesadas sanções para os responsáveis pela disposição inadequada de resíduos, se faz necessário o desenvolvimento de novas tecnologias que possibilitem o reaproveitamento e transformação dos resíduos em produtos de maior valor agregado. Neste sentido, o resíduo da filetagem da piramutaba foi recebido congelado no laboratório de pescados e carnes da Universidade Federal do Pará. Após o descongelamento, o material foi processado em separadora mecânica para a obtenção de carne mecanicamente separada (CMS), que foi submetida à análises físicas, físico-químicas e microbiológicas. Com a massa obtida foram testadas formulações de patê, através de delineamento composto central rotacional, onde foram variados os percentuais de azeite de oliva, carne mecanicamente separada e polpa de maracujá, que foi utilizada no produto com agente antioxidante e foi obtida de frutos adquiridos do comércio local de Belém. A polpa de maracujá também foi submetida às análises físicas, físico-químicas e microbiológicas. A escolha da melhor formulação de patê ocorreu por meio de parâmetros sensoriais, onde foi observada a cor do produto final e parâmetros reológicos, tendo como referencia patê comercial. Da formulação escolhida de patê foram elaborados nove pontos de acompanhamento semanal onde foram observados parâmetros físicos, físico-químicos e microbiológicos durante o armazenamento.

ABSTRACT

Fishing, one of the most important human activities in the Amazon, no longer just be a complement to more specialized and intensive activity from the 30s. In the state of Pará, industrial fishing began in 1968, when the first companies settled in Bethlehem with the incentive of tax relief policies of the Federal Government in this decade. The fishing industry generates a lot of waste management and this is a major environmental problems experienced by businesses. Upon the approval of the Federal Law against environmental crimes in 9605 12 February 1998 laying down heavy penalties for those responsible for improper disposal of waste, it is necessary to develop new technologies that allow the reuse and transformation of waste products higher added value. In this sense, the residue from filleting piramutaba was received in the laboratory of frozen fish and meat from the Federal University of Pará After thawing, the material was processed in mechanical separator to obtain mechanically deboned meat (CMS), which was submitted to physical, physico-chemical and microbiological. The pellet formulations were tested pate through central composite rotational design, which varied the percentage of olive oil, mechanically recovered meat and passion fruit pulp that was used in the product with antioxidant and was obtained from the fruits acquired The local trade of Bethlehem passion fruit pulp also was subjected to physical, physical-chemical and microbiological. The choice of the best formulation pate occurred through sensory parameters, where we observed the color of the final product and rheological parameters, with reference pate commercial. The chosen formulation of pâté were prepared weekly monitoring of nine points which were observed physical parameters, physico-chemical and microbiological parameters during storage.

INTRODUÇÃO GERAL

A pesca é uma das atividades humanas mais importantes na Amazônia, constituindo-se em fonte de alimento, comércio, renda e lazer para grande parte da população, especialmente a que reside nas margens dos rios de grande e médio porte. Está fortemente atrelada aos hábitos culturais e à história da região onde o peixe constitui a principal fonte de proteínas de origem animal na dieta da população local (DINIZ et al, 2006; SANTOS e SANTOS, 2005).

Foi a partir da década de 30 que a pesca deixou de ser uma atividade econômica apenas complementar para ser uma atividade mais especializada e intensiva. A pesca industrial teve início no Pará em 1968, quando as primeiras empresas instalaram-se em Belém com o incentivo de políticas de isenções fiscais do Governo Federal nesta década. Com o advento da expansão de nossas águas territoriais de 12 para 200 milhas náuticas em 1970, para a exploração econômica exclusiva, a frota pesqueira paraense teve um significativo implemento, chegando a 50 embarcações camaroneiras e cerca de 20 piramutabeiras. Atualmente, a piramutaba e o camarão rosa são os alvos principais da pesca industrial na região, ressaltando-se o crescimento da captura do mapará, da dourada, do pargo, da gurijuba e do bagre (SEPAQ, 2012).

Em virtude do grande volume de pesca, é grande também o volume de resíduos gerados pelas indústrias pesqueiras após processamento. Os referidos resíduos são ricos em compostos orgânicos e inorgânicos, que constituem riscos potenciais de impactos ambientais negativos decorrentes da disposição deste material no meio ambiente, visto que o músculo de pescado apresenta-se como uma fonte importante de proteínas, vitaminas, minerais e lipídios essenciais para a alimentação humana (BERTOLIN et al, 2011; FELTES et al, 2010).

Espécies de peixes gordos são consideradas de grande importância nutricional, principalmente devido ao seu elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs), no entanto, são suscetíveis à oxidação e consequente perda de qualidade (MAQSOOD e BENJAKUL, 2010).

A oxidação de lipídios, ou autooxidação, inicia-se com a formação de radicais livres, formando hidroperóxidos, que por sua vez se decompõe em aldeídos, cetonas, álcoois, hidrocarbonetos e ácidos, os quais podem causar alterações sensoriais indesejáveis nos alimentos, produzindo aroma e sabor desagradáveis e,

consequentemente a diminuição do tempo de vida útil. Além disso, os produtos da oxidação lipídica podem desencadear a peroxidação *in vivo* a diferentes classes de moléculas biológicas, resultando em situações que podem variar desde o envelhecimento precoce até a instalação de patologias, como doenças degenerativas (BERTOLIN et al, 2011).

Em virtude de uma crescente preocupação com a segurança dos antioxidantes sintéticos, a busca de mecanismos alternativos de proteção através da utilização de antioxidantes naturais vem sendo incentivada no sentido de conter o estresse oxidativo, neste grupo destacam-se os compostos fenólicos que apresentam propriedades de óxido-redução, as quais podem desempenhar um importante papel na absorção e neutralização de radicais livres (BANERJEE, 2006; ERKAN, 2012).

Com base na grande importância da pesca da piramutaba na região amazônica e, principalmente, buscando alternativas para minimizar os impactos da geração de resíduos oriundos do processamento desse peixe, o presente trabalho tem como objetivo geral reutilizar o resíduo da filetagem da piramutaba no desenvolvimento de patê adicionado de polpa de maracujá amarelo como agente antioxidante, a fim de obter um produto com maior valor agregado no que se refere às características físico-químicas, microbiológica, sensorial e com maior estabilidade do ponto de vista oxidativo. O estudo foi ancorado nos seguintes objetivos específicos:

- Obter e caracterizar carne mecanicamente separada do resíduo da filetagem da piramutaba quanto a aspectos físico-químicos e microbiológicos;
- Caracterizar polpa de maracujá amarelo quanto a aspectos físico-químicos e microbiológicos, bem como determinar sua capacidade antioxidante;
- Elaborar formulações de patê e selecionar a melhor combinação através de metodologia de superfície de resposta, avaliação sensorial e comportamento reológico do produto;
- Estudar o comportamento oxidativo, microbiológico e parâmetros físico-químicos da formulação escolhida durante o tempo de estocagem.

CAPITULO 1. REVISÃO DA LITERATURA

1.1 PESCADO

1.1.1 Aspectos gerais

Podendo ser comercializado nas formas *in natura* ou industrializado, o pescado é uma excelente fonte proteica, onde as proteínas miofibrilares são as de maior relevância tanto do ponto de vista nutricional como do ponto de vista tecnológico, uma vez que mudanças ocorridas nestas proteínas alteram significativamente sua textura. Apresenta todos os aminoácidos essenciais e tem alto teor de lisina, aminoácido “starter” do processo digestivo (OGAWA, 1999; ORDÓÑEZ, 2005).

O pescado tem grande variedade de minerais dos quais os mais abundantes são cálcio, fósforo, sódio, potássio e magnésio podendo apresentar em quantidades residuais iodo, ferro, cobre, flúor, cobalto e zinco (ORDÓÑEZ, 2005; OETTERER et al, 2006).

É rico também em lipídios, que, além de fonte energética, contem ácidos graxos poliinsaturados do tipo ω_3 , especialmente ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA), que apresentam efeitos redutores sobre os teores de triglicerídeos e colesterol sanguíneo, reduzindo, conseqüentemente os riscos de incidência de doenças cardiovasculares como arteriosclerose, enfarto do miocárdio, trombose cerebral etc. (OGAWA e MAIA, 1999; ORDÓÑEZ, 2005).

Nos peixes, a musculatura do corpo compõe-se de quatro músculos dispostos de forma longitudinal, dois dorsais e dois ventrais, separados por tecido conjuntivo forte. As fibras musculares correm também de forma longitudinal sendo separadas perpendicularmente por tabiques de tecido conjuntivo, chamados de miocomata onde os segmentos situados entre eles são denominados miótomos (ORDÓÑEZ, 2005).

Segundo Ogawa e Maia (1999), a composição química do pescado sofre variações muito significativas dependendo da época do ano, estado nutricional, temperatura da água, salinidade, espécie e sexo, apresentando valores médios entre 60 e 85% de umidade, 20% de proteínas, 0,6 a 36% de lipídios, 0,3 a 1% de carboidratos e de 1 a 2% de cinzas. O conteúdo de gordura pode sofrer variações

dependendo do tipo de músculo analisado e indivíduos da mesma espécie podem apresentar variações lipídicas muito acentuadas. Outro fator que também pode acarretar em diferença no percentual de lipídios é o período de reprodução.

De acordo com a classificação de Bressan (2002), o pescado pode ser magro, com percentual de gordura entre 2 e 3%, semi-gordo, quando o percentual está entre 3 e 8% e gordo, quando contem um percentual de gordura superior a 8%.

1.1.2 Espécie estudada: piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*)

Pertencente à família Pimelodidae que abrange cerca de 300 espécies distribuídas nos rios da América do Sul e Central, ilhas do Caribe e sul do México. A piramutaba (Figura 1-1) é um bagre de água doce que possui o corpo de coloração cinza escuro na região dorsal e cinza claro na região ventral. A espécie apresenta placas, nadadeira adiposa bem desenvolvida, presença de acúleos nas nadadeiras peitorais e dorsal e presença de três pares de barbilhões longos, um na maxila superior e dois na maxila inferior (CHAVES et al, 2003; RODRIGUES, 2009).



Figura 1-1: Piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*).
Fonte: RODRIGUES (2009)

No Norte do Brasil a piramutaba ocorre principalmente ao longo dos rios Solimões-Amazonas sendo capturada pela frota pesqueira desde Belém, no estuário do rio Amazônas, de onde migra para desovar na região oeste, nas cabeceiras dos rios, até Iquitos no Peru. A viagem de 5.500 km que dura de 5 a 6 meses se inicia entre os meses de junho e novembro. Depois da desova as larvas são levadas de volta ao estuário pela correnteza, ou seja, os peixes nascem e se reproduzem no

alto das cabeceiras de vários afluentes do grande Solimões-Amazônas e se alimentam até a fase jovem no estuário. Possui uma ampla distribuição nas bacias do Norte da América do Sul que deságuam no oceano Atlântico, existindo registros de sua ocorrência desde a bacia de Orinoco, na Venezuela, até a bacia do rio Parnaíba na divisa dos estados do Maranhão e Piauí (CHAVES et al, 2003; IBAMA, 2005; RODRIGUES, 2009).

A captura da piramutaba é feita através da pesca artesanal e da pesca industrial. No estado do Pará a pesca industrial teve início no ano de 1971 e cuja produção pode ser dividida em dois blocos: a) indivíduos de pequeno porte (indivíduos com tamanho médio de 25,1 e 23,5cm estimado nos anos de 2001 e 2002, respectivamente), que são quase sempre devolvidos mortos para o mar, classificados como rejeitados; b) indivíduos de maior porte (indivíduos com tamanho médio de 38,7 e 38,9cm estimado nos anos de 2001 e 2002 respectivamente), definidos como aproveitados e são comercializados (IBAMA, 1999; CHAVES et al, 2003). De acordo com Frédou et al (2009), a média anual da captura industrial da piramutaba no período de 2001 e 2005 foi de 11.076 toneladas. Em 2008 a espécie ocupou o 1º lugar, com mais de 20 milhões de toneladas no total de desembarques (Figura 1-2) (SEPAQ, 2010).

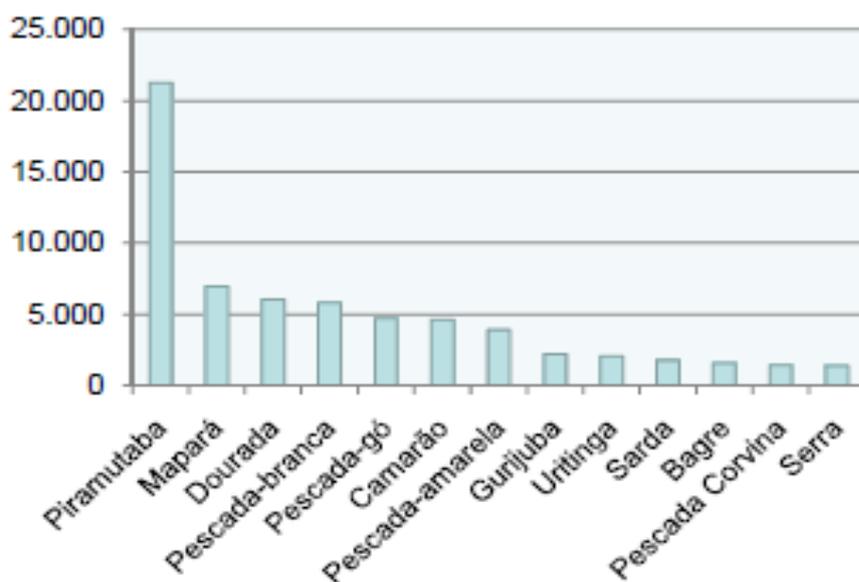


Figura 1-2: Desembarque de pescado em toneladas no estado do Pará no ano de 2008.
Fonte: SEPAQ (2010)

1.1.3 Pesca na Amazônia

Desde a redução da pesca da tainha e da sardinha na região sul do Brasil, a região Norte passou a ser uma importante fonte de recursos pesqueiros para o país. A criação de um complexo pesqueiro na região, concentrado inicialmente no estado do Pará e que visava prioritariamente o mercado internacional se deu a partir de políticas de isenções fiscais do Governo Federal através da antiga Sudam – Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia, no início do ano de 1960 que teve como consequência a instalação de indústrias frigoríficas interessadas em comprar a produção de pescado da frota artesanal na região já em 1967. O aumento da exploração pesqueira, entretanto, resultou em sobrepesca¹ de espécies como o pirarucu (*Arapaima gigas*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*), dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e surubim (*Pseudoplatystoma tigrinum*), que abasteciam tanto o mercado industrial (nacional e internacional) quanto o mercado de subsistência, desta maneira, ao final dos anos 70, a pesca em abundância já apresentava sinais de exaustão (ALMEIDA, 2006; SEPAQ, 2010).

Uma pesquisa realizada pela FAO - Food And Agriculture Organization of the United Nations, no ano de 2009 mostra que, embora a Amazônia apresente um grande potencial pesqueiro, o nível de exploração deste recurso na região é bastante variado, havendo grande número de espécies ainda pouco exploradas e um pequeno percentual em situação de sobrepesca ou em recuperação² (Figura 1-3) desta forma, a maior parte da produção pesqueira é de responsabilidade de uma minoria onde as dez principais espécies capturadas representam mais de 80% da produção dos mercados pesqueiros regionais.

¹Quando a atividade pesqueira de uma espécie ou de uma região deixa de ser sustentável, ou seja, quanto mais esforço de pesca se utilizar, menores serão os rendimentos, seja do ponto de vista biológico ou econômico.

²Recuperação natural do estoque de peixe de uma região quando são tomadas medidas voltadas para este fim, como o período do defeso, por exemplo.

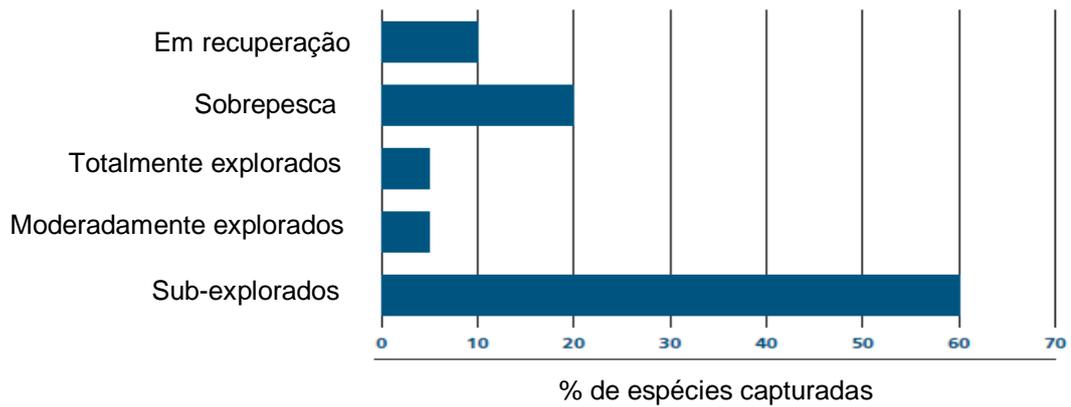


Figura 1-3: Nível de exploração pesqueira na Amazônia em função do percentual de espécies capturadas, com base nos dados de desembarque de peixes no período de 1996-2006.

Fonte: FAO (2009)

A produção de peixes no mundo no ano de 2006 foi de cerca de 143 milhões de toneladas e o Brasil, com pouco mais de 1 milhão de toneladas, concorreu com 92 milhões de toneladas da China no mesmo ano (FAO, 2009). Em 2007, a produção nacional apresentou um crescimento de 2% em relação a 2006, neste ano a pesca marinha e a aquicultura continental apresentaram crescimento na produção nacional de pescado enquanto que a pesca continental e a maricultura sofreram um decréscimo em relação ao ano de 2006 (IBAMA, 2007).

No Pará a produção pesqueira se divide em pesca costeira e pesca interior, ainda não sendo desenvolvida a pesca oceânica (SEPAQ, 2010). A pesca costeira tem apresentado um volume maior de captura abrangendo mais de $\frac{3}{4}$ da produção; nela inclui-se a pesca industrial e a pesca artesanal de larga escala. Em 2007, o estado foi responsável por 90,9% da produção da região Norte, porém apresentou um decréscimo de 16,6 % quando comparado com a produção de 2006. As espécies que mais contribuíram para esse decréscimo foram: o camarão-rosa, pargo, cambéua, bagre e o caranguejo (IBAMA, 2007).

No ano de 2008 os municípios que mais se destacaram no desembarque de pescado foram: Belém, Vigia, Santarém, Bragança, Abaetetuba e São João de pirabas que juntos totalizaram 74% do pescado desembarcado no estado neste ano, conforme mostrado na Figura 1-4 (SEPAQ, 2010).

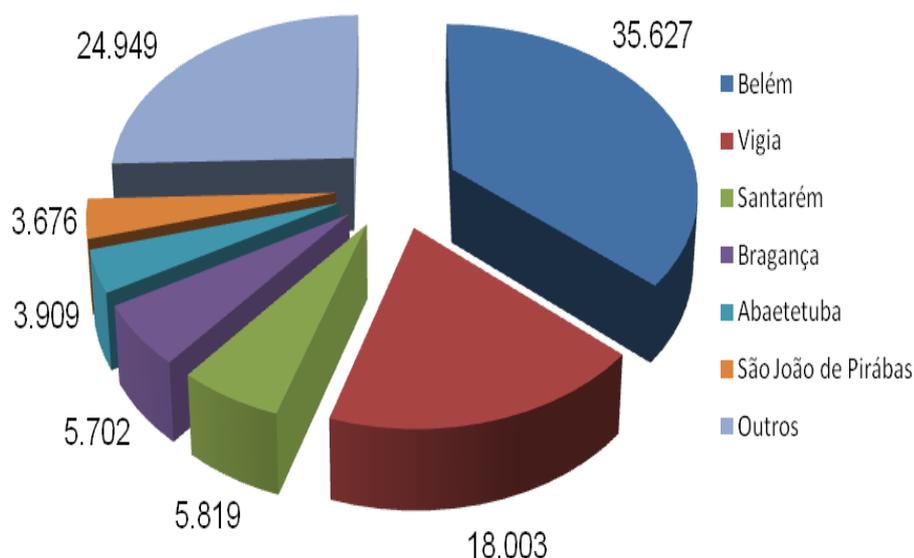


Figura 1-4: Desembarque de pescado em toneladas por município no ano de 2008.
 Fonte: SEPAQ (2010)

1.1.4 Resíduos da indústria pesqueira

Na indústria pesqueira existem basicamente dois tipos de desperdícios: as sobras da operação de filetagem e da padronização de filés e as perdas provenientes de espécies com baixo valor comercial (BOMBARDELLI et al, 2005). Uma das finalidades do reaproveitamento de resíduos nessa indústria é gerar produtos com maior valor agregado, visto que estes são principalmente ricos em proteínas e lipídios mono e poliinsaturados cuja matéria orgânica existente (cabeças, coluna vertebral e parte de músculo aderido à coluna) constitui uma fonte potencial de poluição ambiental, sendo fundamental o seu reaproveitamento imediatamente após o escoamento das mesas processadoras. Apesar disto, o que se observa na prática é um volume grande de descarte, correspondendo a 50% ou mais da produção de pescado (ARRUDA, 2004; PASTORE, 2006).

Muitos autores já desenvolveram, com êxito, produtos a partir de resíduos de peixe, entre eles: Filho (2009), que obteve para embutido tipo salsicha um índice de aceitação de 7,1; Minozzo et al (2008), que observou para patê cremoso e pastoso índices de aceitação de 7,4 e 6,5 respectivamente; Kirschnik (2007), que elaborou dois tipos de nuggets obtendo índices de aceitação de 6,8 e 7,1 e Marengoni et al (2009), que elaborou quatro formulações de fishburguers com aceitação média de 7,3 entre as formulações. Todos os produtos foram elaborados com resíduo de tilápia.

1.1.5 Carne mecanicamente separada (CMS)

A carne mecanicamente separada é obtida através do processo mecânico de moagem e separação de ossos de animais de açougue, destinada a elaboração de produtos cárneos específicos. O produto será designado carne mecanicamente separada seguido do nome da espécie animal que o caracteriza (Brasil, 2000).

Segundo Jay (2005), existem dois processos de separação mecânica: a desossa a frio (processo convencional), onde as carcaças são refrigeradas após o abate durante 24 horas ou mais, sendo depois processadas ainda sob refrigeração e a desossa a quente, onde o processo é realizado normalmente em um período de 1 a 2 horas após o abate.

De acordo com Ogawa (1999), o peixe dispõe, aproximadamente de cerca de 50 a 60% de músculo comestível na carcaça, dos quais cerca de 25% é retirado no processo de filetagem. A separação mecânica do músculo que permanece aderido à espinha de peixes filetados, peixes que contem muitas espinhas e pequenos peixes que são economicamente inviáveis de filetar pode aumentar a disponibilidade de produtos pesqueiros sem aumentar a captura mundial de pescado.

O processo de obtenção de carne mecanicamente separada de pescado, também chamada de *Minced fish* ou polpa de peixe representa a primeira etapa do isolamento ou fracionamento de proteínas, podendo ser condimentada, submetida à cocção, enformada, fatiada e congelada dando origem a salsichas, patês, fishburgers, corned fish, snacks, nuggets, surimi, entre outros (PASTORE, 2006; OETTERER, 2006).

1.2 EMULSÕES

Uma emulsão é definida como sendo uma mistura harmônica de dois líquidos imiscíveis, onde a fase dispersa é transformada em gotículas muito pequenas no interior da fase contínua, cuja interação ocorre pela ação de um agente emulsificante interfacial. Existem dois tipos de emulsões líquido/líquido: emulsões óleo em água (o/a) onde a fase dispersa é o óleo e a fase contínua é a água (exemplo: leite) e emulsões água em óleo (o/a), onde a água é a fase dispersa e o

óleo é a fase contínua (exemplo: margarina) (Figura 1-5) (SGARBIERI, 1996; FELLOWS, 2006).

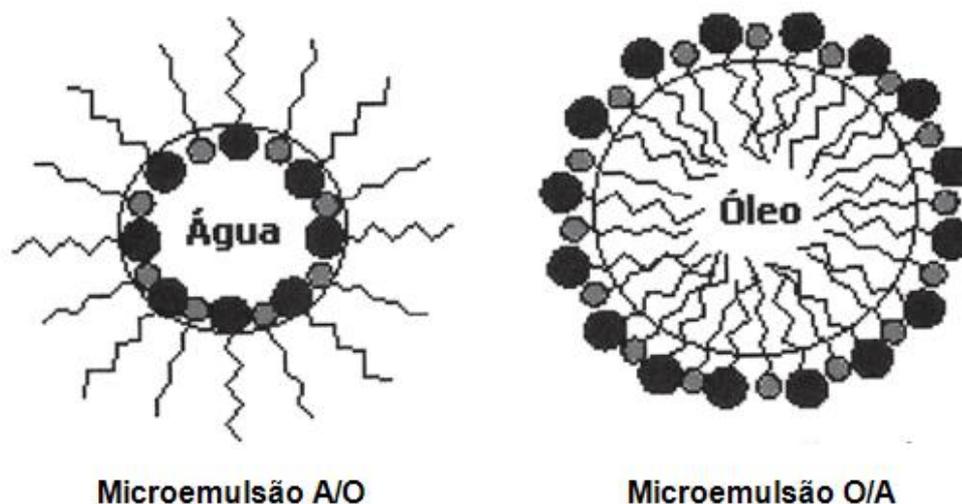


Figura 1-5: Desenho esquemático de emulsões água em óleo (a/o) e de emulsões óleo em água (o/a).

Fonte: OLIVEIRA et al (2004)

Emulsões cárneas são consideradas como sendo emulsões óleo em água, porém, por não possuírem as propriedades clássicas como tamanho da fase dispersa, não são consideradas emulsões verdadeiras, ou seja, as emulsões cárneas são suspensões coloidais complexas, não totalmente homogêneas cujas partículas dispersas possuem tamanho entre 10 e 50 μ m. A fase dispersa é constituída por partículas de gordura, fibras musculares, aditivos, farináceos, etc. A fase contínua é constituída por água, sal, proteínas hidrossolúveis e outros elementos solúveis (SHIMOKOMAKI et al 2006).

1.2.1 Processo de emulsificação

Com o rompimento da estrutura fibrosa do músculo, aumenta a exposição das proteínas (actina, miosina ou actomiosina), que, inicialmente, encontram-se em estado insolúvel (estado GEL). Com a presença de sal, água e alguns aditivos ocorrem solubilização e conseqüente intumescimento das mesmas pela adsorção de água produzindo uma matriz viscosa (estado SOL). As proteínas solubilizadas

apresentam um maior número de resíduos de aminoácidos e desta forma, tornam-se aptas a agirem como agentes emulsificantes (SHIMOKOMAKI et al 2006).

A adição de substâncias que tenham em suas moléculas grupos lipofílicos e hidrofílicos (agentes emulsificantes ou tensoativos) a um sistema coloidal produz uma diminuição na tensão interfacial pela sua adsorção na interface por esses grupos voltados respectivamente para cada fase. Com a diminuição da tensão superficial ocorre o aumento da superfície de contato entre as fases permitindo a homogeneização do sistema evitando a coalescência das partículas (quanto maior a tensão interfacial, maior é a dificuldade de formar e estabilizar a emulsão). Assim, o processo de emulsificação se inicia com a redução do tamanho das gotículas da fase dispersa e segue com a formação de micelas ao redor de cada gotícula pelos agentes emulsificantes presentes (SGARBIERI, 1996; BOBBIO e BOBBIO, 2001; FELLOWS, 2006).

Os agentes emulsificantes diminuem a quantidade de energia necessária para a formação da emulsão e sua escolha baseia-se na relação existente entre grupos hidrofílicos e lipofílicos que é expressa pela razão entre as porcentagens em peso de cada grupo na molécula e é denominado BHL (balanço hidrofílico-lipofílico). Emulsificantes com valores de BHL menores que 9 são usados em emulsões água em óleo enquanto que os que apresentam valores acima de 11 são eficientes em emulsões óleo em água (BOBBIO e BOBBIO, 2001).

1.2.2 Estabilidade das emulsões

Em emulsões sólidas, a textura é determinada pela composição do alimento, pelas condições de homogeneização e pelas operações pós-processamento, tais como aquecimento ou congelamento, assim, em emulsões cárneas como o patê, a estabilidade da fase contínua é determinada pela capacidade de retenção de água (CRA) e pela capacidade de retenção da gordura (CRG) das proteínas, no caso, do peixe, onde numerosas energias de ligação e outras forças físicas são essencialmente envolvidas. A qualidade da emulsão é influenciada pela relação carne:gelo:água:gordura, pela utilização de fosfatos para ligar a água e pelo tempo, temperatura e velocidade da homogeneização. A estabilidade de uma emulsão está relacionada com a retenção de água e gordura para obtenção da textura final

desejada onde numerosas energias de ligação e outras forças físicas são essenciais para garantir esta estabilidade e também a integridade da suspensão coloidal antes, durante e depois do tratamento térmico (FELLOWS, 2006; ARAÚJO, 2008).

Dois principais modelos são propostos para explicar a estabilização da gordura e da água em massas cárneas: teoria da emulsão, que defende a formação de um filme proteico interfacial que circunda a gotícula de gordura com sua parte lipofílica e a teoria do aprisionamento físico que defende a hipótese de que as gotículas de gordura são fisicamente retidas por uma malha proteica através da interação proteína-proteína (matriz proteica gelificada) (SHIMOKOMAKI et al 2006).

Os fatores que influenciam na estabilidade das emulsões são: tipo e quantidade do agente emulsificante, tamanho dos glóbulos da fase dispersa, forças interfaciais, viscosidade da fase contínua e diferença de densidade entre as duas fases. Todos esses fatores são relacionados pela lei de Stoke, como mostra a equação 1-1:

$$v = \frac{d^2 g (\rho_p - \rho_s)}{18\mu} \quad \text{Equação 1-1}$$

Onde:

v: Velocidade de separação das fases (m/s^{-1})

d: Diâmetro das partículas na fase dispersa (m)

g: Aceleração da gravidade ($9,81m/s^{-2}$)

ρ_p : Densidade da fase dispersa (kg/m^{-3})

ρ_s : Densidade da fase contínua (kg/m^{-3})

μ : Viscosidade da fase contínua (N/sm^{-2})

A equação indica que emulsões estáveis são formadas quando os tamanhos das partículas são pequenos (na prática entre 1 e $10\mu m$), as densidades das fases são razoavelmente próximas e a viscosidade da fase contínua é alta (FELLOWS, 2006).

1.3 PATÊ

Entende-se por pasta ou patê, o produto cárneo industrializado obtido a partir de carnes e/ou produtos cárneos e/ou miúdos comestíveis, das diferentes espécies de animais de açougue, transformados em pasta, adicionado de ingredientes e submetido a um processo térmico adequado. É um produto cozido, podendo ser pasteurizado ou esterilizado. Obrigatoriamente deve conter carne e/ou miúdos específicos das diferentes espécies de animais de açougue, sal, nitrito e/ou nitrato de sódio e/ou potássio, podendo apresentar também ingredientes opcionais como gordura animal e/ou vegetal, proteínas de origem animal e/ou vegetal, açúcares, maltodextrinas, leite em pó, amido, entre outros. Os patês, seguidos de sua designação, deverão conter no mínimo 30% da matéria prima que o designe, exceto o de fígado cujo limite mínimo poderá ser de 20% (BRASIL, 2000).

É um produto com tradição gastronômica que apresenta além de valor agregado, características sensoriais interessantes podendo ser elaborado com diferentes matérias primas. Entre os patês elaborados com peixes já foram utilizados o salmão, atum e a anchova (AQUERRETA et al 2001).

De acordo com a Tabela1-1, as características exigidas pela instrução normativa nº 21, de 31 de julho de 2000, são:

Tabela: 1-1: Características do patê estipuladas pela legislação brasileira

Características do Patê	
Características sensoriais	Textura: característica Cor: característica Sabor: característico Odor: característico
Características físico-químicas	Amido (máximo): 1 a 10% Carboidratos totais (máximo): 1 a 10% Umidade (máximo): 70% Gordura (máximo): 32% Proteínas (mínimo): 8%

Fonte: BRASIL, 2000.

De acordo com Minozzo e Waszczyński (2010) e Filho (2009), para a obtenção do patê, a matéria prima é cozida, adicionada de ingredientes (aditivos e especiarias), homogeneizada para a distribuição das partículas, acondicionada,

submetida a um tratamento térmico adequado (pasteurização ou esterilização) e armazenada sob-refrigeração ou não (dependendo do tratamento térmico).

1.4 OXIDAÇÃO LIPÍDICA

Durante o processamento e armazenamento de alimentos, os lipídios podem sofrer transformações químicas que podem comprometer tanto as características sensoriais e aceitação do produto quanto sua qualidade (BOBBIO e BOBBIO, 2001). Vários fatores podem catalisar a oxidação dos lipídios: composição de ácidos graxos, ácidos graxos livres, concentração de oxigênio, umidade, luz, calor, metais, metaloproteínas, pigmentos, condições alcalina e tratamento térmico (FENNEMA, 1996; ARAÚJO, 2008). De acordo com Bobbio e Bobbio (2001), a oxidação dos lipídios ocorre em três etapas (Figura 1-6):

Fase de iniciação ou indução: Ocorre a abstração de um átomo de hidrogênio por uma espécie reativa (baixo consumo de oxigênio, baixa concentração de peróxidos, ausência de alterações sensoriais e aumento da concentração de radicais livres);

Fase de propagação: Ocorre a formação de radicais peróxidos (alto consumo de oxigênio, crescimento da concentração de peróxidos, início das alterações sensoriais com aparecimento de odor característico provocado pela decomposição dos hidroperóxidos);

Fase de terminação: Ocorre a combinação dos radicais livres (decaimento do consumo de oxigênio e da concentração de peróxidos, forte alteração sensorial podendo haver alteração de cor e viscosidade).

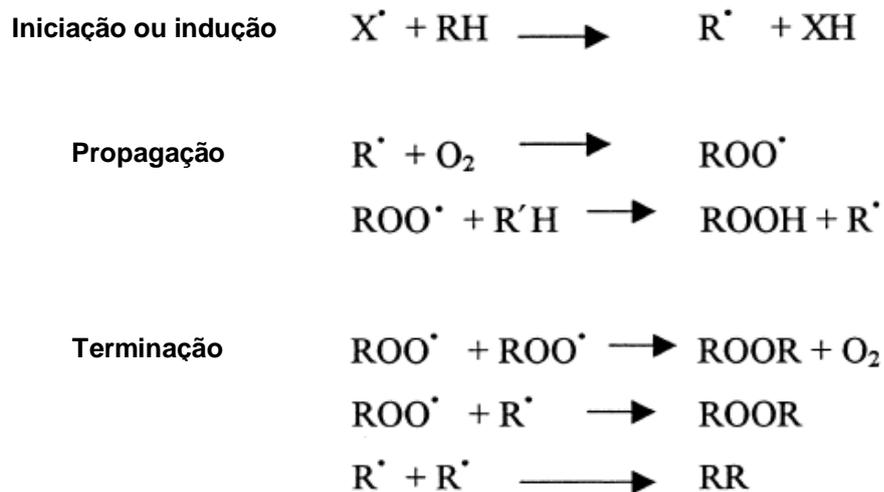


Figura 1.1-6: Mecanismo de oxidação lipídica.

Fonte: GORDON (2001)

A rancificação oxidativa pode também provocar alterações em outros componentes do alimento pela ação oxidante dos peróxidos sobre as vitaminas, carotenóides, proteínas e outros componentes oxidáveis alterando, assim, seu valor nutricional (BOBBIO e BOBBIO, 2001; GORDON, 2001; HALLIWELL, 2002).

1.4.1 Substâncias antioxidantes

Antioxidante é qualquer substância que pode retardar o início ou diminuir a taxa de oxidação dos lipídios podendo atrasar o aparecimento de “off-flavours” nos alimentos. Podem ser sintéticos, que consistem em estruturas fenólicas contendo variáveis graus de substitutos alquilas ou naturais, que são compostos fenólicos, quinonas, lactonas e polifenóis. Atualmente, a atenção está sendo voltada para as possibilidades de utilização de antioxidantes naturais para substituir os sintéticos, que apesar de serem efetivos e estáveis, tem seu uso restrito em muitos países devido à possibilidade de causarem efeitos indesejáveis em seres humanos. A atuação dos antioxidantes pode ser através da eliminação direta (antioxidantes primários que incluem compostos fenólicos) ou indireta (antioxidantes secundários, através de vários mecanismos, entre eles a conversão de hidroperóxidos em espécies não-radicaís e desativação de oxigênio singlete) dos radicais livres (GORDON, 2001; HALLIWELL, 2002; ARAÚJO, 2008).

Freqüentemente os antioxidantes são combinados com agentes seqüestradores de metais (agentes quelantes) a fim de melhorar sua eficiência. O efeito inibitório da oxidação de radicais pode ser potencializado através do sinergismo - utilização de uma mistura de antioxidantes, produzindo uma atividade maior que o efeito isolado (FENNEMA, 1996).

Muitos estudos comprovam a importância das reações de oxidação *In vivo* e relacionam a redução do risco de doenças cardiovasculares ao consumo de compostos fenólicos pela sua capacidade de interromper a oxidação induzida por espécies reativas de oxigênio (EROs) (Tabela 1-2) (VIRGILI et al, 2001).

Tabela 1-2: Espécies Reativas do Oxigênio (EROs)

Radicais livres	Não radicais
Radical hidroxila (OH [•])	Peróxido de hidrogênio (H ₂ O ₂)
Radical nítrico (NO [•])	Ácido hipocloroso (HOCl)
Radical superóxido (O ₂ [•])	Oxigênio Triplete (³ O ₂)
Radical peroxila (ROO [•])	Oxigênio singlete (¹ O ₂)
Radical alcooxila (RO [•])	Ozônio (O ₃)

Fonte: DENISOV e AFANASES (2005); FENNEMA (1996)

1.4.2 Características gerais e mecanismo de ação antioxidante dos compostos fenólicos

Compostos fenólicos são substâncias amplamente distribuídas em plantas e alimentos de origem vegetal sendo responsáveis por sua cor e sabor. São compostos biologicamente ativos, possuem poder antioxidante, propriedades antibacterianas, antiinflamatórias e antialergênicas e estão associados à redução do risco de doenças cardiovasculares, cancerígenas e outras doenças degenerativas. A maioria dos compostos fenólicos possui dois ou mais grupos hidroxila, que são facilmente oxidados. Podem ser flavonóides (Figura 1-7) (polifenóis: flavonóis, flavonas, isoflavonas, proantocianidinas), de estrutura química é C₆-C₃-C₆ ou não flavonóides (fenóis simples ou ácidos), que podem ser derivados de: C₆-C₁ (específicas dos ácidos hidroxibenzoícos, gálico e elágico), C₆-C₃ (específicas dos ácidos caféico e p-cumárico hidroxicinâmicos) e C₆-C₂-C₆ (específicas do trans

resveratrol, cis-resveratrol e trans-resveratrol-glucosídeo) (PIETTA, 2000; BURNS et al, 2001; SERGEIRA, 2009; GHARRAS, 2009).

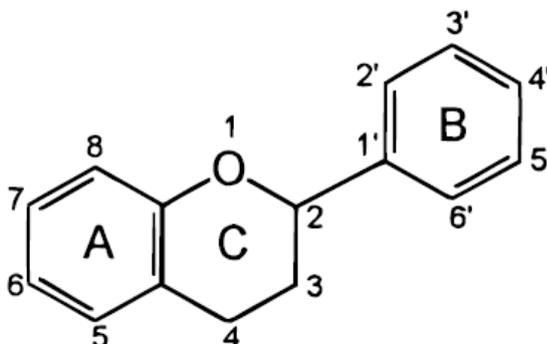


Figura 1-7: Estrutura básica dos flavonóides.
Fonte: DISILVESTRO (2001)

Essas substâncias inibem a oxidação lipídica e as lipoxigenases *in vivo*. Tem a capacidade de sequestrar radicais como hidroxila, superóxido e peroxila (PIMENTEL et al, 2005). Possuem estrutura ideal para o sequestro de radicais por meio de reações de oxi-redução, principalmente os flavonóides e são antioxidantes mais efetivos que as vitaminas C e E *in vitro* (DEGÁSPARI e WASZCZYNSKYJ, 2004; DIMITRIOS, 2006).

A quantificação de compostos fenólicos em alimentos é feita através do método que utiliza o reagente de Folin-Ciocalteu (RFC). O RFC consiste de uma mistura dos ácidos fosfomolibdico e fosfotúngstico, na qual o molibdênio se encontra no estado de oxidação (cor amarela no complexo $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), porém, em presença de certos agentes redutores, como os compostos fenólicos, formam-se os chamados complexos molibdênio-tungstênio azuis $[(\text{PMoW}_{11}\text{O}_4)_4]^{4-}$, cuja coloração permite a determinação da concentração das substâncias redutoras que, não necessariamente, precisam ter natureza fenólica. A Figura 1-8 mostra a desprotonação dos compostos fenólicos (no exemplo, o padrão ácido gálico) em meio básico, gerando os ânions fenolatos. A partir daí, ocorre uma reação de oxirredução entre o ânion fenolato e o reagente de Folin, na qual o molibdênio sofre redução e o meio reacional muda de coloração de amarela para azul. Na realidade, o RFC mede a capacidade redutora das amostras, além da possibilidade de ocorrer superestimação do conteúdo fenólico, em larga extensão (OLIVEIRA et al 2008).

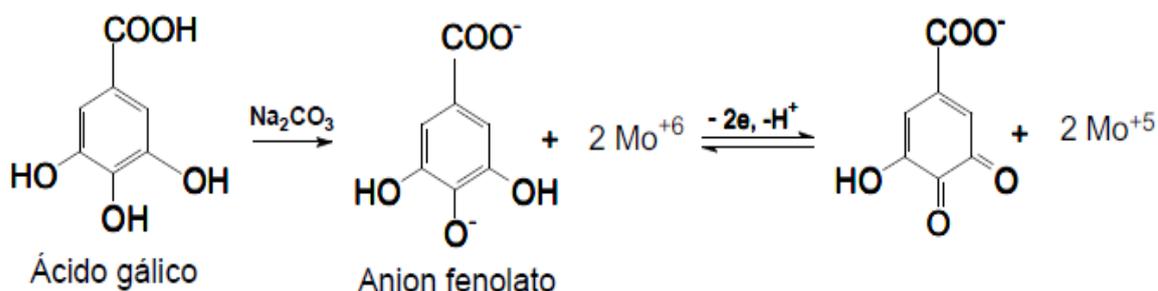


Figura 1-8: Reação entre o ácido gálico e o molibdênio do reagente de Folin-Ciocalteu.
Fonte: Oliveira et al (2008)

1.4.3 Características gerais e mecanismo de ação antioxidante dos carotenóides

Os carotenóides são substâncias lipossolúveis de estrutura tetraterpenóide C_{40} formados pela união cabeça-cauda de oito unidades isoprenóides C_5 , exceto na posição central, onde a junção ocorre no sentido cauda-cauda, invertendo assim a ordem e resultando em uma molécula simétrica (RODRIGUEZ-AMAYA et al, 2008).

A presença de um extenso sistema de ligações duplas conjugadas (cromóforo), Figura 1-9 é responsável por uma das características mais marcantes dos carotenóides, a absorção de luz. Os cromóforos com sete ou mais ligações duplas dão ao carotenóide a capacidade de absorção de luz na faixa do visível e, conseqüentemente, a observação de cores que abrange desde amarelo ao vermelho através de uma grande variedade de tons de laranja (RODRIGUEZ-AMAYA, 2000; MINGUEZ-MOSQUERA et al 2002).

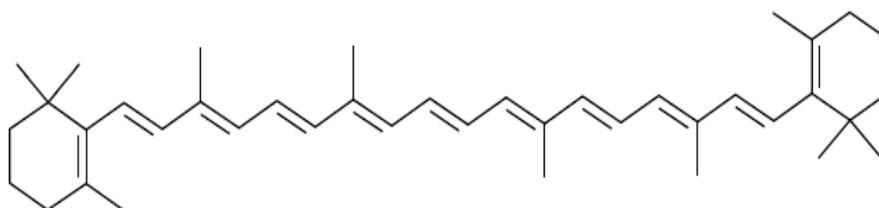


Figura 1-9: Estrutura do β -caroteno e seu sistema de duplas conjugadas (cromóforo).
Fonte: HELLIWELL (2008)

Os carotenóides apresentam propriedades antioxidantes, pois reagem com radicais livres de acordo com os mecanismos mostrados na Figura 1-10. A Figura 1-11 mostra o mecanismo de formação de radicais carotenóides ânion e cátion através

do ganho e perda de elétrons respectivamente, utilizando o exemplo do β -caroteno (EL-AGAMEY e MCGARVEY, 2008).

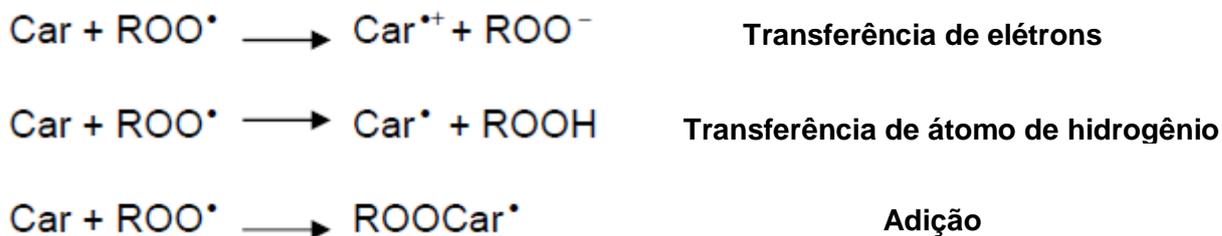


Figura 1-10: Mecanismo de ação contra radicais livres.
Fonte: EL-AGAMEY e MCGARVEY (2008)

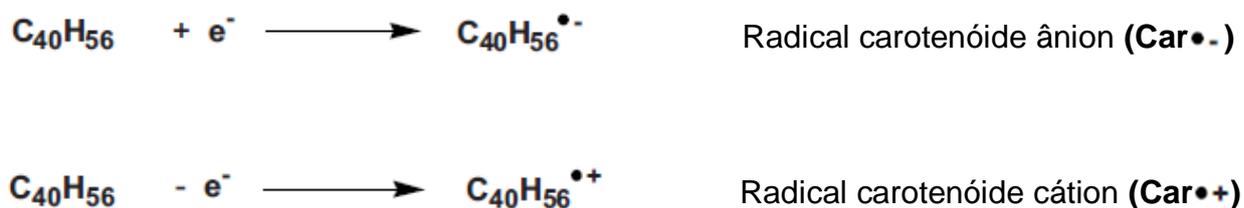


Figura 1-11: Formação de radicais carotenóides ânion e cátion.
Fonte: EL-AGAMEY e MCGARVEY (2008)

Sob certas condições, algumas moléculas de oxigênio podem absorver luz e produzir tripletos excitados. Os carotenóides, devido a sua estrutura, são capazes de absorver esta energia e liberá-la sob forma de calor, Figura 1-12, extinguindo-o do oxigênio tripleto que por sua vez volta à sua forma básica, prevenindo a produção dos radicais livres e conseqüentemente seus efeitos prejudiciais (PIMENTEL et al, 2005).

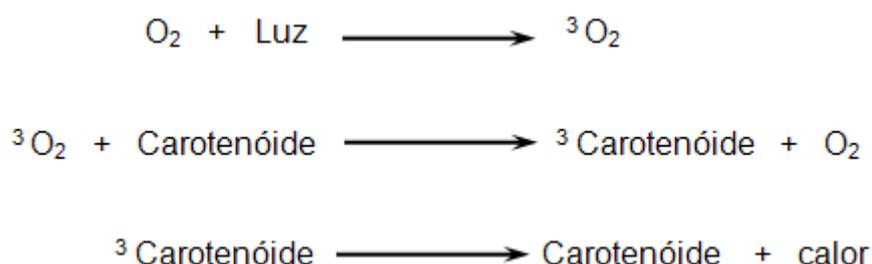


Figura 1-12: Ação dos carotenóides contra o oxigênio tripleto.
Fonte: PIMENTEL et al (2005)

A capacidade dos carotenóides em sequestrar o oxigênio singleto tem sido atribuída ao extenso sistema de duplas ligações conjugadas, obtendo-se a máxima proteção daqueles que possuem nove ou mais duplas ligações. O sequestro do oxigênio singleto ocorre de duas maneiras: por transferência física da energia de excitação do oxigênio singleto para o carotenóide, Figura 1-13, resultando na formação de carotenóide tripleto, que é capaz de retornar ao estado não excitado após dissipar o excesso de energia como calor, ou por meio de uma reação química entre o oxigênio singleto e o carotenóide resultando em sua destruição. (RODRIGUEZ-AMAYA et al, 2008).

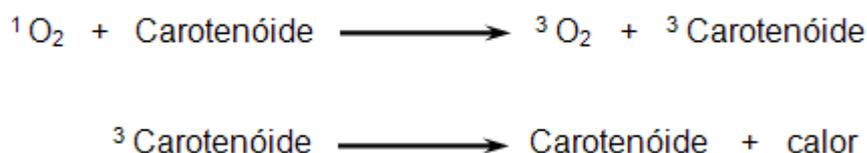


Figura 1-13: Ação dos carotenóides contra o oxigênio singleto.
Fonte: PIMENTEL et al (2005)

1.4.4 Métodos de determinação da capacidade antioxidante

A capacidade antioxidante de substâncias antioxidantes pode ser determinada por vários métodos que podem ser baseados na captura do radical peroxila (ORAC, TRAP), poder de redução do metal (FRAP; CUPRAC), captura do radical hidroxila (método de desoxirribose), captura do radical orgânico (ABTS, DPPH), quantificação de produtos formados durante a peroxidação de lipídios (TBARS, oxidação do LDL, co-oxidação do β -caroteno) (RUFINO et al, 2007).

O método DPPH é baseado na captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes, produzindo uma mudança de coloração e conseqüentemente um decréscimo da absorbância a 515nm, Figura 1-14. O DPPH é um radical livre que pode ser obtido diretamente por dissolução do reagente meio orgânico (RUFINO et al, 2007). Segundo Kuskoski et. al (2005) a polpa de maracujá apresenta capacidade antioxidante de 46,66 μMol de equivalente trolox/g de amostra pelo método DPPH.

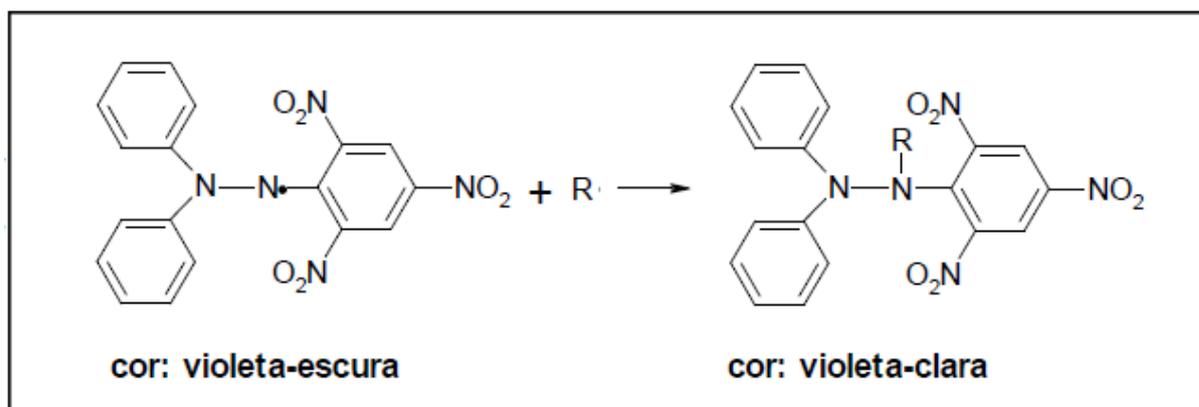


Figura 1-14: Estabilização do radical livre DPPH.

Fonte: RUFINO et al. (2007)

O método ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) foi originalmente desenvolvido por Cao et al (1993). Este método, relativamente simples e sensível, mede a capacidade do antioxidante em sequestrar radicais peróxil que são gerados por uma fonte radicalar, AAPH (2,2'-azobis(2-amidinopropano) dihidroclorado), a 37°C. Neste ensaio, B-ficoeritrina (B-PE), uma proteína isolada de *Porphyridium cruentum*, foi escolhida como a sonda fluorescente, porém, devido a algumas limitações encontradas na utilização desta sonda (fotosensibilidade, alta variabilidade, entre outras), Ou et al (2001) resolveram utilizar em substituição à B-PE, a Fluoresceína (FL), uma sonda sintética que cobriu as limitações da B-PE, tornando o ensaio mais barato, reprodutivo e robusto (ORAC_{FL}). A queda na fluorescência da FL, Figura 1-15, indica a extensão do dano causado pela sua reação com os radicais gerados. O efeito protetor de uma amostra contendo antioxidante é mensurado pelo cálculo da área sob a curva de decaimento da fluorescência da amostra comparando-se com a de uma amostra “branco” (sem antioxidante presente). O ensaio ORAC permite o monitoramento do tempo e do grau de inibição durante o andamento da reação (PRIOR et al, 2005; TOMEI e SALVADOR, 2007; SERGEIRA, 2009).

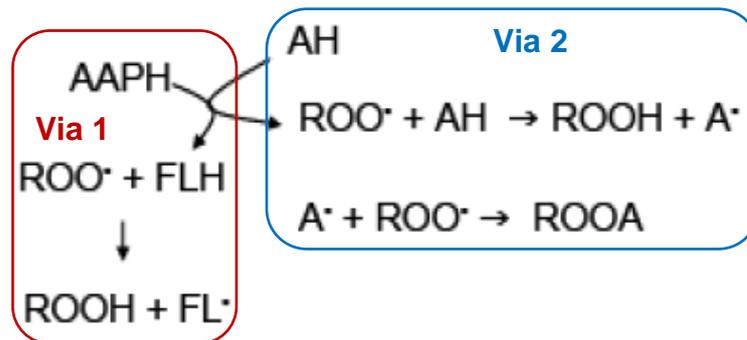


Figura 1-15: Reação do radical peróxido proveniente da degradação do AAPH com a fluoresceína produzindo perda de fluorescência (FL*), via 1. Na presença de antioxidante ocorre resgate do radical peróxido e formação de compostos não reativos, via 2.
Fonte: SERGEIRA (2009)

1.4.5 Métodos de determinação de produtos da oxidação

Os peróxidos são os produtos da oxidação dos hidrocarbonetos alifáticos e alquilaromáticos cujo rendimento de formação depende do hidrocarboneto oxidado (DENISOV e AFANASEV, 2005).

O índice de peróxido (IP) é um indicador muito sensível no estágio inicial da oxidação (Figura 1-16) e sua presença é indício de que a deterioração do sabor e odor está por acontecer. Quando sua concentração atinge certo nível, mudanças complexas ocorrem com a formação de compostos de baixo peso molecular, oriundos de sua degradação (Figura 1-17). Em temperatura elevada, a velocidade de formação do peróxido é menor que a de sua decomposição, portanto, essa medição é limitada em razão da natureza transitória do peróxido, isto é, sua decomposição em produtos secundários pode subestimar o grau de oxidação, ou seja, baixos valores podem representar o estágio inicial ou avançado da oxidação (ARAÚJO, 2008).

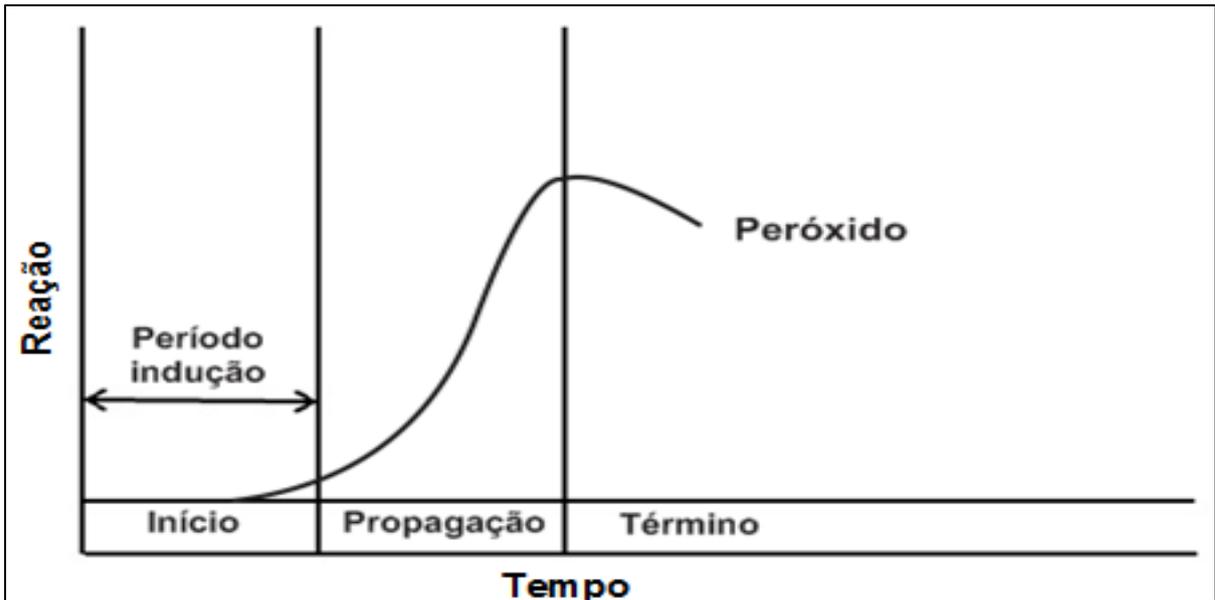


Figura 1-16: Mecanismo de formação de peróxidos
 Fonte: ARAÚJO (2008).

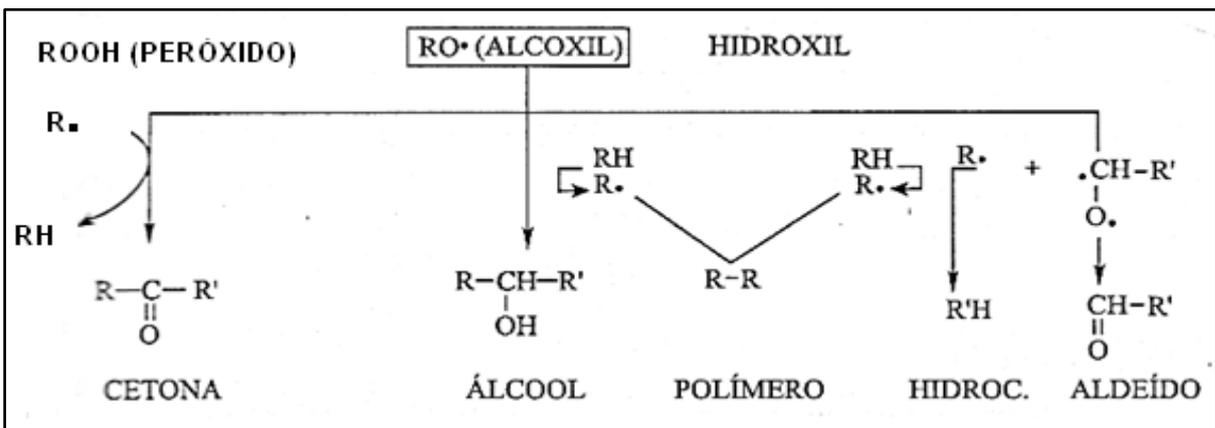


Figura 1-17: Decomposição do peróxido em produtos secundários
 Fonte: ARAÚJO (2008)

O teste de TBA quantifica o malonaldeído (MDA), um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos polinsaturados, formados durante o processo oxidativo (OSAWA et al, 2005). O teste fundamenta-se na formação de um complexo de coloração vermelha (Figura 1-18), resultado da condensação de dois moles de TBA com um mol de MAD e é expresso em mgMDA/Kg de amostra (PEREIRA et al, 2009). O MDA é um dialdeído de três carbonos com grupos carboxil nas posições C-1 e C-3 e é muito reativo, porém, não é o único produto de oxidação dos lipídios que reage com o TBA (os 4-

hidroxialcenais, os 2,4-alcadienais e os 2-alcenais formam igualmente um cromogênio). Particularmente para carnes, pescados e derivados, a informação do número de TBA é bastante relevante. Processos envolvidos na elaboração de produtos cárneos que incluam moagem, mistura e cozimento favorecem a formação do malonaldeído, sendo fundamental o emprego do teste na avaliação da qualidade do produto final. Já para pescados e produtos à base de peixe, o teste é um dos mais adequados na predição da rancidez, apesar da reação não ser específica e estar sujeita à ação de interferentes (OSWA et al, 2005).

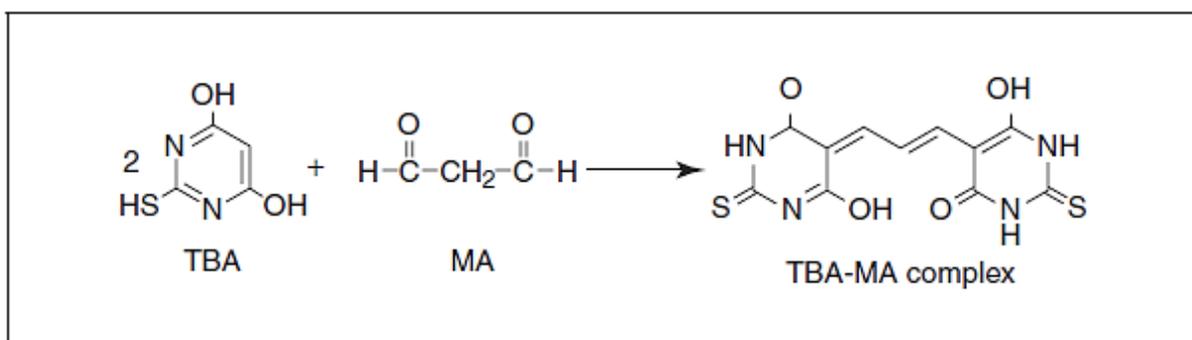


Figura 1-18: Reação entre ácido 2-tiobarbitúrico e malonaldeído.
 Fonte: PEREIRA et al (2009)

1.5 MARACUJÁ AMARELO (*Passiflora edulis f. flavicarpa*)

O maracujazeiro é originário da América tropical, da família *Passifloraceae*, com mais de 150 espécies utilizadas para consumo humano onde destaca-se o gênero *Passiflora* com três espécies importantes economicamente: *Passiflora edulis f. flavicarpa* (maracujá amarelo ou azedo ou peroba) (Figura 1-19) *Passiflora edulis* (maracujá roxo) e o *Passiflora alata* (maracujá doce). É uma planta dicotiledônea, trepadeira, sublenhosa, de crescimento vigoroso e contínuo que entra em floração com 4-5 meses de vida cujo fruto tem formato variado, globoso, ovóide oblongo ou piriforme, peso 30 a 300g, 9cm de diâmetro e cor variada (amarela roxa, esverdeada, avermelhada). A polpa do fruto envolve sementes numerosas, ovais, pretas, em número de 200 por fruto (1g de semente contém 45 sementes) (BRASIL, 2004).

A planta se desenvolve bem em regiões com altitude entre 100 a 900m, temperatura média de 23 a 25°C, umidade relativa baixa e precipitação em torno de

800 a1700mm bem distribuídos ao longo do ano. Chuvas intensas no período de floração dificultam a polinização em virtude do grão de pólen “estourar” em contato com a umidade, ventos frios afetam o florescimento, interferindo no crescimento dos frutos e ventos quentes e secos causam murchamento e diminuem a quantidade e a qualidade dos frutos produzidos (LIMA et al, 2006).



Figura 1-19: Maracujá amarelo.
Fonte: A autora

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O. T. **A indústria Pesqueira na Amazônia**. Manaus: Ibama/ Provarzea, 2006. 110p.

AQUERRETA, Y. ASTIASARÁM, I. MOHINO, A. BELLO, J. Composition of pâtés elaborated with mackerel flesh (*Scomber scombrus*) and tuna liver (*Thunnus thynnus*): comparison with commercial fish patês. **Food Chemistry**, Pamplona, v. 77, n. 2002, p. 147-153, 2001.

ARAÚJO, J. M. A. **Química dos alimentos: teoria e prática**. 4 ed. Viçosa: editora UFV, 2008. 596p.

ARRUDA, L. F. **Aproveitamento do resíduo do beneficiamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para obtenção de silagem e óleo como subprodutos**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2004.

BANERJEE, S. Inhibition of mackerel (*Scomber scombrus*) muscle lipoxygenase by green tea polyphenols. **Food Research International**. v. 39, p. 486-491, 2006.

BERTOLIN, T. E.; GUARIENTI, C.; FARIAS, D.; SOUZA, F. T.; GUTKOSKI, L. C.; COLLA, L. M. Efeito antioxidante da ficocianina em pescado salgado-seco. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 35, n. 4, p. 751-757, jul-ago, 2011.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2001. 143p.

BOMBARDELLI, R. A.; SYPERRECK, M. A.; SANCHES, E. A. Situação atual e perspectiva para o consumo, processamento e agregação de valor ao pescado. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**. Umuarama, v. 8, n. 2, p. 181-195, jul.-dez. 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Patê. Instrução Normativa nº 21, de 31 de julho de 2000. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento Técnico para fixação de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada (CMS) de

aves, bovinos e suínos. Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2000.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Produtor de maracujá. Instituto Centro de Ensino Tecnológico. 2. ed. rev. (Cadernos tecnológicos). Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2004. 48p.

BRESSAN, M.C. Processamento de pescado de água doce. In: Anais da II Feira da Pequena Agroindústria. Serra Negra, 2002. p 59-85.

BURNS, J.; GARDNER, P. T.; MATTHEWS, D.; DUTHIE, G. G.; LEAN, M. E. J.; CROZIER, A. Extraction of Phenolics and Changes in Antioxidant Activity of Red Wines During Vinification. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Chicago, v.49, n. 12, p. 5797-5808. 2001.

CAO, G. H.; ALESSIO, H. M.; CUTLER, R. G. Oxygen-radical Absorbency Capacity assay for antioxidants. **Free Radical Biol. Med.** v.14, p. 303-311, 1993.

CHAVES, R. A.; SILVA, K. C. A.; IVO, C. T. C.; CINTRA, I. H. A.; AVIZ, J. S. Sobre a pesca da piramutaba, *Brachyplatystoma vaillantii* (Valenciennes, 1940) em pescarias da frota industrial no estado do Pará. **Boletim Técnico-científico do Cepnor**, Belém, v. 3, n. 1, p. 163-177, 2003.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, Jan.- Jun, 2004.

DENISOV, E. T.; AFANAS'EV, I. B. **Oxidation and Antioxidants in Organic Chemistry and Biology**. Boca Raton: Taylor & Francis Group. 2005. 992p.

DIMITRIOS, B. Sources of natural phenolics antioxidant. **Trends in Food Science and Technology**, Thessaloniki, v. 17, n. 9, p. 505-512, set. 2006.

DINIZ, M. B.; DINIZ, M. J. T.; SANTOS, R. B.; FILGUEIRAS, G. C. F. C. Atividade pesqueira na Amazônia: limites e possibilidades para o desenvolvimento local. **XLIV Congresso da SOBER - Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural**. Fortaleza, 2006.

DISILVESTRO, R. A. Flavonoids as Antioxidants. In: WILDMAN, R. E. C. **Handbook of Nutraceuticals and functional foods**. Boca Raton: CRC PRESS, 2001.

EL-AGAMEY, A.; MCGARVEY, D. J. Carotenoid Radicals and Radical Ions. In: BRITTON, G.; LIAAEN-JENSEN, S.; PFANDER, H. **Carotenoids: natural functions**. v. 4. Basel: Birkhäuser Verlag, 2008. 370p.

ERKAN, N. Antioxidant activity and phenolic compounds of fractions from *Portulaca oleracea* L. *Food Chemistry*. v. 133, p. 775 – 781, 2012.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. The state of world fisheries and aquaculture 2008. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome: FAO, 2009.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602p.

FELTES, M. M. C.; CORREIA, J. F. G.; BEIRÃO, L. H.; BLOCK, J. M.; NINOW, J. L.; SPILLER, V. R. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 14, n. 16, p. 669-677, 2010.

FENNEMA, O. R. **Food chemistry**. 3ed. New York : Marcel Dekker Inc, 1996. 1069p.

FILHO, P. R. C. O. **Elaboração de embutido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo**. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da UNESP. Jaboticabal, 2009.

FRÉDOU, F. L.; MOURÃO, K.; BARBOSA, C.; ALMEIDA, O.; RIVERO, S.; THOMPSON, R. Caracterização das pescarias industriais da costa Norte do Brasil. **Núcleo de Altos estudos Amazônicos – NAEA**. Paper 237, Belém, 2009.

GHARRAS, H. L. Polyphenols: food sources, properties and applications – a review. **International Journal of Food Science and Technology**. Béni-Mellal, v. 44, p. 2512–2518, 2009.

GORDON, M. H. The development of oxidative rancidity in foods. In: POKORNY, J.; YANISHLIEVA, N.; GORDON, M. **Antioxidants in Food: practical applications**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2001. 380p.

HALLIWELL, B. Food-Derived Antioxidants: How to Evaluate Their Importance in Food and In Vivo. In: CADENAS, E.; PACKER, L. **Handbook Of Antioxidants**. Califórnia: Marcel Dekker, 2002.

HELLIWELL, M. Three-dimensional Structures of Carotenoids by X-ray Crystallography. In: BRITTON, G.; LIAAEN-JENSEN, S.; PFANDER, H. **Carotenoids: natural functions**. v. 4. Basel: Birkhäuser Verlag, 2008. 370p.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE. **Estatística da pesca 2007**. Brasil grandes regiões e unidades de federação. Brasília: IBAMA, 2007.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE. Projeto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea - PROVARZEA. **A vida da piramutaba e da dourada**. Manaus: IBAMA, 2005. 24p.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE. V Reunião do grupo permanente de estudos sobre a piramutaba: realizada em Belém de 26 a 29 de agosto de 1997. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Centro de Pesquisa e Extensão Pesqueira do Norte do Brasil. Brasília: IBAMA, 1999.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Anuário Estatístico do Brasil. Produção vegetal. v. 68. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

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

KIRSCHNIK, P. G. **Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**. Tese (Doutorado em Aqüicultura) – Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2007.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante em pulpa de frutos. **Ciência e tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 726-732, out.-dez, 2005.

LIMA, A. A.; NORONHA, A. C. S.; BORGES, A. L.; CARDOSO, C. E. L.; RITZINGER, C. H. S. P.; BARBOSA, C. J. **A cultura do maracujá**. 3. ed. rev. amp. Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. 124p.

MAQSOOG, S.; BENJAKUL, S. Comparative studies of four different phenolic compounds on in vitro antioxidative activity and the preventive effect on lipid oxidation of fish oil emulsion and fish mince. **Food Chemistry**. v. 119, p. 123–132, 2010.

MARENGONI, N. G.; POZZA, M. S. S.; BRAGA, G. C.; LAZZERI, D. B.; CASTILHA, L. D.; BUENO, G. W.; PASQUETTI, T. J.; POLESE, C. Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de *fishburgers* de carne de tilápia mecanicamente separada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. Salvador, v.10, n. 1, p. 168-176, jan-mar, 2009.

MINGUEZ-MOSQUERA, M. I.; HOMERO-MÉNDEZ, D.; PÉREZ-GÁLVEZ. Carotenoids and Provitamin A in Functional Foods. In: HURST, W. J. **Methods of Analysis for Functional Foods and Nutraceuticals: functional foods and nutraceuticals series**. Boca Raton: CRC PRESS, 2002, 400p.

MINOZZO, M. G.; WASZCZYNSKYJ, N.; BOSCOLO, W. R. Utilização de carne mecanicamente separada de tilápia (*Oreochromis Niloticus*) para a produção de patês cremoso e pastoso. **Alimentos e Nutrição**. v. 19, n. 3, p. 315-319, jul-set, 2008.

MINOZZO, M. G.; WASZCZYNSKYJ, N. Caracterização sensorial de patê cremoso elaborado a partir de filés de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**. v. 5, n. 2, p. 26-36, 2010.

OLIVEIRA, A. C. **Capacidade antioxidante de farinhas de resíduos de frutas Tropicais**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. Maceió: Universidade Federal de Alagoas, 2008.

OLIVEIRA, A. G.; SCARPA, M. V.; CORREA, M. A.; CERA, L. F. R.; FORMARIZ, T. P. Microemulsões: estrutura e aplicações como sistema de liberação de fármacos. **Química Nova**. v.7, n. 1, p. 131-8, 2004.

OETTERER, M.; REGINATO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos da Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Barueri: Manole, 2006. 632p.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. Química do pescado. In: OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. v. 1. São Paulo: Varela , 1999. 430p.

OGAWA, M. O pescado como alimento. In: OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. v. 1. São Paulo: Varela , 1999. 430p. ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal**. v. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005. 279p.

OSAWA, C. C.; FELÍCIO, P. E.; GONÇALVES, L. A. G. Teste de TBA aplicado à carne e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**. v. 28, n. 4, p. 655-663, 2005.

OU, B; HAMPSCH-WOODILL, M; PRIOR, R.L. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.49, p.4619-4626, 2001.

PASTORE, G. M. O crescimento da indústria de carnes a partir de produtos com valor agregado. **Jornal da Unicamp**, 27 de março a 2 de abril de 2006.

PEREIRA, D. S.; MACHADO, L. K.; VIEIRA, C. C.; VIANA, L. U.; MORAIS, S. M. Avaliação do grau de oxidação lipídica de biodiesel pelo método de espectrofotometria da terceira derivada. In: 32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Fortaleza: SBQ, 2009.

PIETTA, P. G. Flavonoids as Antioxidants. **Journal of Natural Products**, Italy, v. 63, p. 1035-1042, 2000.

PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLÜCKE, A. P. B. **Alimentos Funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos**. São Paulo: Varela, 2005. 95p.

PRIOR, R. L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, New Brunswick, v. 53, n. 10, p. 4290-4302, 2005.

RODRIGUES, F. C. **Estimativa da variabilidade genética da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) por meio de marcadores moleculares microssatélites e D-loop de quatro localidades da Amazônia: diferenças entre calha e tributários**. Dissertação (Mestrado em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva) – Programa de Pós-Graduação do INPA. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2009.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. 99p

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Some considerations in generating carotenoid data for food composition tables. **Journal of Food Composition and Analysis**, Orlando, v. 13, p.641-647, 2000.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMENÉZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia Científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH**. Comunicado Técnico. Fortaleza: Embrapa, 2007.

SANTOS, G. M.; SANTOS, A. C. M. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 54, 2005.

SEPAQ – Secretaria de Estado de Pesca e Aquicultura. **Estatística e Desembarque Pesqueiro no Estado do Pará 2008**. Belém: SEPAQ, 2010.

SERGEIRA, V. J. **Controlo de Qualidade de Suplementos Alimentares Derivados de Plantas**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 2009

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações**. São Paulo: Varela, 1996. 517p.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. D. G. M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Varela, 2006. 236p.

TOMEI, R. R.; SALVADOR, M. J. Metodologias analíticas atuais para avaliação da atividade antioxidante de produtos naturais. In: XI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação. Universidade do Vale do Paraíba. Paraíba: XI INIC/ VII EPG, 2007.

VIRGILI, F.; SCACCINI, C.; PACKER, L.; RIMBACH, G. Cardiovascular disease and nutritional phenolics. In: POKORNY, J.; YANISHLIEVA, N.; GORDON, M. **Antioxidants in Food: practical applicatins**. Cambrisge: Woodhead Publishing Limited, 2001. 380p.

CAPITULO 2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA OBTIDA A PARTIR DO RESÍDUO DA FILETAGEM DA PIRAMUTABA (*Brachyplatystoma vaillantii*)

RESUMO

A pesca é uma atividade importante na região amazônica que gera um grande volume de resíduos, resíduos estes que podem ser aproveitados para a elaboração de novos produtos, como por exemplo, o patê. O objetivo deste trabalho foi obter carne mecanicamente separada a partir do resíduo da filetagem da piramutaba e caracterizá-la quanto a aspectos físico-químicos e microbiológicos. O resíduo foi transportado congelado e após a recepção foi descongelado sob refrigeração por 48h, lavado com hipoclorito de sódio e processado em separadora mecânica para a obtenção de carne mecanicamente separada (CMS). Foram adicionados à CMS, 4% de sorbitol e 0,3% de tripolifosfato de sódio e a mesma foi acondicionada em embalagens plásticas e armazenada a -22°C. Para a caracterização microbiológica foram realizadas análises de Salmonella, Staphylococcus coagulase positiva e coliformes à 45°C. Foi determinado o rendimento de CMS e para a caracterização físico-química foram realizadas determinações de umidade, cinzas, proteínas e lipídios, carboidratos, obtidos, Aw, pH, bases voláteis, cor instrumental, valor de TBA, índice de peróxido e perfil de ácidos graxos. Os resultados microbiológicos foram: ausente em 25g para salmonela, <3 NMP/g, para coliformes e <10¹ UFC/g, para staphilococcus coagulase positiva. Para as análises físico-químicas foram encontrados: 78,5% para umidade, 0,78% para cinzas, 9,58% para proteínas, 10,93% para lipídios, 0,98 para Aw, 6,35 para pH, 14,9 mgN/100g para bases voláteis, 0,049 µmol/Kg para TBA e 0,639 meqgO₂/Kg para índice de peróxido. Para os parâmetros de cor foram encontrados valores 65,62 para L*, 8,24 para a*, 9,93 para b*, 50,31 para h* e 12,9 para C*. A CMS estudada apresenta valor agregado, podendo ser utilizada na elaboração de novos produtos, contribuindo, assim para uma melhor utilização dos resíduos gerados pela indústria pesqueira.

Palavras-chave: Ácidos graxos, atividade pesqueira, valor agregado.

ABSTRACT

Fishing is an important activity in the Amazon region that generates a large volume of waste, these wastes that can be exploited for the development of new products, such as the pate. The aim of this study was to obtain mechanically deboned residue from filleting the piramutaba and characterize it as the physical, chemical and microbiological. The residue was frozen and shipped after receipt was thawed under refrigeration for 48h, washed with sodium hypochlorite and processed into mechanical separator to obtain mechanically deboned meat (CMS). Were added to CMS, 4% sorbitol and 0.3% sodium tripolyphosphate and the same was wrapped in plastic and stored at -220C. To characterize microbiological analyzes were performed Salmonella, Staphylococcus coagulase positive and coliforms at 45 ° C. It was determined the yield of CMS and the physico-chemical characterization were performed determinations of moisture, ash, protein and lipids, carbohydrates, obtained, Aw, pH, volatile bases, instrumental color, TBA value, peroxide and acid profile acids. The microbiological results were absent in 25g for Salmonella, <3 MPN / g for coliforms and <101 UFC / g for coagulase-positive Staphylococcus. For the physicochemical analyzes were found: 78.5% for moisture, 0.78% for ash, 9.58% for protein, 10.93% for lipids, 0.98 for Aw, 6.35 for pH, 14 , 9 mg N/100g to volatile bases, 0.049 mmol / kg and 0.639 for TBA meqgO2/Kg for peroxide value. For the color parameters values were found to 65.62 L *, a * to 8.24, 9.93 for b *, and h * 50.31 to 12.9 to C *. The CMS study has value and can be used in developing new products, thus contributing to a better use of the waste generated by the fishing industry.

Keywords: Fatty Acids, fishing activity, value added.

2.1 INTRODUÇÃO

Apesar da importância, a atividade pesqueira gera um volume de resíduo equivalente a cerca de 50% do total de peixes processados. O reaproveitamento desses resíduos na elaboração de novos produtos é de grande relevância para a região, uma vez que possibilita não somente a redução de custo do pescado e o aumento da receita da indústria como também a preservação ambiental, além de estabelecer alternativas tecnológicas de agregação de valor econômico nos produtos gerados. O maior benefício, porém é nutricional, uma vez que os descartes são fontes de nutrientes de baixo custo (ARRUDA et al, 2006; ARRUDA et al, 2007).

Segundo Feltes et al (2010), existem diversas alternativas para o aproveitamento sustentável dos resíduos gerados pela indústria pesqueira, cujas vantagens podem contribuir para o estabelecimento de um setor de base ecológica. A partir de resíduos da indústria de pescado, pode-se obter a carne mecanicamente separada que tem grande viabilidade econômica por apresentar recuperação adicional do músculo entre 10 e 20%, além de servir como base para a elaboração de vários produtos, entre eles: salsicha, fishburgers, snacks, nuggets, patê etc. (OETTERER, 2006).

Neste sentido, o presente capítulo teve como objetivo obter carne mecanicamente separada a partir do resíduo da filetagem da piramutaba, bem como caracterizar físico-química e microbiologicamente, para que esta sirva de matéria prima para a obtenção de novos produtos, contribuindo desta forma, para a redução da quantidade de resíduo gerado pela indústria de beneficiamento do pescado.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Material

2.2.1.1 Matéria prima

O resíduo da filetagem da piramutaba utilizado no presente estudo foi concedido por indústria pesqueira, localizada no município de Icoaraci/Pará. O resíduo foi adquirido em forma de carcaças recém-processadas e congeladas e

transportado em recipiente de poliestireno expandido até o Laboratório de Tecnologia de Carnes e Pescados da Universidade Federal do Pará.

2.2.2 Métodos

2.2.2.1 Obtenção da carne mecanicamente separada (CMS)

Imediatamente após a chegada, o resíduo foi descongelado sob refrigeração por 48 horas, lavado com solução de hipoclorito de sódio a 5ppm e processado em separadora mecânica da marca HIGH TECH, modelo HT100C com capacidade 100Kg/h (Figura 2-1A), para a obtenção da carne mecanicamente separada. Em seguida, a CMS (Figura 2-1B) foi acondicionada à -22°C em embalagens plásticas de 2Kg contendo 4% de sorbitol (p/p) e 0,3% de tripolifosfato de sódio (p/p).

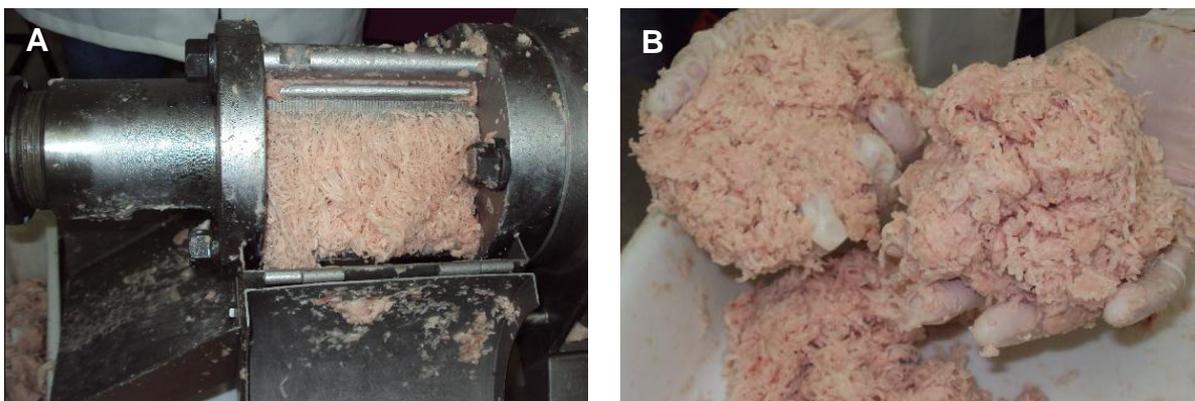


Figura 2-1: Processo de separação (A); CMS (B)
Fonte: A autora

2.2.2.2 Cálculo do rendimento

O rendimento da CMS em relação à massa total de resíduo utilizada calculado de acordo com a equação 2-1.

$$R = \frac{m_f \times 100}{m_0} \quad \text{Equação 2-1}$$

Onde:

R: Rendimento (%)

m_f : Massa final obtida (após o processamento) (g)

m_0 : Massa inicial de matéria prima (g)

2.2.2.3 Caracterização microbiológica da CMS

Foram realizadas análises de *Salmonella*, contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e coliformes à 45°C de acordo com as metodologias descritas por Vanderzant e Splittstoesser (1992) em conformidade com a RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do Laboratório de Engenharia Química da Universidade Federal do Pará.

2.2.2.4 Caracterização físico-química da CMS

A caracterização físico-química da CMS foi realizada em triplicata através das seguintes determinações:

Umidade: Por gravimetria a 105°C de acordo com o método nº 932.12, AOAC (1997);

Cinzas: Em forno tipo mufla a 550°C através da metodologia nº 938.08 da AOAC (1997);

Proteínas: Quantificação de nitrogênio total existente na amostra, empregando-se a técnica de Kjeldahl de acordo com a metodologia nº 940.25 da AOAC (1997);

Lipídios: Extração com éter de petróleo em equipamento Soxhlet de acordo com método nº 948.22 da AOAC (1997);

Carboidratos: Determinação por diferença através da equação 2-2;

$$C = 100 - (U + C_i + P + L)$$

Equação 2-2

Onde:

C: Carboidratos (%)

U: Umidade (%)

C_i: Cinzas (%)

P: Proteínas (%)

L: Lipídios (%)

Atividade de água: Em analisador de atividade de água AQUA LAB modelo 3TE DECAGON à 25±1°C cujo princípio baseia-se no ponto de orvalho em superfície espelhada;

pH: Em potenciômetro da marca HANNA, modelo pH21 basicpHmetrs previamente calibrado com soluções tampões de pH 4 e 7 segundo AOAC (1997);

Bases voláteis totais (N-BVT): Determinação através da destilação da amostra com 2g de óxido de magnésio e 20mL de água destilada e titulação da amônia e aminas voláteis com solução de ácido sulfúrico 0,01N até o ponto de viragem para a coloração vermelha. O resultado foi expresso em mgN/100g através da equação 2-3, conforme descrito por Brasil (1981);

$$BVT \text{ mg N}/100g = \frac{14 \times (150 + A) \times V \times f_c \times N \times 100}{V_a \times m}$$

Equação 2-3

Onde:

A: Conteúdo de água na amostra (mL/100g);

V: Volume da solução de ácido sulfúrico gasto na titulação (mL);

f_c: Fator de correção da solução de ácido sulfúrico (0,01N);

N: Normalidade da solução de ácido sulfúrico (0,01N);

V_a: Volume da alíquota da amostra (mL);

m: Massa da amostra (g).

Cor instrumental: Para a determinação os valores de L* (luminosidade), a* e b* (coordenadas de cromaticidade) foi utilizando um colorímetro da marca KONICA MINOLTA modelo CR400 através do sistema cieLAB Os valores de C* (índice de saturação, que é proporcional à vivacidade) e h* (ângulo hue), foram calculados através das Equação 2-4 e 2-5, respectivamente.

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad \text{Equação 2-4}$$

Onde:

C*: Índice de saturação

a*: Coordenada de cromaticidade

b*: Coordenada de cromaticidade

$$h^* = \text{Tan}^{-1}(b^*/a^*) \quad \text{Equação 2-5}$$

Onde:

h*: Ângulo

a*: Coordenada de cromaticidade

b*: Coordenada de cromaticidade

Valor de TBA: Determinação realizada de acordo com Vyncke (1970) e Vyncke (1975), modificada por Sorensen e Jorgensen (1996). Pesou-se 5g da amostra e adicionou-se a 15mL de solução de TCA (ácido tricloroacético) composta por 7,5% de TCA, 0,1% de EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético) e 0,1% de galato de propila. Em seguida, a amostra foi homogeneizada e filtrada; 5mL do filtrado foi adicionado à 5mL de solução de TBA 0,02M e a mistura foi aquecida em banho-maria a 100°C por 40min e imersa, logo em seguida em banho de gelo, para estagnar a reação. A leitura da absorvância se deu nos comprimentos de onda de 532 e 600nm, o branco foi preparado a partir de 5mL de solução de TBA e 5mL de solução de TCA. Para a obtenção dos parâmetros A e B, foi construída uma curva

padrão a partir da reação entre sucessivas diluições de TEP³, que variaram de 0,45 a 9µmol/L e a solução de TBA. O valor de TBA foi calculado através da Equação 2-6;

$$TBA(\mu\text{mol}/Kg) = \frac{(Abs-A)}{B} \times \frac{\{[(\%H_2O/100) \times g] + 15\} \times 1000}{m \times 1000} \quad \text{Equação 2-6}$$

Onde:

TBA: Valor de TBA medido em µmol de malonaldeído por Kg de amostra

Abs: (Absorbância 532-Absorbância 600)-(Absorbância 532 branco-Absorbância 600 branco)

A: Ponto onde a curva padrão cruza o eixo Y

B: Inclinação da curva padrão

m: Massa da amostra (Kg)

%H₂O: Umidade da amostra

Índice de peróxido: Determinado através da oxidação do iodeto de potássio. Devido à indisponibilidade de matéria prima suficiente para a extração do óleo, a análise foi realizada na matéria úmida e os resultados foram convertidos para fração lipídica. Os resultados foram expressos em meqgO₂/Kg, conforme o método Cd 8b-90 da AOCS (1997);

$$IP (meqgO_2/Kg) = \frac{(V_a - V_b) \times N \times f \times 1000}{m} \quad \text{Equação 2-7}$$

Onde:

IP: índice de peróxido (meqgO₂/Kg)

V_a: Volume de tiosulfato gasto na titulação em mL

V_b: Volume de tiosulfato gasto na titulação do branco

N: Normalidade da solução de tiosulfato de sódio

f: fator da solução de tiosulfato de sódio

m: Massa da amostra (g)

³ Substância utilizada como padrão, que em condições ácidas sofre hidrólise resultando na liberação do malonaldeído.

2.2.2.5 Perfil de ácidos graxos da CMS

Para a quantificação dos ácidos graxos, os lipídios foram extraídos pelo método Bligh-Dyer e submetidos à transesterificação como preparação para a análise cromatográfica realizada em cromatógrafo à gás da marca VARIAN, modelo CP-3380 com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida CP-Sil 88(66x0,25). 1µL da amostra foi injetada em sistema split, utilizando-se hélio como gás de arraste na vazão de 1mL/min. As temperaturas do injetor e do detector foram 245 e 250°C, respectivamente e o tempo de análise de 45 minutos. Os picos foram identificados através dos tempos de retenção comparando-se com padrões de éteres metílicos de ácidos graxos (NV-Check USA) cuja área foi calculada utilizando-se o software Star W. S. 6.0 (VARIAN USA).

O perfil de ácidos graxos da CMS foi utilizado para calcular a qualidade nutricional da mesma através dos índices de aterogenicidade (IA), trombogenicidade (IT) e da razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH), respectivamente mostrados nas equações 2-8, 2-9 e 2-10.

$$IA = \frac{[C12:0+(4 \times C14:0)+C16:0]}{\sum MUFAs + \sum \omega 6 + \sum \omega 3} \quad \text{Equação 2-8}$$

$$IT = \frac{(C:14+C16:0+C18:0)}{[(0,5 \times \sum MUFAs) + (0,5 \times \sum \omega 6) + (3 \times \sum \omega 3) + (\frac{\sum \omega 3}{\sum \omega 6})]} \quad \text{Equação 2-9}$$

$$HH = \frac{(C18:1n9+C18:2n6+C20:4n6+C18:3n3+C20:5n3+C22:5n3+C22:6n3)}{(C14:0+C16:0)} \quad \text{Equação 2-10}$$

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

2.3.1 Rendimento e caracterização microbiológica da CMS

O rendimento de CMS obtido em relação à massa total de resíduo adquirido foi de 35,21%. Este resultado foi bastante superior ao encontrado por Mello et al (2010), que obteve para CMS obtida da filetagem de tilápia um rendimento de 17,96%, além disso, o valor obtido confirma o grande potencial econômico do resíduo estudado para a obtenção de produtos com maior valor agregado uma vez que os percentuais de aproveitamento encontrados na literatura são menores, 10 a 20% (OETTERER, 2006) e 25% (BEIRÃO e MEINERT, 1999).

No que diz respeito às análises microbiológicas, os resultados obtidos para a CMS encontram-se na Tabela 2-1 e apresentaram-se em conformidade aos padrões estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2001) para contagem de Coliformes à 45°C, Salmonella e Staphylococcus coagulase positiva.

Tabela 2-1: Análise microbiológica da CMS do resíduo da filetagem da piramutaba

	Resíduo da piramutaba	Legislação
Coliformes à 45°C (NMP¹/g)	<3	< 10 ^{2*}
Salmonella (25g)	Ausente	Ausente
Staphylococcus coagulase positiva (UFC²/g)	<10 ¹	<10 ³

¹Número mais provável; ²Unidade formadora de colônia

*Limite estipulado pela legislação para pescado seco, salgado ou defumado.

O valor encontrado no presente estudo para coliformes foi menor que o valor encontrado por Galvão (2009), de 93NMP/g, também para resíduo da filetagem da piramutaba, evidenciando que os procedimentos realizados foram adequados desde a indústria processadora até a obtenção e acondicionamento da CMS e que o mesmo encontrava-se em condições higiênico-sanitárias satisfatórias apesar de tratar-se de resíduo e, portanto já ter sofrido manipulação. Pode ter havido remoção de parte da carga microbiana durante a lavagem.

2.3.2 Caracterização físico-química da CMS

Os resultados encontrados para as análises físico-químicas da CMS estão apresentados na Tabela 2-2. Foram utilizados os estudos de Marques (1999) e Bentes et al (2009), que caracterizaram músculo de piramutaba e de Gonçalves et al

(2009) e Galvão (2009), que caracterizaram resíduo da filetagem da piramutaba, para estabelecer comparações.

Tabela 2-2: Composição físico-química da CMS do resíduo da filetagem da piramutaba

	CMS	Marques (1999)	Bentes (2009)	Gonçalves (2009)	Galvão (2009)
Umidade (%)	78,50± 0,41	63,75	80,30	78,63	76,37
Cinzas (%)	0,78 ± 0,01	0,54	1,01	0,64	3,03
Proteínas (%)	9,58 ± 0,02	14,27	18,47	16,12	14,92
Lipídios (%)	10,93 ± 0,29	18,13	0,43	1,05	5,35
*Carboidratos (%)	0,22	3,31	0	3,56	0,33
Aw	0,98 ± 0,01	-	-	-	0,98
pH	6,35 ± 0,61	-	-	6,8	6,90
N-BVT (mg N/100g)	14,90 ± 0,35	-	-	-	7,29
TBA (µmol/Kg)	0,049±0,29	-	-	-	-
IP (meq/kg)	0,639±0,03	-	-	-	-

IP: Índice de peróxido

*Calculado por diferença

O valor de umidade encontrado foi próximo dos valores obtidos por Gonçalves et al (2009) e Galvão (2009), assim como foi próximo do valor obtido por Bentes et al (2009). Entretanto, afastou-se do valor determinado por Marques (1999). O resultado observado no presente estudo mostrou-se, no entanto, coerente com a faixa de umidade estabelecida por Ogawa e Maia (1999), de 60 a 85%. Levando-se em consideração que a espécie comparada era a mesma, as diferenças observadas podem estar relacionadas a parâmetros como época do ano em que foi capturada, idade, sexo e estado nutricional dos animais. .

O teor de cinzas encontrado foi maior que os valores encontrados por Marques (1999) e Gonçalves et al (2009), porém foi menor que os valores encontrado por Bentes et al (2009) e Galvão (2009). Analisando músculo de piraiba e dourada, que também são peixes da bacia amazônica, Ribeiro (2009) e Bentes et al (2009) encontraram teores de cinzas de 1,01% e 0,97% respectivamente. O resultado observado nesta pesquisa foi menor que o citado por Ogawa (1999), que afirma que a concentração desses componentes pode variar de 1 a 2% e é mais

influenciada pela qualidade da água e alimentação do que pela idade e sexo dos peixes.

Em relação ao teor de proteínas, o resultado encontrado mostrou-se bastante inferior quando comparado com o músculo e com o resíduo da piramutaba para os diferentes autores. Este fato pode estar relacionado com a idade, estado fisiológico, época e região de captura dos peixes uma vez que, segundo Ordóñez (2005) o conteúdo de proteínas pode ser influenciado por esses fatores.

O teor de lipídios observado foi menor que o determinado por Marques (1999) e bastante superior aos valores encontrados por Bentes et al (2009), Gonçalves et al (2009) e Galvão (2009). O estuário do rio Amazonas é a região onde a piramutaba se alimenta e armazena energia para subir o rio para a reprodução e desova no oeste dos rios Solimões-Amazonas, esse fato pode explicar a variação no conteúdo lipídico observado nesta pesquisa em relação aos demais autores. Mediante o valor observado para o teor de gordura, a piramutaba utilizada na obtenção do resíduo analisado nesta pesquisa, foi considerada um peixe gordo por apresentar um percentual de lipídios superior a 8%, segundo a classificação de Bressan (2002)

O valor de atividade de água observado na CMS, foi igual ao observado por Galvão e dentro da faixa citada por Sgarbieri (1996), que explica que em alimentos com atividade de água acima de 0,9 ocorre diluição dos componentes que se transformam em substrato para o desenvolvimento de microrganismos tornando-o potencialmente perecível do ponto de vista microbiológico. Em contrapartida, essa diluição provoca uma diminuição da velocidade de degradação lipídica na matéria prima.

O pH encontrado para a CMS foi inferior ao valor observado por Gonçalves et al (2009), que também avaliou resíduo de piramutaba. Resultados semelhantes foram observados por Santos et al (2008), que também encontraram o valor de 6,8 para pH em músculo de piramutaba e por Echevengú et al (2008), que estudou polpa de carpa, e observou valores de pH que variaram de 6,4 a 6,7 entre as amostras analisadas. O Regulamento de Inspeção Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (1980) estipula que o pH deve ser inferior a 6,5 para o músculo interno de peixes. Neste sentido, é importante frisar que, apesar de ser um resíduo e, portanto já ter sofrido manipulação, o material estudado obteve valor inferior ao determinado por esta

legislação, para peixe fresco. Ordóñez (2005) cita que valores de pH próximos da neutralidade podem ser indicativo da ocorrência de autólise o que pode facilitar também o desenvolvimento microbiano comprometendo assim, a qualidade do pescado.

O valor de bases voláteis encontrado para a CMS foi superior aos valores médios de 2,75 e 4,2mg/100g observados por Santos et al (2008) para músculo de dois lotes diferentes de piramutaba. No entanto, valores mais próximos foram citados por Durães (2009), que encontrou para carne mecanicamente separada de bagre africano não lavado um valor médio de 15,79mg/100g. O valor de bases voláteis observado nesta pesquisa foi comparado ao valor limite de 30mg de nitrogênio/100g de amostra estabelecido pela portaria nº 185, de 13 de maio de 1997, do Ministério da Agricultura e Abastecimento que regulamenta a identidade e a qualidade de peixe fresco (inteiro e eviscerado).

Segundo Ogawa (1999), peixes em excelente estado de frescor apresentam valores de 5 a 10mg/100g para bases voláteis; 15 a 25mg/100g para peixes com frescor razoável e 30 e 40mg/100g para peixes em fase inicial de putrefação. De maneira semelhante ao ocorrido para o pH, o material avaliado, apesar da manipulação, apresentou características semelhantes às do peixe fresco para este parâmetro e, portanto, bom estado de frescor. A qualidade observada pode ser explicado pelo imediato processamento do resíduo e adequado acondicionamento da CMS que, vale ressaltar, também foi utilizada para a elaboração do produto em um curto intervalo de tempo.

A Tabela 2-3 mostra os resultados de cor em relação aos parâmetros L*, a*, b*, C* e h*. O valor encontrado para o parâmetro a*, mostrou uma maior tendência ao vermelho em relação ao resíduo analisado por Galvão (2009), o que confirma o menor valor de luminosidade encontrado nesta pesquisa. O croma b* mostrou que o material analisado tendeu menos para o amarelo que a amostra avaliada pelo referido autor.

O valor encontrado para o ângulo de tonalidade cujo índice de saturação foi de 12,90 (anexo B), mostrou que a cor da CMS tende mais para o amarelo que para o vermelho, uma vez que, segundo Little (1975), o ângulo de 0° corresponde à cor vermelha, 90°, amarelo, 180°, verde e 270°, azul. Esses resultados foram menores que os de Galvão (2009), confirmando uma maior tendência ao vermelho do material

analisado nesta pesquisa e maior tendência ao amarelo do material estudado por Galvão (2009).

Tabela 2-3: Análise de cor da CMS do resíduo de filetagem da piramutaba

	Resíduo da filetagem da piramutaba	
Luminosidade (L*)	65,62 ± 0,85	73,91
Coordenada de cromaticidade (a*)	8,24 ± 0,72	7,23
Coordenada de cromaticidade (b*)	9,93 ± 0,79	13,79
Ângulo hue (h*)	50,31 ^o ± 0,53	62,33*
Cromaticidade (C*)	12,90 ± 0,65	15,57*

*Calculados através dos dados fornecidos pelo autor pelo autor.

Ogawa e Maia (1999) e Ordóñez (2005) citam que peixes migratórios, apresentam maior quantidade de músculo escuro, que, por sua vez se diferencia do músculo branco por apresentar maior conteúdo de mioglobina e hemoglobina, cromoproteínas avermelhadas envolvidas nos processos respiratórios. Essa afirmação sugere menores valores de L* para este tipo de músculo em relação ao músculo branco. A diferença entre o valor de luminosidade encontrado nesta pesquisa e o valor encontrado por Galvão (2009), que apresentou maior tendência à cor branca, pode ser explicada pelo fato de que diferentes porções do corpo do animal podem ter sido utilizadas na obtenção da CMS. Segundo Diniz e Ogawa (1999) o músculo escuro localiza-se periféricamente ao longo do eixo central do corpo do animal e sua concentração aumenta em direção à cauda.

O valor de TBA encontrado para carne mecanicamente separada contendo 10,93% de lipídios, de 0,049µmol/Kg, foi semelhante ao encontrado por Queiroz et al (1996), de 0,069µmol/Kg em filés de anchova (*Pomatomus saltatrix*) contendo 10,22% de lipídios. Valores bastante superiores foram observados por Stevanato (2007) que encontrou um valor de 10,28µmol/Kg em farinha de cabeças de tilápia com teor de lipídios de 35,46%. Variações no valor de TBA podem ocorrer em virtude do teor lipídico, tempo e condições de estocagem, processamento e composição de ácidos graxos da matéria prima avaliada. É importante destacar a inexistência de uma legislação que determine um limite para o valor de TBA. Lima e Abdalla (2001) citam que a avaliação do malonaldeído pelo teste com TBA não é específica, pois muitas outras substâncias que ocorrem em materiais biológicos

também reagem com o ácido tiobarbitúrico. Segundo Bao et al (2007), embora o valor de TBA seja amplamente utilizado para medir os produtos secundários da oxidação lipídica, este pode variar com a espécie de peixe analisada, teor de gordura e condições de armazenamento, além disso, o grande número de metodologias existentes dificulta a comparação entre esses valores.

Para o índice de peróxido, o valor de 5,85meq/kg na fração lipídica mostrou que a matéria prima encontrava-se abaixo do limite máximo estabelecido pela resolução nº 482, de 23 de setembro de 1999 para óleos vegetais, de 10meq/kg. Valores superiores foram observados por Oliveira et al (2008), de 6,07 a 15,79meq/kg em quatro amostras de filés de tilápia, submetidas a diferentes tratamentos de sanitização e por Queiroz et al (1996), de 14meq/kg em filé de anchova. É importante ressaltar a inexistência de legislação específica para óleo de peixe

O processo de oxidação da CMS pode ter sido facilitado pela diminuição do tamanho das partículas e exposição das mesmas à luz e ao oxigênio do ar em decorrência da separação mecânica, bem como pela disponibilidade de ácidos graxos insaturados. No entanto, pode-se considerar que a matéria prima estudada, apesar de se tratar de resíduo, apresentou um nível de oxidação relativamente baixo da matéria graxa.

2.3.3 Perfil de ácidos graxos da CMS

A Tabela 2-4 apresenta os resultados do perfil de ácidos graxos da CMS. Foram identificados 20 ácidos graxos na fração lipídica do material analisado (anexo C), onde o componente majoritário foi o ácido palmítico (C 16:0), com 31,93%, seguido do ácido oleico (C 18:1 n-9), com 18,91%. Bentes et al (2009) em seu estudo com músculo de piramutaba também obteve como componente majoritário o ácido palmítico, com 28,83% , porém, seguido do ácido eicosapentaenóico (EPA), com 14,27%.

A CMS estudada obteve maiores percentuais de ácidos graxos saturados e monoinsaturados em relação ao referido autor, em contrapartida obteve valores inferiores para ácidos graxos poli-insaturados.

Em pescado, a maioria dos ácidos graxos existentes tem de 14 a 22 átomos de carbono (C14 a C22), podendo ser saturado ou insaturado. Sua composição varia de acordo com a espécie do animal, hábito alimentar, estação do ano, temperatura da água, dieta, habitat e idade (OGAWA e MAIA, 1999).

Tabela 2-4: Perfil de ácidos graxos da CMS

Ácido graxo	Nomenclatura usual	CMS (%)	Bentes et al (2009) (%)
C 14:0	Mirístico	7,74	5,31
C 14: 1 n-5	Miristoleico	0,34	-
C 16:0	Palmítico	31,93	28,83
C 16: 1 n-7	Palmitoleico	10,01	7,82
C 18:0	Esteárico	12,68	5,80
C 18:1 n-9	Oleico	18,91	13,03
C 18:1 n-7	Vacênico	4,23	3,45
C 18:2 n-6	Linoleico	1,24	-
C 20:0	Eicosanóico	0,40	-
C 20:1	Elaídico	0,38	-
C 20:3 n-3	Eicosatrienóico	0,28	-
C 20:5 n-3	EPA	6,96	14,27
C 22:0	Beênico	1,78	-
C 22:1 n-9	Erúcido	-	5,98
C 22:6 n-3	DHA	2,48	15,54
C 24:0	Lignocérico	0,10	-
C 24:1 n-9	Nervônico	0,60	-
ΣSFAs	-	54,53	39,94
ΣMUFAs	-	34,51	30,27
ΣPUFAs	-	10,96	29,80
ΣAG ω 3	-	9,72	29,80
ΣAG ω 6	-	1,24	-

ΣSFAs: Somatório de ácidos graxos saturados; ΣMUFAs: Somatório de ácidos graxos monoinsaturados; ΣPUFAs: Somatório de ácidos graxos poliinsaturados; ΣAG ω 3: Somatório dos ácidos graxos ômega-3; ΣAG ω 6: Somatório dos ácidos graxos ômega-6

A Tabela 2-5 expõe a qualidade nutricional da fração lipídica da CMS estudada, através dos índices de aterogenicidade (IA), trombogenicidade (IT) e HH, que relaciona ácidos graxos hipocolesterolêmicos⁴ e hipercolesterolêmicos⁵.

⁴ Ácidos graxos que diminuem os níveis de LDL-colesterol no sangue.

⁵ Ácidos graxos de aumentam os níveis de LDL-colesterol no sangue.

Os dois primeiros índices indicam o potencial de estímulo de agregação plaquetária e quanto menores os valores de IA e IT, maior é quantidade de ácidos graxos anti-aterogênicos⁶ presentes em determinado óleo/gordura e, conseqüentemente, maior é o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronarianas (TURAN et al, 2007).

De maneira inversa, a razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (índice HH), que se refere particularmente ao metabolismo do colesterol, deve resultar em valores mais altos possíveis para que possam ser desejáveis do ponto de vista nutricional (RAMOS FILHO et al, 2008).

Diante dos resultados obtidos, observou-se menor qualidade nutricional da CMS quando comparada ao material estudado por Bentes et al (2009), por apresentar maiores valores para IA e IT e menor valor para HH, este fato pode estar relacionado aos maiores percentuais de ácido mirístico e ácido palmítico encontrados na CMS quando comparados com os percentuais encontrados pelo referido autor, tais compostos apresentam maior potencial hipercolesterolêmico em relação aos outros ácidos graxos saturados, ou seja, tem maior capacidade de elevar os níveis de LDL-colesterol no sangue elevando, conseqüentemente, os riscos de doenças coronarianas (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 2010; DRISKELL, 2006).

Tabela 2-5: Parâmetros indicativos da qualidade nutricional da CMS

	CMS	Bentes et al (2009)
IA	1,38	0,83
IT	1,06	0,38
HH	0,75	0,87
$\Sigma\omega6/\Sigma\omega3$	0,13	-
Σ PUFAs/ Σ SFAs	0,20	0,99

IA: Índice de aterogenicidade; IT: Índice de trombogenicidade; HH: Razão entre graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos; $\Sigma\omega6/\Sigma\omega3$: Razão entre ácidos graxos ômega 6 e ômega 3; Σ PUFAs/ Σ SFAs: Razão entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados.

⁶ Ácidos graxos que impedem a formação da placa de ateroma, lesão na parede interna do vaso sanguíneo.

Segundo Department of health and social security (1994) valores abaixo de 4 para a razão $\omega 6/\omega 3$, sugerem quantidades desejáveis à dieta para a prevenção de riscos cardiovasculares. O valor encontrado para esta razão, apesar de inferior a 4, foi diferente da proporção considerada adequada que varia em torno de 2:1 e 3:1 ($\omega 6:\omega 3$). (DAMODARAN et al, 2010; MAHAN e ESCOTT-STUMP, 2010).

Vale ressaltar que foi observado na seguinte pesquisa maior percentual de ácidos graxos $\omega 3$ em comparação ao percentual de ácidos graxos $\omega 6$ e que os primeiros desempenham um papel vital na fluidez de membranas, na sinalização celular, na expressão dos genes e no metabolismo de eicosanoides contribuindo, assim, para a manutenção da saúde em especial de mulheres grávidas, lactantes e indivíduos com doenças coronarianas, diabete, disfunções imunológicas e saúde mental comprometida (DAMODARAN et al, 2010).

O valor encontrado para a razão entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados foi inferior ao recomendado pelo Department of health and social security (1994), o qual afirma que valores menores que 0,45 representam uma dieta pouco saudável, sobretudo no que se refere às doenças cardiovasculares, entretanto, Lira (2004) afirma que este parâmetro não deve ser avaliado isoladamente, pois o mesmo leva em consideração apenas a estrutura química dos ácidos graxos saturados hipercolesterolêmicos, desconsiderando a ação dos ácidos graxos monoinsaturados.

2.4 CONCLUSÃO

Mediante aos resultados obtidos, concluiu-se que a CMS estudada apresentou bom rendimento, bom estado de frescor e qualidade microbiológica cujos parâmetros analisados estiveram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente.

Além disso, a matéria prima apresentou maior percentual de ácidos graxos saturados e níveis muito baixos de oxidação, caracterizados pelos valores de TBA e índice de peróxido, portanto, a CMS obtida foi considerada uma matéria prima de qualidade, tanto do ponto de vista físico-químico quanto do ponto de vista microbiológico, podendo ser utilizada na elaboração de novos produtos com maior

valor agregado, contribuindo, assim para uma melhor utilização dos resíduos gerados pela indústria pesqueira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, L. F. BORGHESI, R.; BRUM, A.; REGITANO D'ARCE, M.; OETTERER, M. Nutritional aspects of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) silage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.26, n.4, p.749-756, 2006.

ARRUDA, L. F.; BORGHESI, R.; OETTERER, M. Use of fish waste as silage - a review. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. Piracicaba, v.50, n.5, p.879-886, 2007.

AOAC - Association of Official Agricultural Chemists. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**: edited Ig W. Horwitz 16^aed, v. 2. Washington: AOAC, 1997, 850p.

AOCS - American Oil Chemists Society. **Official methods and recommended practices**. 5 ed. Champaign: AOCS, 1997.

BAO, H. N. D.; ARASON, S.; ÓRARINSDÓTTIR, K. A. I. Effects of dry ice and superchilling on quality and shelf life of arctic charr (*Salvelinus alpinus*) Fillets. **International Journal of Food Engineering**. v. 3, n. 3, 2007.

BEIRÃO, L. H.; MEINERT, E. M. Tecnologia do pescado nas regiões brasileiras. In: OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. v. 1. São Paulo: Varela, 1999. 430p.

BENTES, A. S.; SOUZA, H. A. L. S.; MENDONÇA, X. M. F. D.; SIMÕES, M. G. Caracterização física e química e perfil lipídico de três espécies de peixes amazônicos. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. Paraná, v. 3, n. 2, p. 97-108, 2009.

BRESSAN, M. C. Processamento de pescado de água doce. In: Anais da II Feira da Pequena Agroindústria. Serra Negra, 2002. p 59-85.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 482, de 23 de setembro de 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 185, de 13 de maio de 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. RIISPOA - Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Aprovado pelo decreto nº 30690, de 20.03.52, alterado pelo decreto nº 1255, de 25.06.52). Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1980, 66p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. I - Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. II - Métodos físicos e químicos Laboratório Nacional de Referência Animal. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1981.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. Diet and cardiovascular disease. **Report on Health and Social Subjects**, n. 28. London: HMSO, 1984.

DINIZ, M. B.; DINIZ, M. J. T.; SANTOS, R. B.; FILGUEIRAS, G. C. F. C. Atividade pesqueira na Amazônia: limites e possibilidades para o desenvolvimento local. **XLIV Congresso da SOBER - Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural**. Fortaleza, 2006.

Driskell J. A. **Sports nutrition: fats and proteins**. Boca Raton: CRC Press, 2006. 383 p.

DURÂES, J. P. **Obtenção, caracterização da carne mecanicamente separada de bagre africano (*Clarias gariepinos*) e avaliação de sua estabilidade durante estocagem sob congelamento**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Pirassununga: Universidade de São Paulo, 2009.

ECHEVENGUÁ, M. M.; ECHEVENGUÁ, W. O.; CARBONERA A. A.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C.; FIGUEIREDO, M. R. C. Qualidade da polpa de carpa húngara transportada viva e no gelo. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 38, n.7, p. 2004-2010, out, 2008.

FELTES, M. M. C.; CORREIA, J. F. G.; BEIRÃO, L. H.; BLOCK, J. M.; NINOW, J. L.; SPILLER, V. R. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da

industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 14, n. 16, p. 669-677, 2010.

GALVÃO, G. C. S. Influência dos substitutos de gordura na salsicha de pescado elaborada com resíduo de filetagem da piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii* (Valenciennes, 1840). Dissertação (Mestrado em Ciência e tecnologia de Alimentos). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Belém: Universidade Federal do Pará, 2009.

GONÇALVES, A. A.; NOGUEIRA, W. M.; HENRIQUES, L. F. Aproveitamento do descarte do processamento da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) e do camarão-rosa (*Farfantepenaeus subtilis*) na produção de salsicha sabor camarão. **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo, v. 35, n. 4, p. 623-635, 2009.

LITTLE, A. A research note off on a tangent. **Journal of Food Science**. v. 40, n. 2, p. 410-411, mar, 1975.

LIMA, E. S.; ABDALLA, D. S. P. Peroxidação lipídica: mecanismos e avaliação em amostras biológicas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. São Paulo, vol. 37, n. 3, p. 293-303, set.-dez, 2001.

Lira GM, Mancini Filho J, Santana LS, Torres RP, Oliveira AC, Omena CMB, Silva Neta ML. Perfil de ácidos graxos, composição centesimal e valor calórico de moluscos crus e cozidos com leite de coco da cidade de Maceió-AL. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v. 40, n. 4, p. 529-37, 2004.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia. 12 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 1384p.

MARQUES, E. S. **Avaliação preliminar do teor e composição dos lipídios da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*): aspectos nutricionais e tecnológicos**. TCC (Graduação em Química Industrial) – Departamento de Engenharia Química. Belém: Universidade federal do Pará, 1999.

MELLO, S. C. R. P.; FREITAS, M. Q.; SÃO CLEMENTE, S. C.; FRANCO, R. M.; NOGUEIRA, E. B.; PINTO, M. D. S. R. Caracterização química e bacteriológica de polpa e surimi obtidos do espinhaço residual da filetagem de tilápia. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 40, n. 3, p. 648-653, mar 2010.

OETTERER, M.; REGINATO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos da Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Barueri: Manole, 2006. 632p.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. Química do pescado. In: OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. v. 1. São Paulo: Varela , 1999. 430p.

OGAWA, N. B. P. Avaliação do controle e da qualidade do pescado. In: OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. v. 1. São Paulo: Varela , 1999. 430p.

OLIVEIRA, N. M. S.; OLIVEIRA, W. R. M.; NASCIMENTO, L. C.; SILVA, J. M. S. F.; VICENTE, E.; FIORINI, J. E.; BRESSAN, M. C. Avaliação físico-química de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos à sanitização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 28, v.1, p. 83-89, jan.-mar, 2008.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal**. v. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005. 279p.

QUEIROZ, M. I.; BADIALE-FURLONG, E.; COELHO, C. S. P.; ZÍLIO, R. L.; CORREA, A. C.; Avaliação do comportamento da oxidação de carne de pescado salgado tratado com própolis. Boletim do Centro de Pesquisa do Processamento de Alimentos. Curitiba, v. 14, n. 2, p. 273-280, jul.-dez,1996.

RAMOS FILHO, M. M.; RAMOS, M. I. L.; HIANE, P. A.; SOUZA, E. M. T. Perfil lipídico de quatro espécies de peixes da região pantaneira de Mato Grosso do Sul. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 28, n. 2, p. 361-365, abr.-jun., 2008.

RIBEIRO, C. F. A. **Processamento de piraíba (*Brachyplatystoma filamentosum*): desidratação osmótica, defumação e secagem**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2009.

SANTOS, T. M.; MARTINS, R. T.; SANTOS, W. L. M.; MARTINS, N. E. Inspeção visual e avaliações bacteriológica e físico-química da carne de piramutaba (*Brachyplatistoma vaillanti*) congelada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte, v. 60, n. 6, p. 1538-1545, 2008.

SANTOS, G. M.; SANTOS, A. C. M. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 54, 2005.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações**. São Paulo: Varela, 1996. 517p.

SORENSEN, G.; JORGENSEN, S. S.A critical examination of some experimental variables in the 2-thiobarbituric acid (TBA) test for lipid oxidation in meat products. **Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und Forschung**.v.202,n. 3,p. 205–210, 1996.

STEVANATO, F. B.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. V. Aproveitamento de resíduos, valor nutricional e avaliação da degradação de pescado. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**. Londrina, v. 1, n. 7, p. 1982-1263, ed. 6, art. 171, 2007. Disponível em: http://www.pubvet.com.br/artigos_det.asp?artigo=171. Acesso em: 17/01/2011.

Turan H, Sönmez G, Kaya Y. Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) from the Sinop coast in the Black Sea. **Journal of Fisheries Sciences.com**. Turquia, v. 1, n. 2, p. 97-103, 2007.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3 ed. Washington: American Public Health Association (APHA), 1992. 1919p.

VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette Seifen Anstrichmittel**. Leinfelden, v. 72, n. 12, p. 1084-1087, 1970.

VYNCKE, W. Evaluation of thiobarbituric direct extraction method for determining oxidative rancidity in mackerel (*Scomber scombrus* L.). **Fette Seifen Anstrichmittel**. Hamburg, v.77, n. 6, p.239-240, 1975.

CAPITULO 3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA E DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE POLPA DE MARACUJÁ AMARELO (*Passiflora edulis f. flavicarpa*)

RESUMO

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá amarelo, sendo responsável por 95% da produção do fruto. Compostos fenólicos e carotenoides são exemplos de substâncias antioxidantes, ou seja, substâncias que podem inibir ou retardar a oxidação dos lipídios. Este capítulo teve o objetivo de obter e caracterizar polpa de maracujá amarelo quanto a aspectos físico-químicos e microbiológicos, bem como determinar sua capacidade antioxidante. Os frutos foram adquiridos no comércio local de Belém, lavados em água corrente e imersos em água clorada a 50ppm. A polpa foi extraída e armazenada congelada em embalagens à vácuo. Foi determinado o rendimento e realizadas análises microbiológicas de Salmonella, coliformes à 45°C e bolores e leveduras e análises físico-químicas de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos, Aw, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, carotenoides totais, compostos fenólicos e capacidade antioxidante pelos métodos DPPH e ORAC. A polpa obteve rendimento de 32,74% e apresentou resultados microbiológicos de <3NMP/g, para coliformes à 45°, ausente em 25g para e <10¹ UFC/mL, para bolores e leveduras. Os resultados físico-químicos foram: 87,52%±0,11, para umidade, 0,88%±0,20, para cinzas, 0,84%± 0,01, para proteínas, 0,11%±0,09 para lipídios, 10,65% para carboidratos. Para Aw, pH, acidez titulável total e sólidos solúveis foram observados valores de 0,98±0,01; 2,96±0,03, 3,17±0,09g de ácido cítrico/100g e 13,10±0,13, respectivamente. Para carotenóides totais, 19,02±0,97µg/g, compostos fenólicos totais, 35,40±1,87mgEAG/100mL, DPPH, 0,78±0,01µmolET/g, % de inibição do radical DPPH, 14,7±0,01 e ORAC, 9,33±1,21µmolET/g. A polpa apresentou resultados coerentes com a legislação vigente consultada. Apresentou capacidade antioxidante inferior ao de outras frutas com reconhecida atividade, no entanto, os valores encontrados foram coerentes com a literatura estudada.

Palavras chave: DPPH, ORAC, carotenoides.

ABSTRACT

Brazil is the largest producer of passion fruit, accounting for 95% of the production of the fruit. Phenolic compounds are examples of carotenoids and antioxidant substances, ie substances which can inhibit or retard oxidation of lipids. This chapter aimed to obtain and characterize pulp of passion fruit as the physical, chemical and microbiological, as well as determine their antioxidant capacity. The fruits were purchased in local shops of Bethlehem, washed in running water and immersed in chlorinated water at 50ppm. The pulp was extracted and stored frozen in vacuum packaging. It was determined the yield and analyzed for microbiological Salmonella, Coliforms at 45 ° C and molds, yeasts and physico-chemical analyzes of water, ash, protein, fat, carbohydrates, Aw, pH, titratable acidity, soluble solids, total carotenoids, phenolics and antioxidant capacity by DPPH and ORAC methods. The pulp yield of 32.74% was obtained and presented results of microbiological <3NMP / g for coliforms at 45 °, and absent in 25g to <101 CFU / ml for yeasts and molds. The physico-chemical results were: 87.52 ± 0.11% for moisture, 0.88 ± 0.20% for ash, 0.84% ± 0.01 for protein, 0.11% ± 0, 09 for lipids, 10.65% for carbohydrates. For Aw, pH, titratable acidity and total soluble solids were observed values of 0.98 ± 0.01, 2.96 ± 0.03, 3.17 ± 0.09 g of citric acid/100g and 13.10 ± 0, 13, respectively. For carotenoids, 19.02 ± 0.97 mg / g, total phenolics, 35.40 ± 1.87 mgEAG/100mL, DPPH, 0.78 ± 0.01 µmoLET / g,% inhibition of DPPH, 14.7 ORAC and ± 0.01, 9.33 ± 1.21 µmoLET / g. The pulp showed results consistent with current legislation consulted. Presented antioxidant capacity lower than other fruits with known activity, however, the values were consistent to literature.

Keywords: DPPH, ORAC, carotenoids

3.1 INTRODUÇÃO

O maracujá amarelo é o mais cultivado no mundo, responsável por mais de 95% da produção do Brasil, o país é o maior produtor mundial com produção de 330 mil toneladas e área de aproximadamente 33 mil hectares (FILHO et al 2009). Segundo IBGE (2009), o estado do Pará registrou 3.459 hectares de área destinada à colheita, 3.459 hectares de área colhida, 33.141 toneladas de maracujá produzido e rendimento médio de 9.581kg/ha no ano de 2008.

De acordo com Brasil (2000), polpa de maracujá é o produto não fermentado e não diluído, obtido da parte comestível do maracujá, através de processo tecnológico adequado, com teor mínimo de sólidos totais. Deve apresentar cor variando do amarelo ao alaranjado, sabor ácido e aroma característico. Deve ter no mínimo 11ºBrix de sólidos solúveis à 20°C; pH entre 2,7 e 3,8; no mínimo 2,5 de acidez total expressa em g de ácido cítrico/100g de amostra e no mínimo 11g de sólidos totais/100g de amostra. O suco pode ter acidez elevada (maracujá amarelo), média (maracujá roxo) ou baixa (maracujá doce), tem sabor e aroma agradáveis. É rico em vitaminas e possui propriedades sedativas (SEAGRI, 2009).

Compostos que podem retardar ou inibir a oxidação de lipídios ou de outras moléculas, evitando o início ou propagação das reações em cadeia de oxidação são denominados antioxidantes, entre eles encontram-se os compostos fenólicos cuja atividade deve-se principalmente às suas propriedades de óxido-redução, as quais podem desempenhar um importante papel na absorção e neutralização de radicais livres (SOARES, 2002; DEGÁSPARI e WASZCZYNSKYJ, 2004).

Outro grupo de substâncias antioxidantes são os carotenóides, pigmentos naturais responsáveis pela cor amarela, laranja ou vermelha de muitos alimentos que, embora sejam micronutrientes (presentes em níveis muito baixos – µg/g), estão entre os constituintes alimentares mais importantes (RODRIGUEZ-AMAYA, 2008).

Sabendo que o maracujá contém esses compostos (KUSKOSKI et. al., 2005; SILVA e MERCADANTE, 2002), este capítulo teve como objetivo caracterizar físico-químico e microbiologicamente a polpa de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), bem como determinar sua capacidade antioxidante.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Material

3.2.1.1 Matéria prima

Utilizou-se como matéria prima, maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). Os frutos foram adquiridos em temperatura ambiente e em estágio de maturação adequado no comércio local de Belém-Pará e submetidos íntegros ao armazenamento refrigerado por 24h no Laboratório de Tecnologia de Carnes e Pescados da Universidade Federal do Pará até sua utilização.

3.2.2 Métodos

3.2.2.1 Obtenção da polpa de maracujá

Para a extração da polpa de maracujá, os frutos foram lavados em água corrente e posteriormente imersos durante 3 minutos em água clorada à 50ppm, de acordo com Reolon et al (2008), para a retirada das sujidades da casca. Em seguida os frutos foram secos com papel toalha e cortados ao meio para a retirada da polpa, que foi separada das sementes com o auxílio de peneira. A polpa obtida foi embalada a vácuo e congelada. Para proteger contra a incidência de luz e evitar qualquer degradação dos componentes durante o armazenamento, as embalagens foram envolvidas em papel alumínio.

3.2.2.2 Cálculo do rendimento

O rendimento em polpa de maracujá em relação à massa total de fruto foi calculado através da equação 2-1, conforme descrito no capítulo 2.

3.2.2.3 Caracterização microbiológica da polpa de maracujá

Foram realizadas análises de *Salmonella*, coliformes à 45°C e bolores e leveduras de acordo com as metodologias descritas por Vanderzant e Splittstoesser (1992) em conformidade com a RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001 e com a Portaria nº 451, de 19 de setembro de 1997, ambas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do Laboratório de Engenharia Química da Universidade Federal do Pará.

3.2.2.4 Caracterização físico-química da polpa de maracujá

A caracterização físico-química da polpa foi realizada através das seguintes determinações em triplicata:

Umidade: Por gravimetria a 105°C de acordo com o método nº 934.06, AOAC (1997);

Cinzas: Em forno tipo mufla a 550°C através da metodologia nº 940.26 da AOAC (1997);

Proteínas: Quantificação de nitrogênio total existente na amostra, empregando-se a técnica de Kjeldahl de acordo com a metodologia nº 920.152 da AOAC (1997);

Lipídios: Extração com éter de petróleo em equipamento Soxhlet de acordo com método nº 922.06 da AOAC (1997);

Carboidratos: Determinação por diferença, através da equação 2.2 descrita anteriormente no capítulo 2;

Atividade de água: Em analisador de atividade de água AQUA LAB modelo 3TE DECAGON à 25±°C cujo princípio baseia-se no ponto de orvalho em superfície espelhada;

pH: Em potenciômetro da marca HANNA, modelo pH21 basicpHmetrs previamente calibrado com soluções tampões de pH 4 e 7 segundo AOAC (1997);

Acidez titulável: Por titulometria com utilização de fenolftaleína para a observação do ponto de viragem de acordo com a metodologia n^o 942.15^a, AOAC (1997);

Sólidos solúveis: Determinado em Refratômetro ABBE, modelo Q76780 a 20°C;

Carotenóides totais: Determinado em base fresca utilizando-se a metodologia de Godoy e Rodriguez-Amaya (1994) através de filtração à vácuo, separação dos carotenóides e leitura da absorbância com varredura de 400 a 700nm; foi selecionada a absorbância no maior pico e calculado através da Equação 3-1;

$$CT = \left(\frac{10^4 \times abs \times v}{1\% E_{1cm} \times m} \right) \quad \text{Equação 3-1}$$

Onde:

CT: Carotenóides totais (µg/g)

Abs: Absorbância no maior pico detectado

v: Volume do balão utilizado na diluição (mL)

$1\% E^{1cm}$: 2592 (absortividade para o β-caroteno segundo Davies, 1976)

m: Massa da amostra (g)

Compostos fenólicos totais: Determinação através do método colorimétrico de Folin-Ciocalteu de acordo com metodologia descrita por Singleton Rossi (1965). A extração dos compostos fenólicos da amostra foi realizada com solução extratora contendo 70% de acetona, 29,5% de água e 0,5% de ácido acético. Os resultados foram expressos em miligrama de equivalente ácido gálico por miligrama de amostra fresca (mgEA/mL).

DPPH (Radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazila): Determinação através da metodologia de Brand-Williams et al (1995). A capacidade antioxidante foi expressa em % de inibição do radical e valor de DPPH expressos em micromoles de equivalente trolox por grama de amostra (µmoLET/g), através das Equações 3-2 e 3-3 .

$$\% \text{ Inibição} = \frac{A_B - A_a \times 100}{A_B} \quad \text{Equação 3-2}$$

Onde:

A_A: Absorbância da amostra no término da reação

A_B: Absorbância do branco no término da reação

$$DPPH = \frac{\% \text{ inibição}}{c} \times \text{diluição} \quad \text{Equação 3-3}$$

Onde;

DPPH: Valor de DPPH em μmolET/g

C: Coeficiente de regressão calculado a partir da curva

ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity): Determinação através da metodologia descrita por Ou et al (2001) adaptada por Huang et al (2002) para análises em microplacas. Os resultados (valor de Orac) foram expressos em micromoles de equivalente trolox por grama de amostra (μmolET/g).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.3.1 Rendimento e caracterização microbiológica do maracujá amarelo

O rendimento obtido em polpa de maracujá (Figura 3-1) em relação à massa total do fruto foi de 32,74%. Esse resultado foi bastante semelhante ao obtido por Amaro e Monteiro (2001), para polpa de frutos maduros de maracujá amarelo de cultivo convencional 32,73%. Segundo Machado et al (2003) o rendimento de polpa está diretamente relacionado com as medidas do fruto (comprimento longitudinal e transversal), peso, cascas e sementes. Negreiros et al (2007), em seu estudo, chegaram à mesma conclusão, ou seja, frutos que apresentam maior comprimento possibilitam maior rendimento, sendo este também influenciado pela espessura da casca.



Figura 3-1: Polpa e sementes de maracujá amarelo

No que se refere à qualidade microbiológica, a polpa de maracujá obtida (Tabela 3-1), apresentou-se em conformidade com os padrões estabelecidos pela RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. A matéria prima obteve resultado bastante inferior ao limite máximo para coliformes à 45°C o que comprova manipulação e armazenamento adequados da polpa após sua extração. Ressalta-se que a legislação utilizada como referência não preconiza limites para contagem de bolores e leveduras em polpa de frutas *in natura*, assim sendo, este parâmetro foi comparado aos limites estabelecidos para doces e similares.

Tabela 3-1: Caracterização microbiológica da polpa de maracujá amarelo

	Polpa	Legislação
Coliformes à 45°C (NMP¹/g)	<3	< 10 ^{2*}
<i>Salmonella</i> (25g)	Ausente	Ausente*
Bolores e leveduras (UFC²/mL)	<10 ¹	10 ^{4**}

¹Número mais provável; ²Unidade formadora de colônia

*Limite máximo estipulado para polpa de fruta *in natura* concentrada ou não, com ou sem tratamento térmico, refrigerada ou congelada; **Limite máximo estipulado para purês e doces em pasta ou massa e similares, incluindo geleias, não comercialmente estéreis.

3.3.2 Caracterização físico-química do maracujá amarelo

Os parâmetros físico-químicos (Tabelas 3-2 e 3-3) foram comparados com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO (2011), Amaro e Monteiro

(2001), Amaro et al (2002), Vianna-Silva et al (2008) e Kulkarni e Vijayanand (2010), cujos resultados são para polpa *in natura* de frutos maduros de maracujá amarelo.

A umidade observada para a polpa foi maior que o valor encontrado por TACO (2011). Outros autores observaram valores inferiores como Genovese et al (2010), que estudou polpa congelada de maracujá amarelo e encontrou um valor de 84,1% e Kulkarni e Vijayanand (2010), que observou 81,5% de umidade.

Tabela 3-2: Composição centesimal da polpa de maracujá em base fresca

	Polpa	TACO (2011)
Umidade (%)	87,52 ± 0,11	88,9
Cinzas (%)	0,88 ± 0,20	0,8
Proteínas (%)	0,84± 0,01	2,0
Lipídios (%)	0,11 ± 0,09	2,1
*Carboidratos (%)	10,65	12,2

*Calculado por diferença

Para os valores de proteínas, lipídios e carboidratos, os resultados encontrados nesta pesquisa foram inferiores aos observados por TACO (2011). Em contrapartida, o valor determinado para cinzas foi bastante semelhante ao valor observado pelo referido autor. Variações na composição química e propriedades das frutas estão relacionadas à espécie, variedade, condição de cultivo, estádios de maturação e condições e tempo de armazenamento (Arthey e Ashurst, 1997; Chitarra e Chitarra, 2005).

Tabela 3-3: Características físico-químicas da polpa de maracujá em base fresca

	Polpa	Amaro e Monteiro (2001)	Amaro et al (2002)	Vianna-Silva et al (2008)*	Kulkarni e Vijayanand (2010)
Atividade de água	0,98 ± 0,01	-	-	-	-
pH	2,96 ± 0,03	2,61	2,60	2,70 e 2,75	2,86
ATT (g á. cítrico/100g)	3,17 ± 0,09	4,35	3,80	4,64 e 4,09	4,02
SS (°Brix à 20°C)	13,10±0,02	14,94	12,80	16,27 e 16,18	17,00
SS/ATT	4,13±0,13	3,43	3,37	3,33 e 3,58	4,23

ATT: Acidez titulável. **SS:** Sólidos solúveis

*valores observados em dois períodos distintos

A polpa apresentou elevada atividade de água. De acordo com Labuza (1977), para valores de $A_w > 0,6$, pequenas alterações correspondem, na maioria dos casos, a um aumento considerável na velocidade de algumas reações.

O pH encontrado foi semelhante ao valor encontrado por Kulkarnil e Vijayanand (2010). Amaro e Monteiro (2001) e Amaro et al (2002), observaram valores inferiores, de 2,61 e 2,60, respectivamente, já Vianna-Silva et al (2008), que acompanharam frutos em vários estádios de maturação, obtiveram para este parâmetro valores de 2,70 e 2,75 para amostras analisadas em dois períodos distintos com grau máximo de maturação.

O valor de acidez encontrado foi menor que os valores encontrados por Kulkarnil e Vijayanand (2010), Amaro et al (2002), Amaro e Monteiro (2001) e Vianna-Silva et al (2008), para frutos maduros. O último autor observou ainda uma perda de acidez ao longo do amadurecimento da fruta.

O valor de sólidos solúveis foi semelhante ao valor encontrado por Amaro et al (2002), porém inferior aos valores observados por Kulkarnil e Vijayanand (2010), Amaro e Monteiro (2001) e por Vianna-Silva et al (2008) para frutos maduros. Os açúcares acumulados constituem as principais substâncias químicas das frutas do ponto de vista tecnológico, assim, a matéria prima será tanto melhor para a industrialização quanto maiores forem seus teores de açúcares. Com o amadurecimento, aumenta o teor de sólidos solúveis nas frutas, acompanhado, conseqüentemente pela perda de a acidez. O teor de sólidos solúveis também pode sofrer variações com a espécie, cultivo e clima (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A razão SS/ATT encontrada na pesquisa foi semelhante ao valor encontrado por Kulkarnil e Vijayanand (2010) e superior aos resultados encontrados por Amaro e Monteiro (2001), Amaro et al (2002), e Vianna-Silva et al (2008). Segundo Chitarra e Chitarra (2005) essa razão é uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares e acidez, uma vez que fornece uma melhor informação a respeito do equilíbrio entre esses dois componentes; deve-se, porém, especificar o teor mínimo de sólidos e o máximo de acidez para se estabelecer uma idéia mais real do sabor.

A polpa de maracujá estudada estava de acordo com a instrução normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que especifica padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas, para os parâmetros pH, acidez titulável, e sólidos solúveis e também coerente

com os resultados contidos na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2006).

Em relação ao teor de carotenóides totais, Tabela 3-4, o valor encontrado foi de 19,02µg/g expresso em β-caroteno. Este valor foi compatível ao encontrado por Silva e Mercadante (2002) cujos resultados variaram de 15,36 a 27,14µg/g entre os cinco lotes de maracujá amarelo *in natura* analisados. Valores inferiores foram observados por Almeida et al (2009), de 9,2902 µg/g expresso em β-caroteno para frutos maduros de maracujá amarelo. Quantificando isoladamente o β-caroteno, Rodriguez-Amaya et al (2008) observaram um valor de 6,1µg/g desse carotenóide para polpa *in natura* de maracujá amarelo. Segundo Rodriguez-Amaya (2000), o conteúdo de carotenóides pode ser influenciado por uma série de fatores como: o grau de maturação do fruto, tipo de solo e as condições de cultivo, condições climáticas, variedade, exposição à luz solar e condições de processamento e a estocagem.

O valor encontrado para compostos fenólicos, de 35,40 mgEAG/100mL foi maior que o encontrado por Kuskoski et al (2005) e Kuskoski et al (2006), de 20mgEAG/100mL que observaram resultados semelhantes para polpas de cupuaçu e abacaxi, de 20,5 e 21,7 mgEAG/100mL, respectivamente . Os compostos fenólicos têm participação no “flavor”, coloração e vida de prateleira, além de serem correlacionados com a capacidade antioxidante. A concentração dessas substâncias pode ser utilizada para o acompanhamento da perda de qualidade da matéria prima na fase pós-colheita, Chitarra e Chitarra (2005).

Tabela 3-4: Compostos antioxidantes e atividade antioxidante em base fresca pelos métodos do DPPH e ORAC.

Determinações	Polpa
Carotenóides totais (µg/g)	19,02±0,97
Compostos fenólicos totais (mgEAG/100mL)	35,40±1,87
DPPH (µmolET/g)	0,78±0,01
% inibição do radical DPPH	14,7±0,24
ORAC (µmolET/g)	9,33±1,21

EAG: Equivalente ácido gálico; ET: Equivalente trolox

O valor de DPPH encontrado foi igual ao encontrado por Genovese et al (2010), de $0,8\mu\text{molET/g}$ para polpa de maracujá amarelo maduro. Este resultado, porém, foi superior ao observado por Vasco et al (2008), de $0,5\mu\text{molET/g}$, também para polpa de maracujá amarelo maduro e inferior ao observado por Kuskoski et al (2006) para polpa de maracujá, de $0,9\mu\text{molET/g}$ após 30 segundos de reação e $1,02\mu\text{molET/g}$ após 60 segundos de reação. Resultados semelhante foram observados por Vasco et al (2008) para outras polpas, para o araticum (fruto típico do cerrado), o autor encontrou um valor de $0,8\mu\text{molET/g}$ e para o umbu, $1\mu\text{molET/g}$ pelo. Em nível de comparação, extratos de frutos com reconhecido potencial antioxidante, como o açaí, apresentaram um valor de DPPH de $839\mu\text{molET/g}$ (HOGAN et al 2010). Mahattanatawee et al (2006) encontraram para goiaba vermelha e para a carambola valores inferiores ao açaí, porém, bem superiores aos resultados obtidos nesta pesquisa de 609,3 e $620,2\mu\text{g}$ de peso fresco/g de amostra, respectivamente.

Em relação à atividade antioxidante da polpa pelo método ORAC, observou-se que o valor encontrado, foi semelhante ao valor de $9,29\mu\text{molET/g}$, encontrado para uma das variedades de goiaba estudada por Batista (2010) e aos valores encontrados por Mahattanatawee et al (2006) para goiaba branca, de $9,9\mu\text{molET/g}$ e para kiwi, de $8,9\mu\text{molET/g}$. Esses resultados foram inferiores aos observados por Sá (2008) para Jamelão, de $13,85\mu\text{molET/g}$, para Açaí, de aproximadamente $16\mu\text{molET/g}$ e para uva, de aproximadamente $12\mu\text{molET/g}$, porém, o autor enfatiza que o Jamelão, o açaí e a uva, estão entre as dez frutas com maior atividade antioxidante já estudadas.

A eficiência da extração e a metodologia utilizada na estimativa da atividade antioxidante de um alimento são fundamentais na expressão dos resultados. Ambas as metodologias não podem ser comparadas entre si, pois possuem diferentes mecanismos de ação (PRAKASH, 2001; PRIOR et al, 2005; MARXEN et al, 2007; VASCONCELOS et al, 2007).

3.4 CONCLUSÃO

A matéria prima estudada apresentou-se em conformidade com a legislação vigente no que se refere aos parâmetros microbiológicos e físico-químicos, apresentou composição centesimal coerente à observada na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, bem como com a literatura pesquisada. Além disso, obteve um bom rendimento em polpa, também compatível com a literatura.

Os valores observados para compostos fenólicos e carotenóides totais estiveram coerentes com valores observados por outros autores considerando a mesma espécie e também em comparação a outras frutas.

Sobre a atividade antioxidante, concluiu-se que a fruta apresenta pequena capacidade antioxidante quando comparada a outras frutas de reconhecida atividade, sobretudo quando determinada pelo método DPPH.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA, C. B.; MANICA-BERTO, R.; FRANCO, J. J.; PEGORARO, C.; FACHINELLO, J. C.; SILVA, J. A. Comparação do teor de carotenóides em frutos nativos de regiões tropicais e temperadas. In: XVIII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, XI ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, I MOSTRA CIENTÍFICA, 2009, Pelotas. **Anais**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2009.

AMARO, A. P.; BONILHA, P. R. M.; MONTEIRO, M. Efeito do tratamento térmico nas características físico-químicas e microbiológicas da polpa de maracujá. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 13, p. 151-162, 2002.

AMARO, A. P.; MONTEIRO, M. Rendimento de extração da polpa e características físico-químicas do maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Sims. Deg.) produzido por cultivo orgânico e convencional em relação à cor da casca. **Alimentos e Nutrição**. Araraquara, v. 12, p. 171-184, 2001.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemist**. 16 ed., 3 rev. Washington: AOAC, 1997.

ARTHEY, D.; ASHURST, P. R. **Procesado de frutas**. Zaragoza: Acribia, 1997. 273p.

BATISTA, P. F. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas produzidas no submédio do Vale de São Francisco**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n^o 451, de 19 de setembro de 1997. Princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos de alimentos. Diário Oficial da União n^o 182 de 22 de setembro de 1997, Seção I - páginas 21005 a 21012.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n^o 12, de 2 de janeiro de 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento Técnico Geral para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta. Instrução Normativa n^o 01, de 7 de janeiro de 2000. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2000.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-Colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005. 783p.

DAVIES, B. H. **Carotenóides**. In: GOODWIN, T. W. Ed. *Chemistry and Biochemistry of Pant Pigments*. 2 ed. V. 2. London: Academic Press, 1976.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, Jan.- Jun, 2004.

GENOVESE, M. I.; PINTO, M, S.; GONÇALVES, A. E. S. S.; LAJOLO, F. M. Bioactive compounds and antioxidant capacity of exotic fruits and commercial frozen pulps from Brazil. **Food Science and Technology International**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 207-214, 2010.

GODOY, H, T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; Occurrence of cis-isomers of provitamin a in Brazilian fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 42, p. 1306-1313, 1994.

HOGAN, S.; CHUNG, H.; ZHANG, L.; LI, J.; LEE, Y.; DAI, Y.; ZHOU, K. Antiproliferative and antioxidant properties of anthocyanins-rich extract from açai. **Food Chemistry**, v.118, p. 208-214, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Anuário Estatístico do Brasil. Produção vegetal. v. 68. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

KULKARNI, S. G.; VIJAYANAND, P. Effect of extraction conditions on the quality characteristics of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis f. flavicarpa L.*). **LWT - Food Science and Technology**, Mysore, v. 43, p. 1026–103., 2010.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, jul-ago, 2006.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante em pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 25, n. 4, p. 726-732, out.-dez, 2005.

LABUZA, T. P. The properties of water in relationship to water binding in food: a review. **Journal of food processing and preservation**. Westport, v. 1, n. 2, p. 167-190, 1997.

MACHADO, S. S. et al. Caracterização física e físico-química de frutos de maracujá amarelo provenientes da região de Jaguaquara – Bahia. **Magistra**. Bahia, v. 15, n. 2, p. 229-223, 2003.

MAHATTANATAWEE, K.; MANTHEY, J. A.; LUZIO, G.; TALCOTT, S. T.; GOODNER, K.; BALDWIN, E. A. Total antioxidant activity and fiber content of select Florida-Grown tropical fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Gainesville, v. 54, n. 19, p. 7355-7363, 2006.

MARXEN, K.; VANSELOW, K. H.; LIPPEMEIER, S.; HINTZE, R.; RUSER, A.; HANSEN, U. P. Determination of DPPH radical oxidation caused by methanolic extracts of some microalgal species by Linear regression analysis of spectrophotometric measurements. **Sensors**. v. 7, p. 2080-2095, 2007.

NEGREIROS, J. R. S.; ÁLVARES, V. S.; BRUCKNER, C. H.; MORGADO, M. A. D.; CRUZ, C. D. Relação entre características físicas e o rendimento de polpa de maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 546-549, 2007.

OU, B; HAMPSCH-WOODILL, M; PRIOR, R.L. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.49, p.4619-4626, 2001.

PRAKASH, A. Antioxidant activity. **Medallion Laboratories Analytical Progress**. Minneapolis, v. 19, n. 2, p. 1-6, 2001.

PRIOR, R. L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in food and dietary supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. New Jersey, v. 53, p. 4290-4302, 2005.

REOLON, C. A.; BRAGA, G. C.; SALIBE, A. B.; VIAL, M. S. Composição físico-química e mineral da casca do maracujá em diferentes estádios de maturação. **XX Congresso Brasileiro de Fruticultura - 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**. Vitória, 2008.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. 99p

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Some considerations in generating carotenoid data for food composition tables. **Journal of Food Composition and Analysis**, Orlando, v. 13, p.641-647, 2000.

SÁ, A. P. C. S.; Potencial antioxidante e aspectos químicos e físicos das frações comestíveis (polpa e cascas) e sementes de Jamelão (*Syzygium cumini*, L. Skeels). Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008.

SEAGRI – Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. Cultura-Maracujá. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/Maracuja.htm>>. Acessado em: 13/ 11/ 2009.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações**. São Paulo: Varela, 1996. 517p.

SILVA, S. R.; MERCADANTE, A. Z. Composição de carotenóides de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* flavicarpa) in natura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 22, n. 3, p. 254-258, set.-dez, 2002.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16:144, 1965.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 71-81, jan.-Abr. 2002.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS – TACO. **Núcleo de estudos e pesquisas em alimentação**. 4 ed. Campinas: UNICAMP, 2011. 161p.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 3 ed. Washington: American Public Health Association (APHA), 1992. 1919p.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacity of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**. Quito, v. 111, p. 816-823, 2008.

VASCONCELOS, S. M. L.; GOULART, M. O. F.; MOURA, J. B. F.; BENFATO, V. M. M. S.; KUBOTA, L. T. Espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio, antioxidantes e marcadores de dano oxidativo em sangue humano: principais métodos analíticos para sua determinação. **Química Nova**. Campinas, v. 30, n. 5, p. 1323-1338, 2007.

VIANNA-SILVA, RESENDE, E. D.; VIANA, A. P.; PEREIRA, S. M. F.; CARLOS, L. A.; VITORAZI, L. Qualidade do suco de maracujá-amarelo em diferentes épocas de colheita. **Ciência e tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 28, n. 3, p. 545-550, jul-set, 2008.

CAPITULO 4. PATÊ DE RESÍDUO DA FILETAGEM DA PIRAMUTABA ADICIONADO DE POLPA DE MARACUJÁ AMARELO COMO AGENTE ANTIOXIDANTE: ESTUDO DA MELHOR FORMULAÇÃO

RESUMO

As características sensoriais dos alimentos estão intimamente relacionadas com sua aceitação, além de permitirem a otimização de seu processamento. O objetivo deste capítulo foi determinar a melhor formulação de patê de resíduo da filetagem da piramutaba, tanto do ponto de vista sensorial quanto tecnológico. Utilizou-se carne mecanicamente separada e polpa de maracujá amarelo. Testes preliminares foram realizados a fim de definir os percentuais dos ingredientes utilizados na elaboração das formulações. A escolha da formulação ocorreu por meio de planejamento experimental, análise sensorial e reológica. As análises microbiológicas foram: Salmonella, contagem de Staphylococcus coagulase positiva e coliformes à 45°C (Vanderzant e Splittstoesser, 1992). As análises físicas e físico-químicas realizadas nos produtos foram massa específica, pH (AOAC, 1997), cor instrumental, microscopia eletrônica de varredura e análise reológica. Em relação à análise microbiológica, observou-se que todas as formulações estavam de acordo com a legislação vigente. Apenas o efeito linear da adição de azeite foi significativo no processo de obtenção do patê onde a preferência dos provadores foi por formulações mais claras. As formulações 2, 8 e 11 obtiveram comportamento reológico mais próximo ao patê comercial, entre essas, a curva da formulação 11 foi a que melhor se sobrepôs à curva do patê comercial, tanto no gráfico da tensão em função da taxa, quanto no gráfico da viscosidade em função da taxa. Em relação à massa específica e pH, observou-se proximidade com os valores obtidos para o patê comercial. A microscopia eletrônica mostrou distribuição heterogênia dos componentes e formação de gotículas de gordura mais compactas nas formulações com maiores teores de azeite. De acordo com os resultados obtidos, concluiu-se que a formulação 11 é a mais interessante do ponto de vista sensorial e tecnológica.

Palavras-chave: Planejamento experimental, microscopia eletrônica, análise sensorial

ABSTRACT

The sensory characteristics of food are closely related to their acceptance, and allow the optimization of its processing. The purpose of this chapter was to determine the best formulation of pate piramutaba filleting waste, both in terms of sensory and technological. We used mechanically recovered meat and yellow passion fruit pulp. Preliminary tests were conducted to define the percentage of ingredients used in the preparation of formulations. The choice of formulation occurred through experimental design, sensory and rheological analysis. Microbiological analysis was: Salmonella, coagulase positive Staphylococcus count and coliforms at 45 ° C (Vanderzant and Splittstoesser, 1992). The physical analysis and physical-chemical products were carried out in specific gravity, pH (AOAC, 1997), instrumental color, scanning electron microscopy and rheological analysis. Regarding the microbiological analysis, it was observed that all formulations were in accordance with current legislation. Only the linear effect of the addition of oil was significant in the process of obtaining a pate where the tasters' preference was for lighter formulations. The formulations 2, 8 and 11 obtained rheological behavior closer to commercial pate, among these, the curve of the formulation that best 11foi overlapped the curve of the pate business, both in the graph of voltage as a function of the rate, the viscosity of the graph according to the rate. In relation to specific gravity and pH, was observed close to the values obtained for the commercial pate. Electron microscopy showed heterogeneous distribution of components and formation of fat droplets in the more compact formulations with higher concentrations of oil. According to the results obtained showed that the formulation 11 is the most interesting from the standpoint of sensory and technology.

Key-words: Experimental design, electron microscopy, sensory analysis

4.1 INTRODUÇÃO

A recuperação e a modificação dos resíduos gerados pelas indústrias alimentícias, sobretudo a indústria pesqueira, assumem grande importância, uma vez que permite diminuir o custo dos insumos principais. O setor deve, ainda, dispor de alternativas para o gerenciamento dos resíduos que venham a ser gerados, o que se torna fator diferencial para as empresas, garantindo a diversificação da linha de produtos, o crescimento sustentável e a responsabilidade sócio-ambiental. A transformação de um material em subproduto, no entanto, requer um longo processo baseado em tecnologias, conhecimentos, necessidades, fatores econômicos e legislação (DAMASCENO, 2007; FELTES et al, 2009).

Na elaboração de alimentos, vários parâmetros são importantes para garantir sua qualidade. As características sensoriais como sabor, textura, cor e aparência, são, certamente, observações intimamente relacionadas com a aceitação do produto e precisam, portanto, ser monitoradas desde o momento da percepção e escolha, por meio de estudos do consumidor até em outras situações no processamento, também por estudo da influência dos ingredientes e da tecnologia utilizada (LEWIS, 2000; DUTCOSKY, 2007).

Estudos do comportamento reológico, ou seja, da deformabilidade de um fluido também contribuem para a qualidade de alimentos, uma vez que fornecem estratégias de otimização do processo de fabricação, embalagens e armazenamento (DOGAN e KOKINI, 2007).

O estudo das características físicas e químicas dos alimentos bem como a sequência de operações desde a seleção da matéria prima até o processamento, preservação e distribuição são importantes nos países desenvolvidos ou em desenvolvimento porque reduzem as perdas e aumentam a disponibilidade desses alimentos, logo, ciência e tecnologia devem estar intimamente associadas, por um lado, aos métodos e progressos de produção e por outro aos princípios e práticas da nutrição sem, no entanto, deixar de considerar a correlação entre esses processos e o meio ambiente (GAVA, 1984).

O objetivo deste capítulo foi determinar a melhor formulação de patê de resíduo da filetagem da piramutaba, através de metodologia de superfície de resposta, análise sensorial e reológica, visando elaborar um produto de qualidade tanto do ponto de vista sensorial como tecnológico.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Material

4.2.1.1 Matéria prima

Utilizou-se carne mecanicamente separada de resíduo da filetagem de piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) e polpa de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) como agente antioxidante.

4.2.2 Métodos

4.2.2.1 Testes preliminares

Inicialmente, foram realizados testes preliminares a fim de determinar-se a melhor combinação de ingredientes na elaboração do patê. Diversos percentuais de polpa de maracujá foram testados no sentido de estabelecer limites aceitáveis tanto do ponto de vista sensorial quanto do ponto de vista tecnológico. Os demais ingredientes e coadjuvantes também foram testados tomando-se como referência as quantidades utilizadas por Minozzo e Waszczyński (2010) e Aquerreta et al (2002), que elaboraram patê cremoso de filés de tilápia e patê de carne de cavala e fígado de atum, respectivamente .

4.2.2.2 Planejamento experimental

Utilizou-se delineamento composto central rotacional (DCCR) em dois níveis, constituído de quatro ensaios lineares, três repetições no ponto central e quatro ensaios axiais, tendo como variáveis independentes, a concentração de polpa de maracujá (%) e a concentração de azeite de oliva (%), utilizado para formar a emulsão. A variável dependente foi a luminosidade (L^*). Os níveis das variáveis codificadas e reais são mostrados na Tabela 4-1. Os resultados foram analisados com o auxílio do software STATISTICA[®], versão 6.0.

Tabela 4-1: Níveis codificados e reais utilizados no planejamento fatorial.

Variáveis	Níveis estudados				
	$-\alpha$	-1	0	+1	$+\alpha$
% Polpa	0,6	1	2	3	3,4
% Azeite	8	10	15	20	22,1

-1 e +1: Menor e maior nível respectivamente; **$-\alpha$ e $+\alpha$:** Pontos axiais, definidos através da equação $\alpha = (2^n)^{1/2}$, sendo n o número de variáveis independentes e igual a 2; **0:** Ponto central correspondente à média aritmética do maior e do menor nível.

A Tabela 4-2 apresenta os ingredientes utilizados na elaboração das formulações, variando-se os percentuais de azeite de oliva e polpa de maracujá de acordo com o planejamento experimental.

Tabela 4-2: Ingredientes utilizados na elaboração dos patês

Ingredientes	% utilizado
Azeite de oliva	8 - 22,1
Polpa de maracujá	0,6 - 3,4
Gelo	30
PIS	2
Sal	2
Fécula de mandioca	1,5
Leite em pó	0,5
Páprica picante	0,5
Condimento para peixe	2
Sais de cura	0,15
Tripolifosfato de sódio	0,2

PIS: Proteína isolada de soja

A carne mecanicamente separada foi cozida em forno micro-ondas em potência média por 3 minutos e processada em cutter da marca SIRE, modelo FILIZZOLA com capacidade de 3L até a formação da emulsão (Figuras 4-1 e 4-2).

Todas as formulações foram acondicionadas em potes de vidro com tampa rosqueada com capacidade de 25g (Figura 4-3) e pasteurizadas a 90°C por 20 minutos, com monitoramento da temperatura pelo ponto frio. A temperatura e o tempo de pasteurização utilizado foram definidos com base no estudo de Minozzo e Waszczyński (2010), bem como mediante testes preliminares da estabilidade da emulsão. Os patês foram resfriados imediatamente e armazenados sob refrigeração.

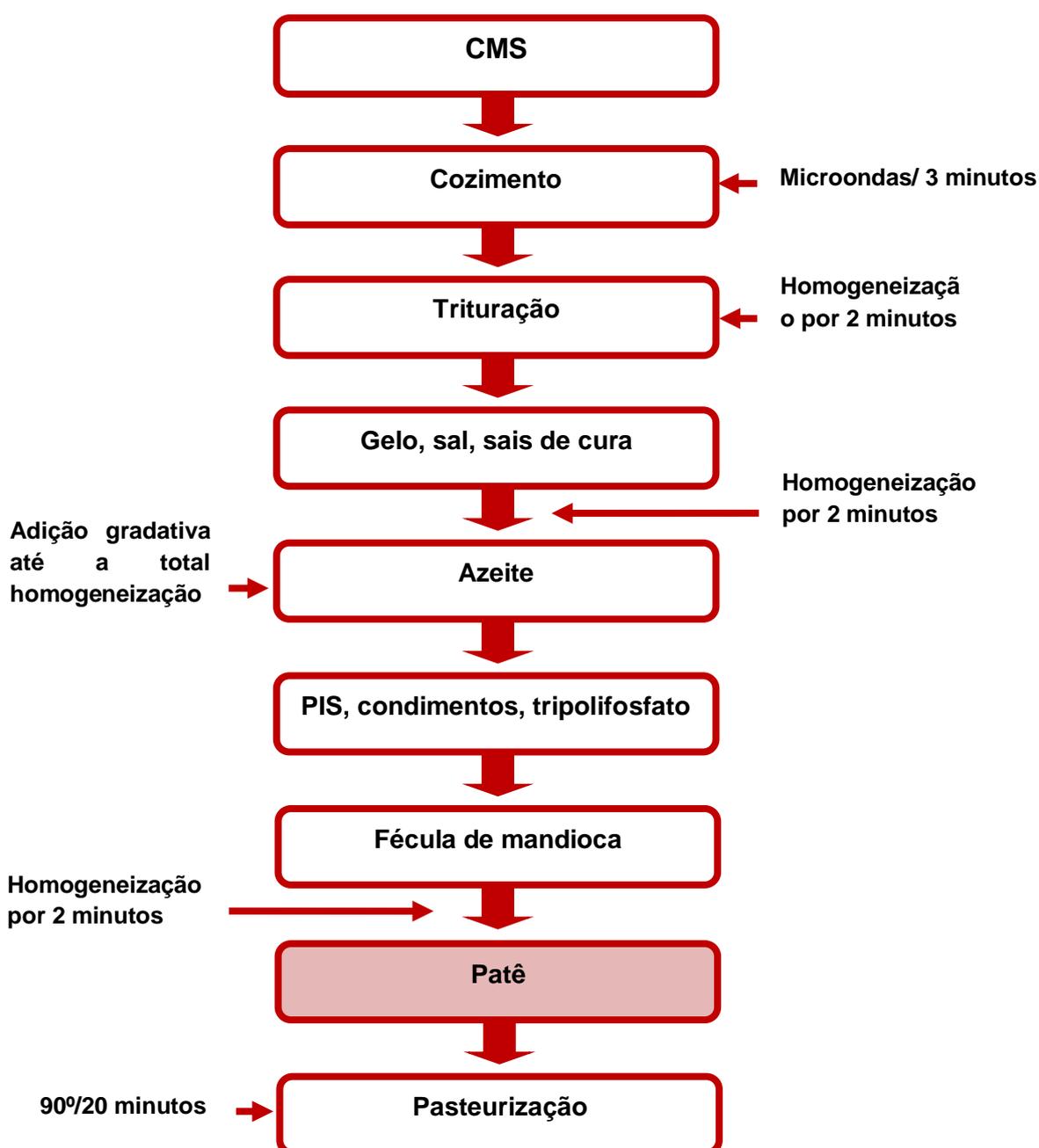


Figura 4-1: Fluxograma de obtenção do patê



Figura 4-2: Emulsão de carne mecanicamente separada de pirarutaba.



Figura 4-3: Patê de carne mecanicamente separada de pirarutaba.

4.2.2.3 Análise microbiológica

Foram realizadas análises de pesquisa de *Salmonella*, contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e coliformes à 45°C de acordo com as metodologias descritas por Vanderzant e Splittstoesser (1992) em conformidade com a RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do Laboratório de Engenharia Química da Universidade Federal do Pará.

4.2.2.4 Análises físicas e físico-químicas

Em virtude da necessidade de estabelecer um comparativo entre os ensaios realizados e facilitar, conseqüentemente a escolha da formulação adequada, foi utilizado patê comercial de presunto como referência para as análises de massa específica, pH e reológica a fim de aproximar as características encontradas para o produto elaborado nesta pesquisa às características de um patê já conhecido comercialmente, tendo em vista a inexistência de patê de piramutaba no mercado consumidor. Não foi possível a utilização de patê de atum para este comparativo, sendo este patê de peixe, devido à existência de fragmentos de ingredientes em seu conteúdo, o que modifica suas características físicas.

Massa específica: Realizada em triplicata, onde aferiu-se o volume em balões volumétricos de 25mL previamente tarados e pesou-se em seguida. O cálculo foi efetuado através da relação massa/volume pela equação 4-1. A temperatura da análise foi de 25°C.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad \text{Equação 4 1}$$

Onde:

ρ = Massa específica (g/mL)

m= Massa (g)

v= Volume (mL)

pH: Determinado em potenciômetro da marca HANNA, modelo pH21 basic pHmets previamente calibrado com soluções tampões de pH 4 e 7 segundo AOAC (1997).

Cor instrumental: Para a determinação dos parâmetros de cor foi utilizando um colorímetro da marca KONICA MINOLTA modelo CR400. Foram determinados os valores de L* (luminosidade), a* e b* (coordenadas de cromaticidade).

MEV (Microscopia Eletrônica de Vareadura): Todas as formulações decorrentes do planejamento experimental foram congeladas a -22°C e posteriormente ao processo de liofilizadas em liofilizador CHRIST, modelo ALPHA, 1-4 por cinco dias, onde as condições de operação foram: pressão de 200mTor e temperatura -50°C . Após a retirada da água as formulações foram pulverizadas em gral de porcelana e acondicionadas em embalagens à vácuo. A análise de MEV foi realizada no Laboratório de Microscopia Eletrônica de Vareadura - LABMEV do Instituto de Geociências da UFPA em equipamento MEV modelo LEO-1430. As amostras foram distribuídas em “stubs” e metalizadas com platina cujo tempo de recobrimento foi de 2 minutos. As condições de análise para as imagens de elétrons secundários foram: corrente do feixe de elétrons de $90\mu\text{A}$, voltagem de aceleração constante igual a 10Kve distância de trabalho de 15mm.

4.2.2.5 Análise sensorial

Foi realizado teste de ordenação preferência em relação a cor do produto (anexo D), com sessenta provadores não treinados, de acordo com Dutcosky (2007), entre homens e mulheres dentro da faixa etária de 20 e 50 anos. As 11 formulações foram expostas aos provadores e os mesmos foram orientados a observá-las e ordená-las de acordo com sua preferência em relação à cor do produto. O teste foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal do Pará.

4.2.2.6 Análise reológica

Foi realizada no Laboratório de Reologia da Universidade Federal do Pará em viscosímetro HAAKE VISCOTESTER, modelo VT 550 utilizando-se “spindle” SV1 para fluidos de alta viscosidade. A taxa de operação variou de 0 a 100s^{-1} , o tempo de cisalhamento foi de 60s e a temperatura da análise foi de $32\pm 1^{\circ}\text{C}$. Para efeito de comparação, foi utilizado patê comercial de presunto, utilizado como referência.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.3.1 Planejamento experimental

De acordo com a resposta do planejamento experimental, pode-se observar que a luminosidade variou de 75,46 a 87,53 (Tabela 4-3), cujo maior valor foi percebido no ensaio 11 que foi conduzido no ponto central para o percentual de polpa e no ponto axial para percentual de azeite.

Tabela 4-3: Matriz experimental e resultado do planejamento estatístico.

	% Polpa		% Azeite		Luminosidade (L*)
	Codificada	Real	Codificada	Real	
Ensaio 1	-1	1	-1	10	79,12±0,93
Ensaio 2	+1	3	-1	10	78,97±0,44
Ensaio 3	-1	1	+1	20	85,13±0,44
Ensaio 4	+1	3	+1	20	84,88±0,66
Ensaio 5	0	2	0	15	80,91±1,39
Ensaio 6	0	2	0	15	80,23±0,66
Ensaio 7	0	2	0	15	79,90±0,57
Ensaio 8	- α (-1,41)	0,6	0	15	81,11±0,63
Ensaio 9	+ α (1,41)	3,4	0	15	79,84±0,60
Ensaio 10	0	2	- α (-1,41)	8	75,46±0,92
Ensaio 11	0	2	+ α (1,41)	22,1	87,53±0,08

A Tabela 4-4 mostra os efeitos lineares e quadráticos do percentual de azeite de oliva e do percentual de polpa de maracujá bem como o efeito da interação, sobre a resposta, considerando-se o erro puro a 95% de confiança.

Observou-se que o efeito linear do percentual de azeite foi significativo para a resposta L* ($p < 0,05$), nota-se ainda que este efeito foi positivo, ou seja, o aumento na quantidade de azeite adicionada à emulsão promove aumento dos valores de luminosidade. Em contrapartida, o efeito quadrático do percentual de azeite, assim

como o efeito linear e quadrático do percentual de polpa de maracujá e o efeito da interação não influenciaram no processo (Figura 4-4).

Tabela 4-4: Efeitos considerando-se o erro puro

	Efeito	Erro puro	t	p
Efeito linear (L)				
% polpa (L)	-0,54931	0,36471	-1,5062	0,2710
% Azeite (L)	7,26626	0,36071	19,8961	0,0025
Efeito quadrático (Q)				
% polpa (Q)	0,65441	0,43519	1,5037	0,2716
% Azeite (Q)	1,68051	0,43519	3,8615	0,0610
Efeito da interação				
% Polpa e % Azeite	-0,5000	0,51501	-0,0971	0,9315

t: Coeficiente de student; p: Significância estatística.

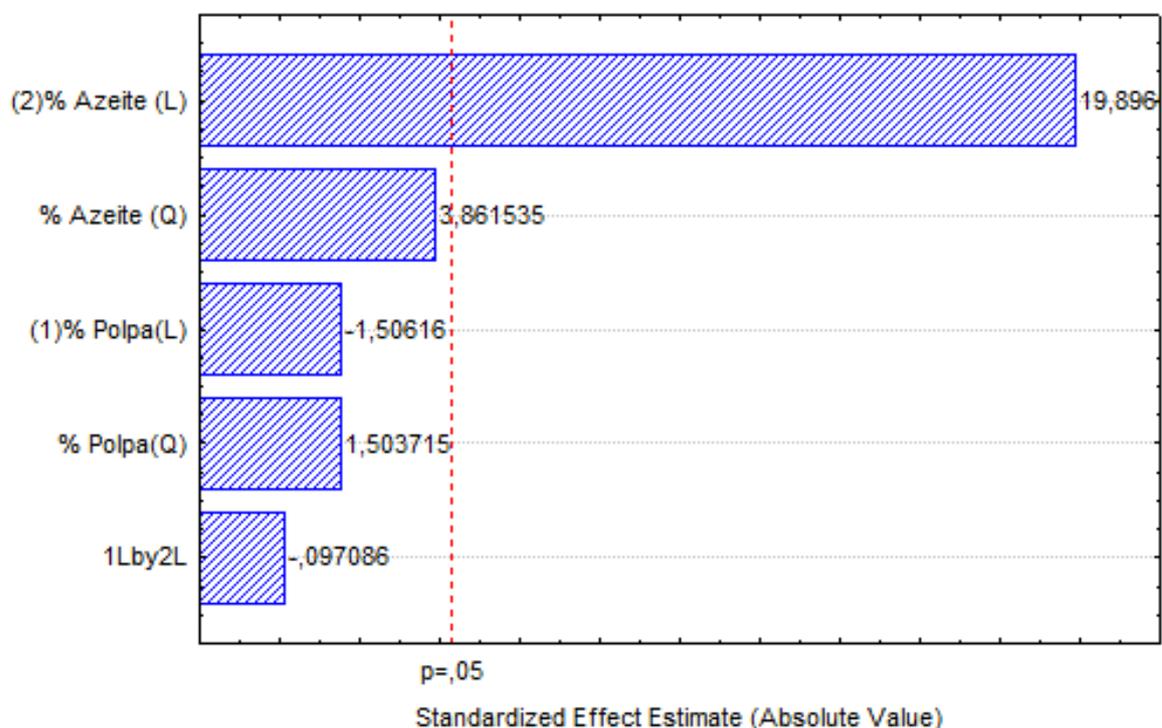


Figura 4-4: Gráfico de Pareto do efeito significativo para o valor de L*

Após eliminados os efeitos não significativos verificou-se através da análise de variância (Tabela 4-5) que a regressão apresentou $F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabelado}}$. Quando o F calculado é maior que o F tabelado para o nível de confiança adotado, há evidência estatística suficiente para supor a existência de uma relação entre as variáveis, além disso, se o $F_{\text{calculado}}$ for de 4 a 5 vezes maior que o F_{tabelado} , este assegura que a regressão é significativa estatisticamente e o modelo útil para fins preditivos (BARROS NETO et al, 2010). A falta de ajuste, no entanto, não foi significativa $F_{\text{calculado}} < F_{\text{tabelado}}$ e, portanto os dados experimentais se ajustam ao modelo obtido.

O coeficiente de determinação para o modelo ($R^2=0,95$), explicou 95% da variação dos dados experimentais. Segundo Barros Neto et al (2010), o coeficiente de determinação mede a proporção da variação total da resposta que é explicada pelo modelo. Desse modo, quanto maior o R^2 , isto é, quanto mais próximo de 1 menor será o erro e melhor o modelo. Segundo estes autores, modelos com $R^2 < 0,60$ devem ser usados somente como indicadores de tendência, nunca para fins preditivos.

Tabela 4-5: Análise de variância (ANOVA) para a luminosidade (L^*)

Fator	SQ	GL	MQ	$F_{\text{calculado}}$ (95%)	F_{tabelado} (95%)	R^2
Regressão	104,9934	1	104,9934	395,8530	5,12	0,95
Resíduos	10,8811	9	1,2090			
Falta de ajuste	10,3506	7	1,4787	5,5749	19,35	
Erro puro	0,5305	2	0,2652			
Total	115,8745	10				

SQ: soma quadrática; **GL:** graus de liberdade; **MQ:** média quadrática;

Com base no modelo matemático obtido para a luminosidade (Equação 4-2) construiu-se o gráfico de superfície de resposta e curvas de contornos para a resposta analisada (Figuras 4-5 e 4-6), respectivamente.

$$L^* = 80,343 + 3,628G$$

Equação 4-2

Onde:

L^* = Luminosidade

G=% de Azeite de oliva

Com base nas Figuras 4-5 e 4-6 é possível afirmar que quando o percentual de azeite passa do menor para o maior nível, ocorre aumento significativo do valor de L^* , no entanto, o maior valor de luminosidade é atingido quando esse percentual encontra-se no ponto axial (+ α) independentemente do nível do percentual de polpa. Observa-se ainda que não ocorre variação no valor de L^* quando o percentual de polpa é passado do menor para o maior nível, mantendo-se constante o percentual de azeite.

Segundo Fellows (2006), a trituração e homogeneização tem efeito na cor de alguns produtos, como por exemplo, as emulsões, uma vez que, durante esses processos ocorre o aumento do número de partículas causando, conseqüentemente, maior reflectância e dispersão da luz. Neste sentido, a variação no valor de L^* em função dos parâmetros estudados pode estar relacionada com esta afirmação.

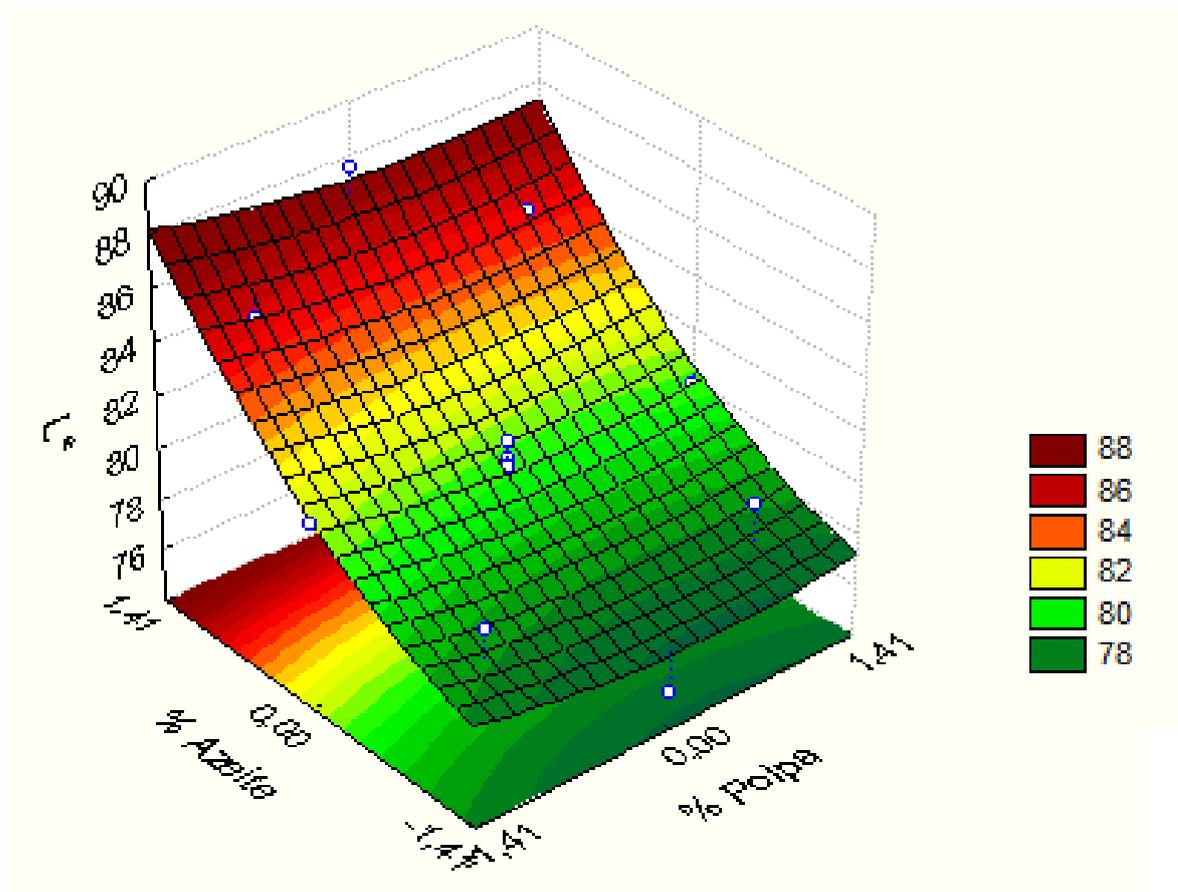


Figura 4-5: Superfície de resposta para o efeito do % de azeite de oliva sobre o valor de L^*

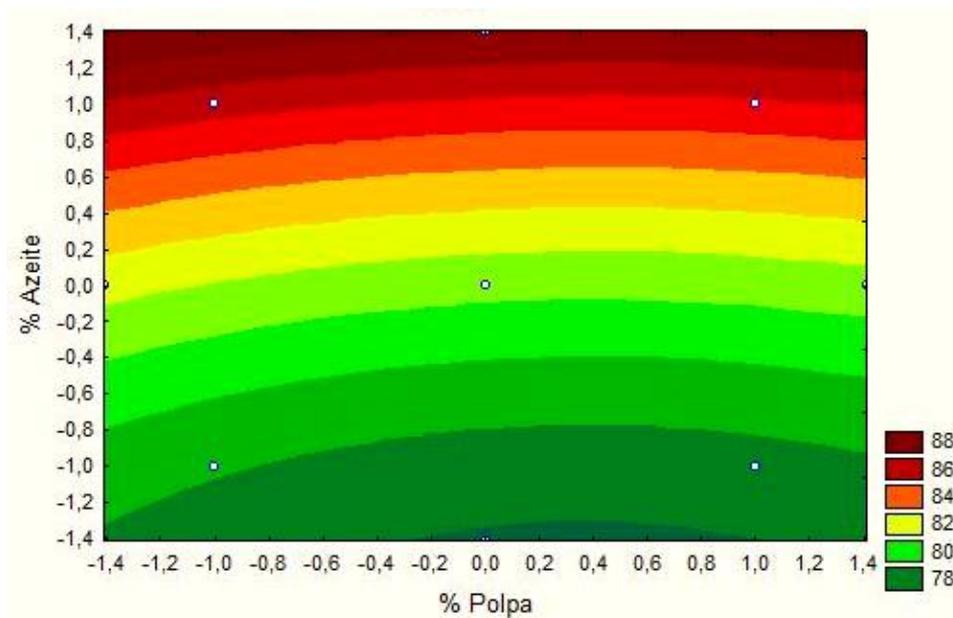


Figura 4-6: Curva de contornos do efeito do % de azeite de oliva sobre o valor de L*

4.3.2 Análise microbiológica

Todas as formulações encontraram-se em conformidade com a legislação vigente (Tabela 4-6).

Tabela 4-6: Resultados microbiológicos para as 11 formulações de patê.

	Coliformes à 45°C (NMP ¹ /g)*	Salmonella (25g)	Staphylococcus coagulase positiva (UFC ² /g)
Ensaio 1	<3	Ausente	<10 ¹
Ensaio2	<3	Ausente	<10 ¹
Ensaio3	<3	Ausente	<10 ¹
Ensaio4	<3	Ausente	<10 ¹
Ensaio5	<3	Ausente	<10 ¹
Ensaio6	<3	Ausente	<10 ¹
Ensaio7	<3	Ausente	<10 ¹
Ensaio8	<3	Ausente	<10 ¹
Ensaio9	<3	Ausente	<10 ¹
Ensaio 10	<3	Ausente	<10 ¹
Ensaio 11	<3	Ausente	<10 ¹
Legislação	< 10 ² *	Ausente*	<10 ³

¹Número mais provável; ²Unidade formadora de colônia

*Pescado seco, salgado ou defumado.

4.3.3 Análises físicas e físico-químicas

4.3.3.1 Massa específica e pH

De acordo com a Tabela 4-7, os resultados sugerem que a adição de maiores teores de azeite produzem formulações com menores valores de massa específica, entre estas, apenas as formulações 3 e 11, que apresentam 20 e 22,1% de azeite, respectivamente, se diferenciam estatisticamente das demais, inclusive do patê de referência. Os valores de massa específica parecem ser influenciados também pela quantidade de polpa adicionada.

Tabela 4-7: Valores de massa específica e pH dos 11 ensaios e do patê de carne utilizado como padrão.

Ensaio	Massa específica (g/mL) a 25°C	pH
1(1% polpa/ 10% azeite)	1,05±0,15 ^a	6,66±0,17 ^{ac}
2(3% polpa/ 10% azeite)	1,03±0,07 ^{ab}	6,76±0,19 ^{bde}
3(1% polpa/ 20% azeite)	0,95±0,21 ^c	6,65±0,17 ^c
4(3% polpa/ 20% azeite)	0,99±0,29 ^{bcd}	6,77±0,25 ^{de}
5(2% polpa/ 15% azeite)	1,04±0,01 ^{ad}	6,74±0,13 ^{de}
6(2% polpa/ 15% azeite)	1,02±0,01 ^{ade}	6,73±0,15 ^{def}
7(2% polpa/ 15% azeite)	1,03±0,13 ^{ad}	6,71±0,23 ^{abeg}
8(0,6% polpa/ 15% azeite)	1,02±0,09 ^{ad}	6,57±0,20 ^h
9(3,4% polpa/ 15% azeite)	1,02±0,01 ^{ad}	6,90±0,13 ⁱ
10(2% polpa/ 8% azeite)	1,05±0,05 ^{ae}	6,69±0,20 ^{ace}
11(2% polpa/ 22,1% azeite)	0,94±0,03 ^c	6,68±0,19 ^{acfg}
Patê de presunto	1,04±0,11 ^{ad}	6,69±0,15 ^{ace}

Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste tukey a 5% de significância ($\alpha=0,05$).

Ribeiro e Seravalli (2007) citam que a massa específica é uma propriedade física importante que fornece uma estimativa da razão sólido-líquido de uma substância. Neste sentido, Lewis (1993) comenta que a água pura apresenta massa

específica igual a 1g/mL e que qualquer adição de sólidos, exceto gorduras, que apresentam massa específica inferior à da água, provocará aumento no valor da mesma.

Em contrapartida, os resultados de pH sugeriram que maiores percentuais de polpa de maracujá resultam em maiores valores de pH. O referido resultado já era esperado, tendo em vista a elevada acidez da fruta. Ao contrário do ocorrido para massa específica, o valor de pH não sofreu influencia do percentual de azeite adicionado.

4.3.3.2 Cor instrumental

A Tabela 4-8 mostra os resultados obtidos para as coordenadas de cromaticidade a* e b* para as formulações após a pasteurização.

Tabela 4-8: Análise de cor das corridas experimentais

Ensaio	a*	b*
1(1% polpa/ 10% azeite)	10,64±0,78 ^a	20,80±0,80 ^a
2(3% polpa/ 10% azeite)	10,94±0,63 ^b	21,26±0,07 ^b
3(1% polpa/ 20% azeite)	7,02±0,32 ^c	15,87±0,23 ^c
4(3% polpa/ 20% azeite)	8,26±0,03 ^d	16,05±0,57 ^d
5(2% polpa/ 15% azeite)	8,79±0,56 ^e	18,14±0,82 ^e
6(2% polpa/ 15% azeite)	9,12±0,82 ^f	17,99±0,31 ^f
7(2% polpa/ 15% azeite)	10,51±0,55 ^g	19,01±0,54 ^g
8(0,6% polpa/ 15% azeite)	8,70±0,52 ^h	16,07±0,80 ^h
9(3,4% polpa/ 15% azeite)	11,02±0,28 ⁱ	19,87±0,17 ⁱ
10(2% polpa/ 8% azeite)	12,19±0,06 ^j	21,78±0,26 ^j
11(2% polpa/ 22,1% azeite)	6,74±0,16 ^l	14,46±0,68 ^l

Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste tukey a 5% de significância ($\alpha=0,05$).

O aumento no valor de a^* após o processo de pasteurização pode estar relacionados ao fenômeno de oxidação da mioglobina (Fe^{2+}) à metamioglobina (Fe^{3+}) descrito por Ogawa (1999). Segundo o autor, antes do aquecimento a água é ligada na 6ª posição do hemoferro da mioglobina, com a cocção ocorre desnaturação de parte da globina, fazendo com que a água seja substituída pela base nicotinamida. Dois pigmentos podem ser formados nesse processo, o ferrihemocromo e o metamiocromógeno, ambos de coloração marrom.

De acordo com os resultados obtidos para o parâmetro b^* (tendência ao amarelo), tem-se que o maior valor foi encontrado para o ensaio 10 (2% de polpa e 8% de azeite) e o menor valor para o ensaio 11 (2% de polpa e 22,1% de azeite), em contrapartida, formulações com percentuais maiores de polpa apresentaram valores de b^* intermediários. Em virtude de o maracujá apresentar compostos de cor amarela, os carotenoides (Rodriguez-Amaya, 2008), era esperado que maiores percentuais de polpa resultassem em maiores valores de b^* , no entanto, os resultados sugerem que a combinação entre as quantidades de polpa e de azeite adicionadas às formulações seja fundamental para a definição da cor, no que se refere a este parâmetro.

4.3.4 Microscopia eletrônica de varredura

As imagens referentes às 11 formulações de patê são mostradas nas Figuras 4-7 a 4-17. Em todas as formulações é possível observar uma distribuição heterogênea dos constituintes adicionados, onde destacam-se estruturas semelhantes à cristais de sal. Observa-se ainda que ocorrem a presença de protuberâncias que se assemelham a gotículas de gordura.

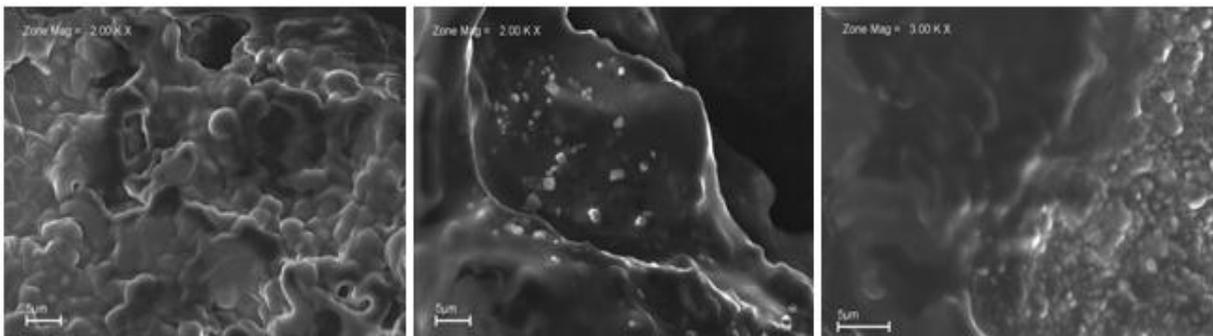


Figura 4-7: Micrografia do ensaio 1 (1% polpa/ 10% azeite)

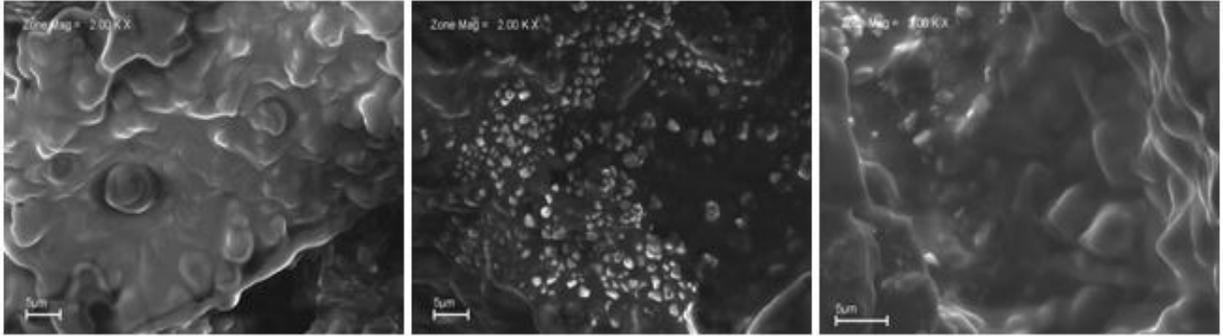


Figura 4-8: Micrografia do ensaio 2 (3% polpa/ 10% azeite)

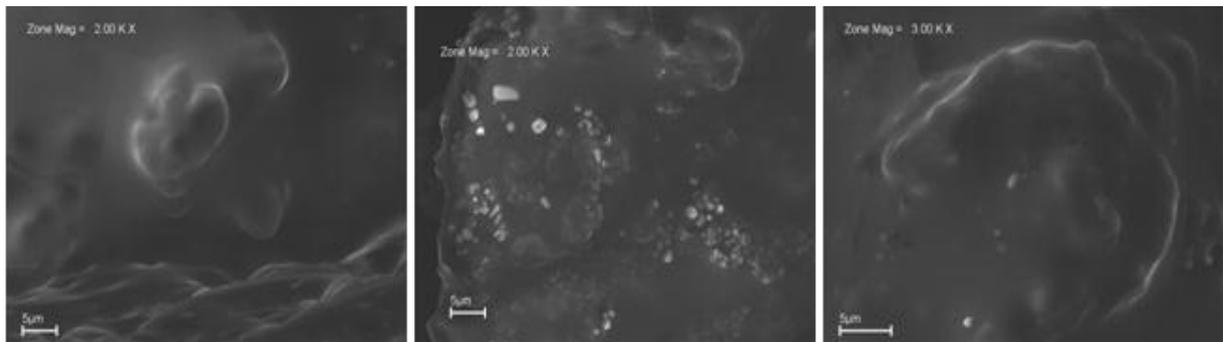


Figura 4-9: Micrografia do ensaio 3 (1% polpa/ 20% azeite)

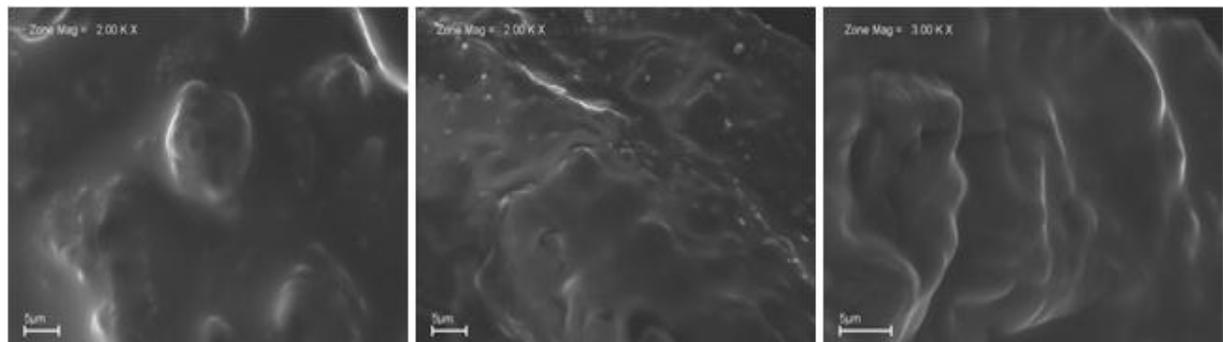


Figura 4-10: Micrografia do ensaio 4 (3% polpa/ 20% azeite)

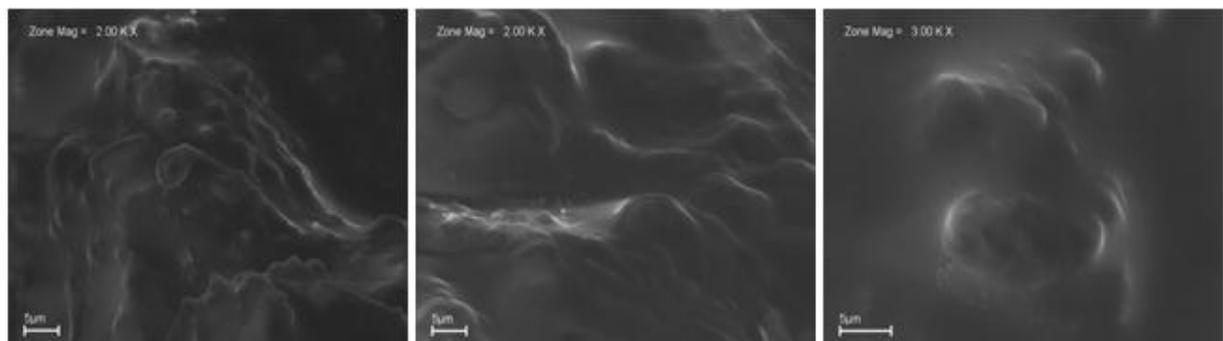


Figura 4-11: Micrografia do ensaio 5 (2% polpa/ 15 % azeite)

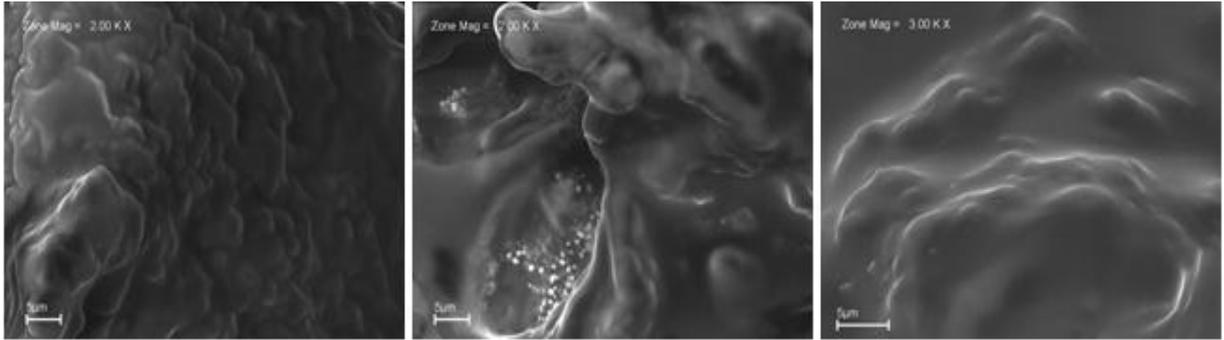


Figura 4-12: Micrografia do ensaio 6 (2% polpa/ 15% azeite)

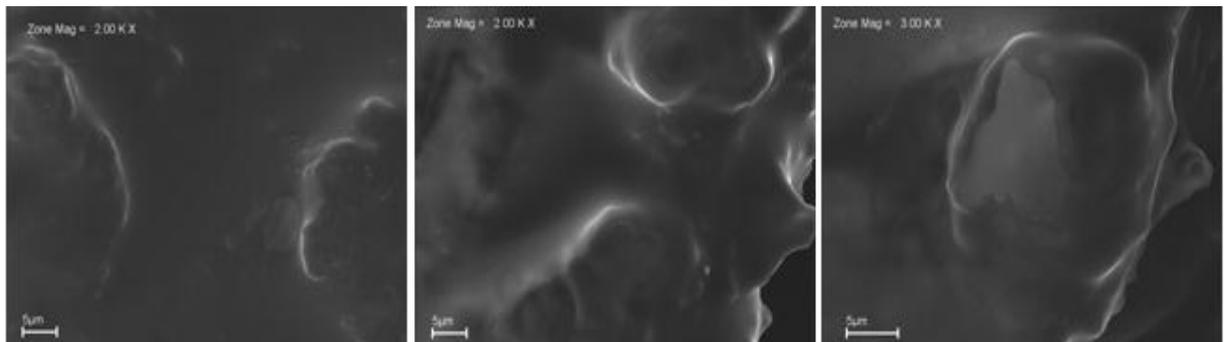


Figura 4-13: Micrografia do ensaio 7 (2% polpa/ 15% azeite)

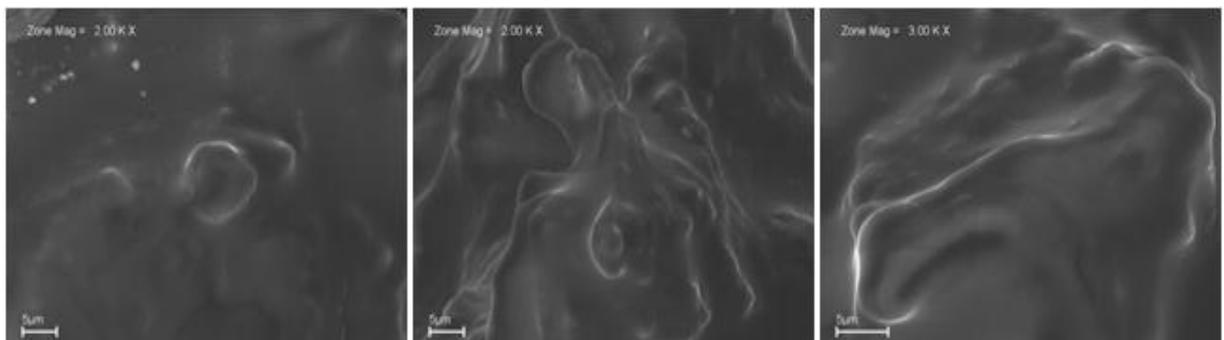


Figura 4-14: Micrografia do ensaio 8 (0,6% polpa/ 15% azeite)

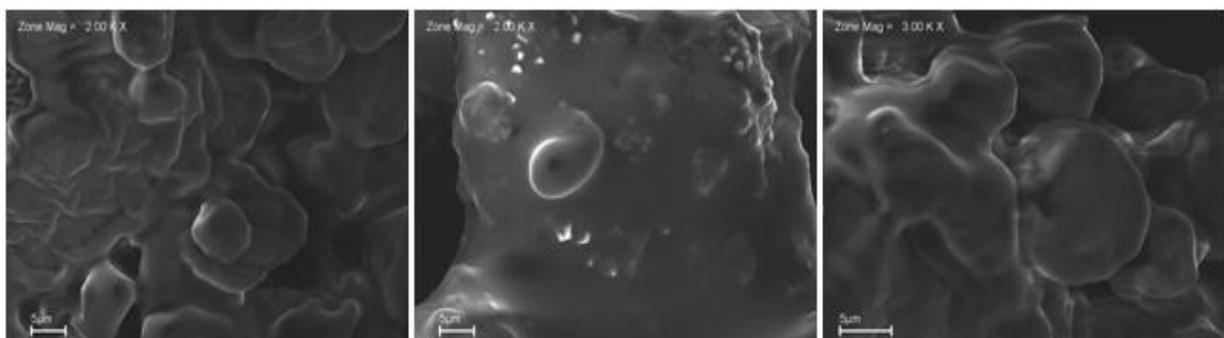


Figura 4-15: Micrografia do ensaio 9 (3,4% polpa/ 15% azeite)

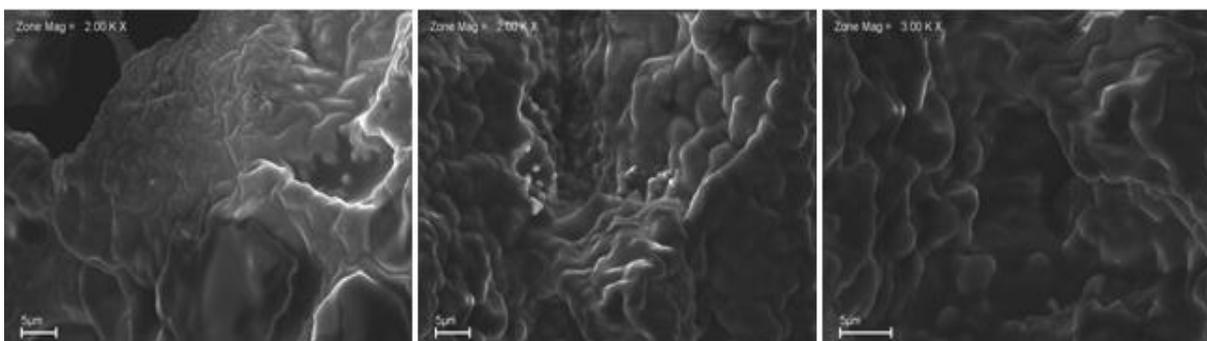


Figura 4-16: Micrografia do ensaio 10 (2% polpa/ 8% azeite)

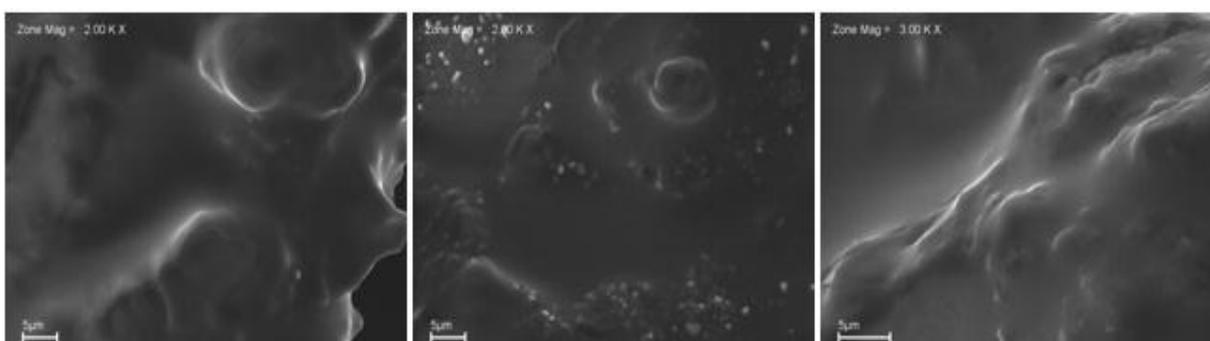


Figura 4-17: Micrografia do ensaio 11 (2% polpa/ 22,1% azeite)

Analisando-se as micrografias é possível notar que as supostas gotículas de gordura podem ser melhor visualizadas nas formulações contendo menores teores de azeite, onde ocorre a formação de conglomerados bem definidos. No entanto, a visualização desses conglomerados é dificultada à medida que o teor de azeite aumenta, onde observa-se uma formação mais compacta dessas gotículas.

4.3.5 Análise sensorial

Os resultados do teste de ordenação preferência em relação a cor das formulações estudadas no delineamento experimental mostraram uma maior preferência dos provadores pelas formulações mais claras (maiores valores de L^*), ou seja, que continham maiores teores de azeite (Figura 4-18), onde é importante ressaltar que as formulações 6, 7 e 8 não foram apontadas como preferidas por nenhum provador. Os provadores que preferiram as amostras mais claras justificaram sua escolha afirmando que estas aparentam ser mais homogêneas e ter melhor textura, enquanto que as mais escura parecem estar mais oxidadas.

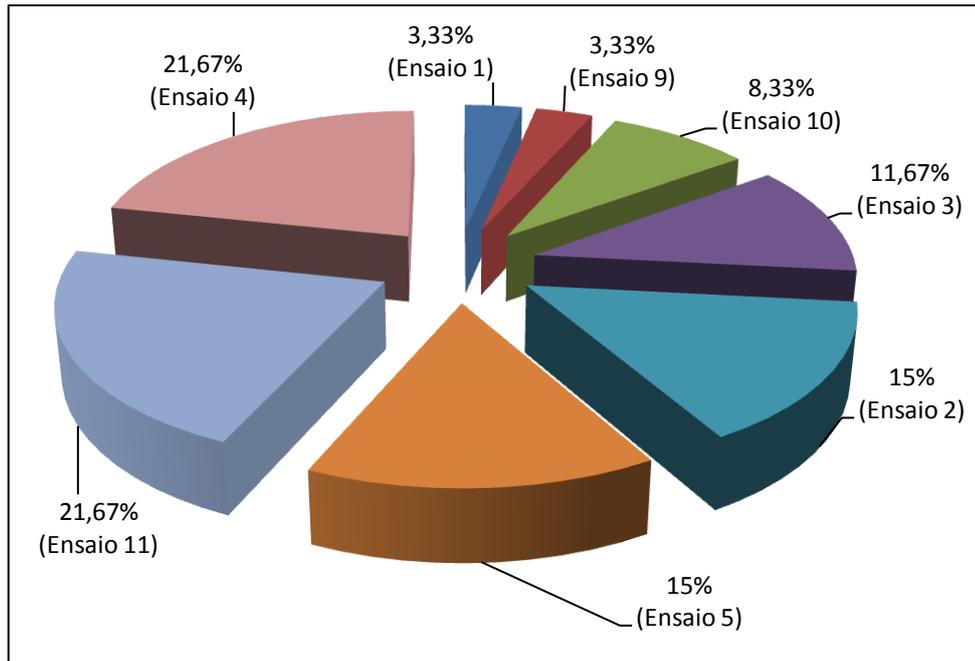


Figura 4-18: Representação gráfica da preferência dos provadores em relação à cor

4.3.6 Análise reológica

De acordo com a análise reológica realizada nas onze formulações do delineamento experimental e na amostra padrão, pôde-se observar, através da Figura 4-19 e 4-22, que os ensaios 2 (3% polpa/ 10% azeite), 8 (0,6% polpa/ 15% azeite) e 11 (2% polpa/ 22,1% azeite) foram os que tiveram comportamento mais semelhante do patê comercial. É possível observar ainda que, entre as três formulações destacadas, Figura 4-19 e 4-21, a curva da formulação 11, na qual foi adicionado o maior percentual de azeite, foi a que melhor se sobrepôs à curva do patê comercial, tanto no gráfico da viscosidade em função da taxa de cisalhamento quanto no gráfico da tensão de cisalhamento em função da taxa de cisalhamento. Na legenda dos gráficos a letra “E” representa ensaios.

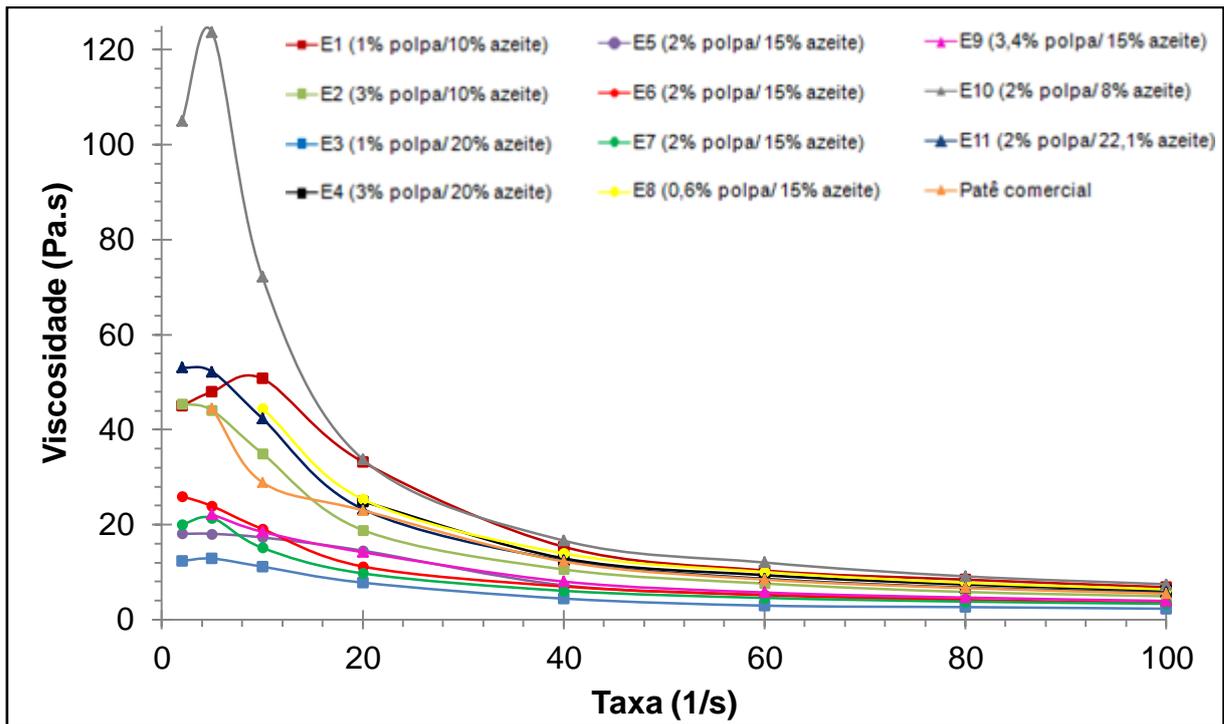


Figura 4-19: Gráfico da viscosidade em função da taxa de deformação por cisalhamento.

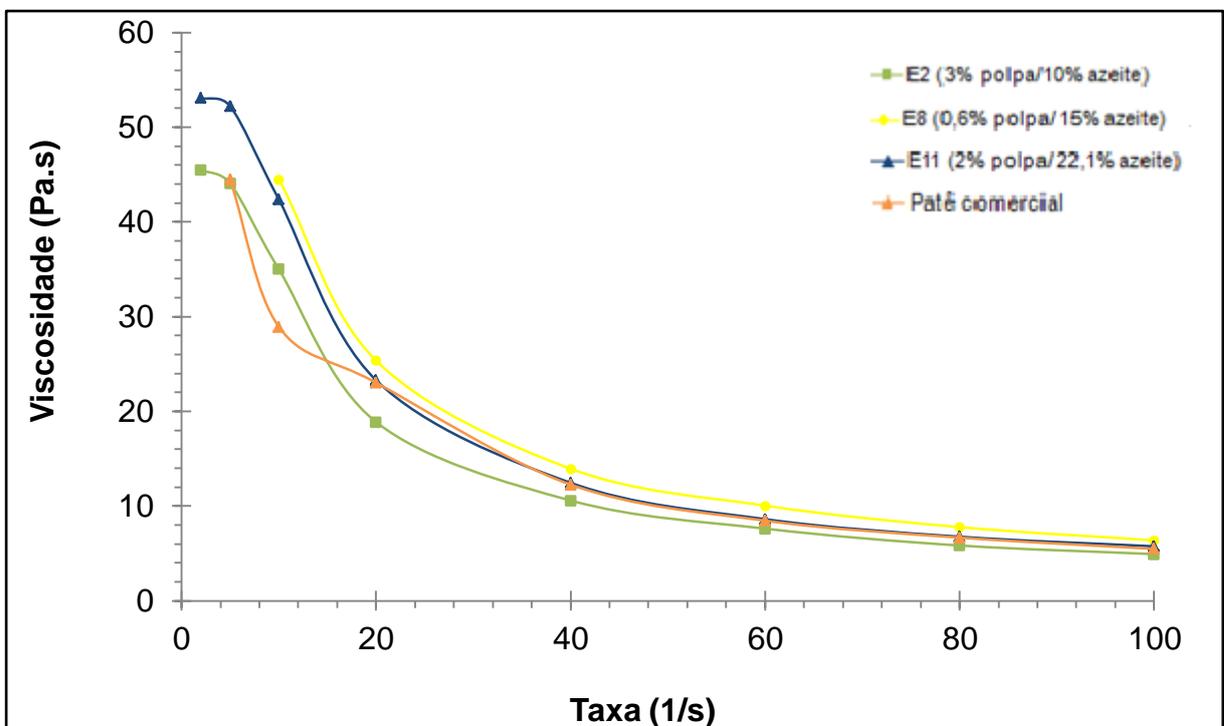


Figura 4-20: Destaque das formulações 2, 11, 8 e patê de referência.

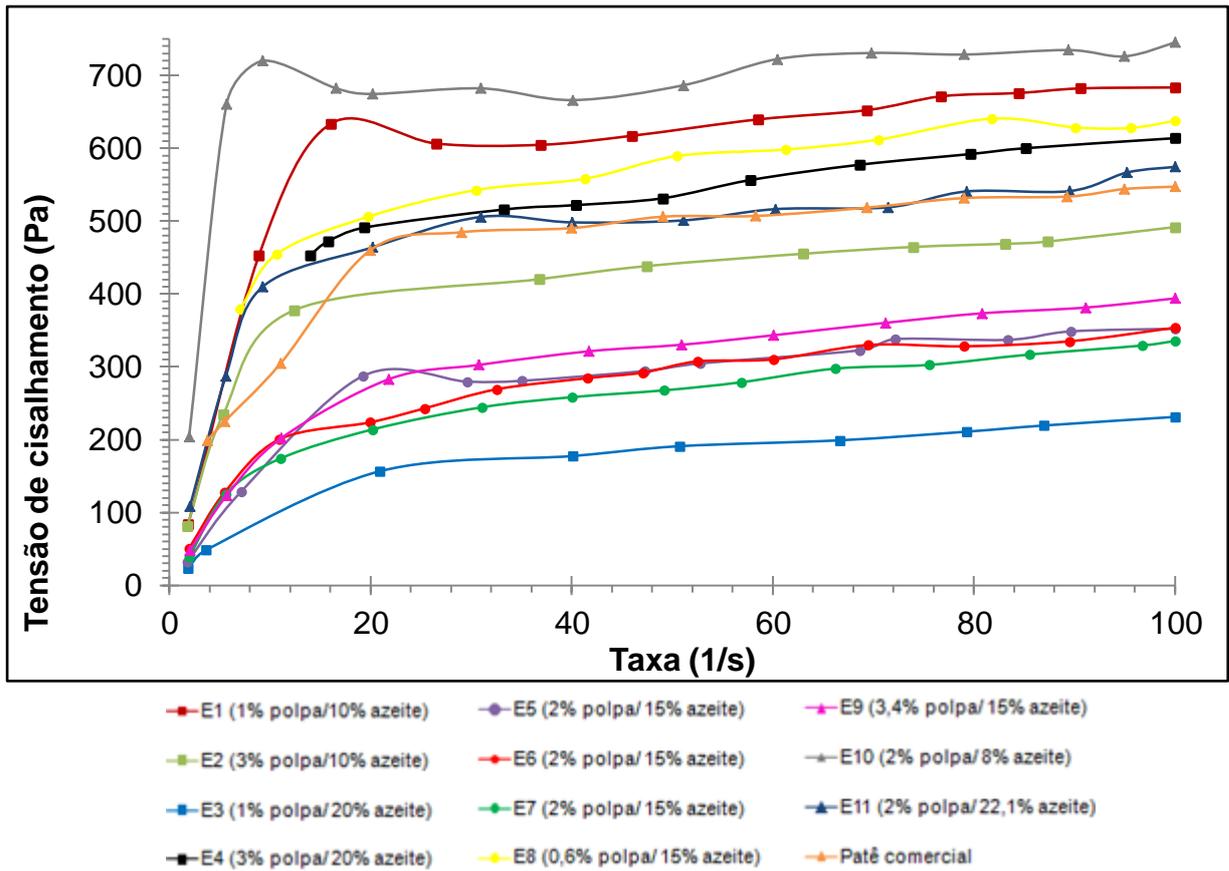


Figura 4-21: Gráfico da tensão em função da taxa de deformação por cisalhamento

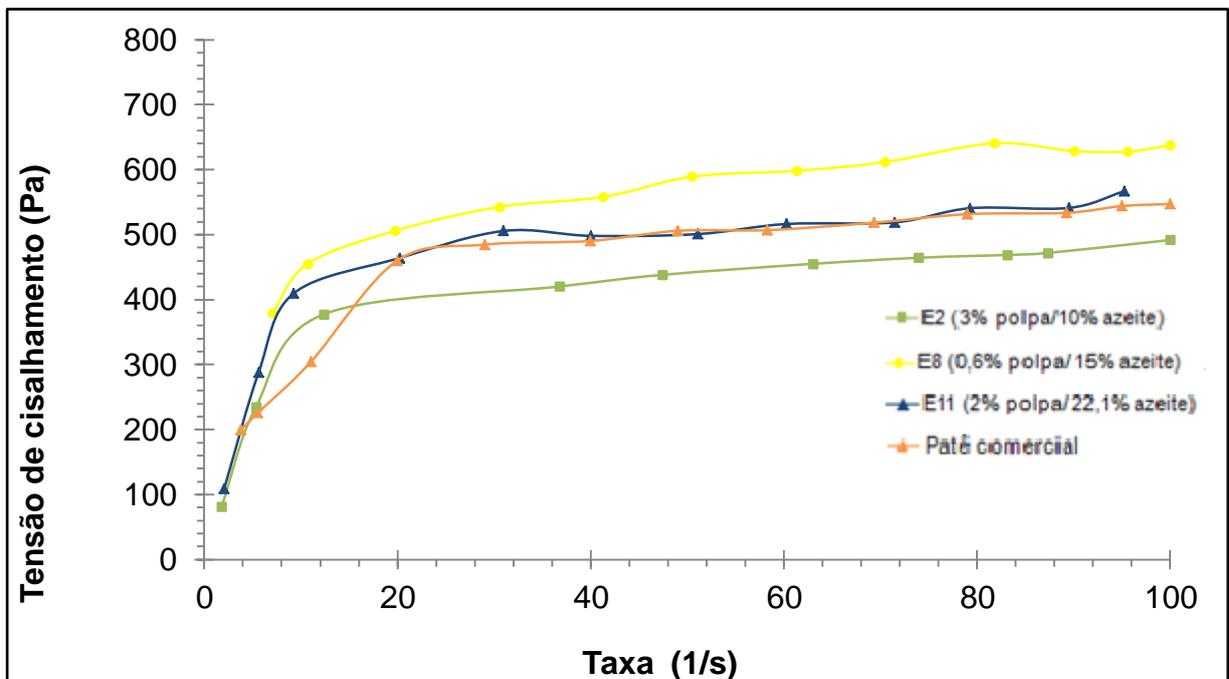


Figura 4-22: Destaque das formulações 2, 11, 8 e patê de referência.

No gráfico da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação por cisalhamento, é possível perceber uma tendência à diminuição da consistência com o aumento do % de azeite. No entanto, a adição de polpa de maracujá provocou variações nesse comportamento, sugerindo influência desse parâmetro.

De acordo com o comportamento observado para os 11 ensaios experimentais, observou-se que todas as formulações mostraram uma relação não linear entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação por cisalhamento, além disso, todas necessitaram de uma tensão inicial para começar a escoar, apresentando, desta forma, características de fluido não newtoniano, do tipo Herschel-Bulkley.

4.4 CONCLUSÃO

Os resultados do planejamento experimental mostraram que apenas o efeito linear do percentual de azeite de oliva influenciou significativamente na variável de resposta. O efeito quadrático da adição de azeite, apesar de ter apresentado um valor de “p” próximo da significância, não foi incluído na regressão em decorrência do alto valor da falta de ajuste.

Foi observado que formulações contendo menores teores de azeite apresentaram matrizes mais bem definidas, onde as gotículas de gordura puderam ser visualizadas com maior facilidade na microscopia eletrônica, no entanto, as formulações contendo maiores teores de azeite foram melhor aceitas na análise sensorial, por apresentar coloração mais claras.

Diante dos resultados obtidos, concluiu-se que a formulação 11 apresentou características mais interessantes do ponto de vista sensorial e tecnológico em relação às demais estudadas. O produto apresentou alto potencial mercadológico, caracterizado pela sua qualidade microbiológica e características físico-químicas compatíveis a produtos comerciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**: edited Ig W. Horwitz 16^aed, v. 2. Washington: AOAC,1997, 850p.

AQUERRETA, Y.; ASTIASARA, I.; MOHINO, A.; BELLO, J. Composition of pâtés elaborated with mackerel flesh (*Scomber scombrus*) and tuna liver (*Thunnus thynnus*): comparison with commercial fish pâtés. **Food Chemistry**. Pamplona, v. 77, p. 147-153, 2002.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001.

DAMASCENO, K. S. F. S. C. Farinha dos resíduos do camarão *Litopenaeus vannamei*: caracterização e utilização na formulação de hambúrguer. Tese (Doutorado e Nutrição). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2007.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2 ed. Curitiba: Champagnat, 2007. 239p.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602p.

FELTES, M. M. C.; CORRÊIA, J. F. G.; BEIRÃO, L. H.; BLOCK, J. M.; NINOW, J. L.; SPILLER, V. R. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 14, n. 6, p. 669-677, 2010.

GAVA, A. J. Princípios de tecnologia de alimentos. São Paulo: Nobel, 1984. 284p.

LEWIS, M. Continuous Thermal Processing of foods: pasteurization and UHT sterilization. Gaithersburg: Aspen Publishers, 2000. 465p.

LEWIS, M. J. **Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado**. Zaragoza: Acribia, 1993. 494p.

MINOZZO, M. G.; WASZCZYNSKYJ, N. Caracterização sensorial de patê cremoso elaborado a partir de filés de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**. v. 5, n. 2, p. 26-36, 2010.

NETO, B. B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como fazer experimentos – pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. 414p.

OGAWA, M. Alterações da carne de pescado por processamento e estocagem. In: OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. v. 1. São Paulo: Varela , 1999. 430p.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. **Química de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2007, 196p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. 99p

STATISTICA. Programa Statistica for windows, versão 6.0. Tulsa, EUA: Stat Soft, Inc, 2000. CD-ROM.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3 ed. Washington: American Public Health Association (APHA), 1992. 1919p.

CAPITULO 5. ELABORAÇÃO E ESTUDO DO COMPORTAMENTO OXIDATIVO, MICROBIOLÓGICO E DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA FORMULAÇÃO DE PATÊ SELECIONADA.

RESUMO

Perdas de qualidade de produtos frescos e processados durante o armazenamento podem ser atribuídas ao desenvolvimento microbiológico e também ao processo de oxidação dos lipídios. O objetivo deste capítulo foi elaborar patê de carne mecanicamente separada da piramutaba, bem como estudar seu comportamento oxidativo, microbiológico e parâmetros físico-químicos durante armazenamento. Foram utilizadas carne mecanicamente separada de resíduo da filetagem de piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) e polpa de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). Foram elaborados dois produtos utilizando-se os percentuais descritos no capítulo 4 para a formulação 11, o patê, contendo polpa de maracujá e o controle, sem polpa. No patê foram realizadas análises microbiológicas de *Salmonella* e contagem de *Staphylococcus coagulase positiva* (Vanderzant e Splittstoesser, 1992), análises de umidade, cinzas, proteínas e lipídios (AOAC, 1997), carboidratos, por diferença, valor calórico, teste de aceitação para os atributos aparência global, cor, sabor, aroma e textura (Dutcosky, 2007) e intenção de compra. O patê e o controle foram acompanhados durante 63 dias de armazenamento, onde foram realizadas, a cada 7 dias, análises microbiológicas de coliformes a 45°C e piscrófilos (Vanderzant e Splittstoesser, 1992), TBA (Vyncke 1970 e 1975), índice de peróxido (AOCS, 1997), DPPH (Brand-Williams et al, 1995), ORAC (OU et al, 2001), pH (AOAC, 1997), Aw e cor (L*, a*, b*, C* e h*). Os resultados microbiológicos foram <10UFC /g para *Staphylococcus coagulase positiva* e ausente para *Salmonella*. Para as análises físico-químicas obteve-se 69,08% de umidade, 3,38% de cinzas, 10,39% de proteínas, 14,98% de lipídios, 2,17% de carboidratos e 185,06Kcal/100g. Para a caracterização sensorial obteve-se os seguintes índices de aceitação: 88,36% para aparência global, 89,95% para textura, 80,42% para aroma, 87,57% para cor e 87,67% para sabor. Para o TBA, os valores observados no controle sofreram aumento brusco a partir do 28º dia de armazenamento. Para o índice de peróxidos, o patê manteve-se abaixo do limite estabelecido pela legislação, enquanto que o controle superou esse limite já no 14º dia de armazenamento. A atividade antioxidante pelos métodos DPPH e ORAC decresceram ao longo do tempo e em função do aumento do valor de TBA para os dois produtos. Durante os dias de armazenamento ambos os produtos apresentaram resultados <3NMP/g para coliformes e <10UFC/g para piscrófilos. Os valores de pH apresentaram diferença significativa durante a estocagem enquanto que a Aw não variou significativamente. O patê encontrou-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação para os parâmetros microbiológicos e físico-químicos analisados. Obteve índice de aceitação superior a 80% em todos os atributos, não foram observadas alterações drásticas no valor de TBA, o índice de peróxido, para o patê manteve-se abaixo do valor estabelecido enquanto que o controle superou esse limite já no 14º dia do acompanhamento. Apesar da pequena atividade antioxidante pelos métodos DPPH e ORAC, a adição da polpa de maracujá no patê mostrou-se eficiente na estabilidade deste produto no período de armazenamento estudado.

Palavras-chave: TBA, índice de peróxido, oxidação lipídica

ABSTRACT

Loss of quality of fresh and processed during storage can be attributed to bacterial reproduction and also the process of oxidation of lipids. The purpose of this chapter was to develop mechanically recovered meat pate piramutaba and study their behavior oxidative, microbiological and physical-chemical parameters during storage. Mechanically separated meat were used for filleting residue piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) and passion fruit pulp (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). Both products were prepared using the percentages described in chapter 4 for the formulation 11, the pate, containing passion fruit pulp and control, without pulp. In the pate were analyzed for microbiological counts of *Salmonella* and *Staphylococcus* coagulase positive (and Vanderzant Splittstoesser, 1992), moisture analysis, ash, proteins and lipids (AOAC, 1997), carbohydrate by difference, caloric value, acceptance testing for attributes overall appearance, color, flavor, aroma and texture (Dutcosky, 2007) and purchase intent. The pate and controls were followed for 63 days of storage, where they were held every seven days, the microbiological analysis of coliforms at 45 ° C and piscrófilos (Vanderzant and Splittstoesser, 1992), TBA (Vyncke 1970 and 1975), the peroxide (AOCS, 1997), DPPH (Brand-Williams et al, 1995), ORAC (OR et al, 2001), pH (AOAC, 1997), A_w and color (L^* , a^* , b^* , C^*h^*). The microbiological results were <10UFC / g for *Staphylococcus* coagulase positive for *Salmonella* and absent. For the physical-chemical analysis was obtained 69.08% moisture, 3.38% ash, 10.39% protein, 14.98% fat, 2.17% carbohydrates and 185.06 kcal/100g. For the sensory characterization was obtained following the acceptance rate: 88.36% for overall appearance, texture to 89.95%, 80.42% for aroma, 87.57% to 87.67% for color and flavor. For TBA, the values observed in control suffered sharp increase from the 28 th day of storage. For the peroxide, the pate was below the limit established by legislation, while the control has already exceeded this limit at 14 days of storage. The antioxidant activity by DPPH and ORAC methods decreased over time and due to the increase of TBA value for both products. During the days of storage both products showed results <3NMP / g for coliforms and <10UFC / g for piscrófilos. The pH values showed significant differences during storage while A_w did not vary significantly. The pate was found within the standards established by the legislation for microbiological parameters and physical-chemical analysis. He got acceptance rate above 80% in all attributes, there were no drastic changes in the amount of TBA, peroxide index, for the pate remained below the level established as the control exceeded that limit since the 14th day of monitoring. Despite the small antioxidant activity by DPPH and ORAC methods, the addition of passion fruit pulp in the pate was efficient in the stability of this product in the storage period studied.

Key-words: TBA, índice peroxide, lipid oxidation

5.1 INTRODUÇÃO

Perdas de qualidade de produtos frescos e processados durante o armazenamento podem ser atribuídas ao desenvolvimento microbiológico e também ao processo de oxidação dos lipídios. Tal processo dá-se por meio de perdas de elétrons durante a transferência destes de uma substância a outra, um de cada vez ou em pares, ocasionando a formação de radicais livres que resultam em alterações de cor, sabor, textura, valor nutricional, bem como de outros parâmetros físico-químicos (ARAÚJO, 2008).

A autooxidação dos lipídios, que pode ser acelerada pela luz, aumento de temperatura, presença de metais, concentração de oxigênio etc. promove diversas reações simultâneas de decomposição que levam à formação de misturas complexas de produtos incluindo aldeídos, cetonas, álcoois e hidrocarbonetos. Muitos desses produtos são voláteis e podem contribuir para o aparecimento de odor característico da rancificação nesses produtos (OGAWA, 1999; ARAÚJO, 2008).

A refrigeração é a operação unitária na qual a temperatura do alimento é mantida acima do seu ponto de congelamento, entre -1 e 8°C. É usada para reduzir as taxas de variações biológicas, como reações de oxidação dos lipídios e microbiológicas e, assim, prolongar a vida de prateleira de alimentos frescos e processados (ARAÚJO, 2008; FELLOWS, 2006).

A refrigeração é geralmente utilizada em combinação com outras operações unitárias e causa mudanças mínimas nas características sensoriais e nas propriedades nutricionais dos alimentos proporcionando conveniência, praticidade e mantendo a qualidade do mesmo. Alguns fatores que devem ser considerados no armazenamento por refrigeração são: temperatura de armazenamento, circulação do ar, umidade e composição da atmosfera de armazenamento (FELLOWS, 2006; GAVA, 1984).

O objetivo deste capítulo foi elaborar patê de carne mecanicamente separada da piramutaba, bem como estudar seu comportamento oxidativo, microbiológico e parâmetros físico-químicos durante armazenamento.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Material

5.2.1.1 Matéria prima

Utilizou-se carne mecanicamente separada de resíduo da filetagem de piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) e polpa de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) como agente antioxidante no produto elaborado.

5.2.2 Métodos

5.2.2.1 Elaboração do patê

O produto foi elaborado sob as mesmas condições descritas no capítulo 4 (formulação 11). Simultaneamente foi produzido um patê idêntico, ao qual não foi adicionado polpa de maracujá, denominado de patê controle, com a finalidade de estabelecer comparações.

5.2.2.2 Caracterização microbiológica e composição centesimal do patê elaborado

Foram realizadas análises de pesquisa de *Salmonella* e contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva de acordo com as metodologias descritas por Vanderzant e Splittstoesser (1992) em conformidade com a RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do Laboratório de Engenharia Química da Universidade Federal do Pará.

Foram realizadas as seguintes determinações em triplicata:

Umidade: Determinação por gravimetria a 105°C de acordo com o método nº 932.12, AOAC (1997);

Cinzas: Determinação em forno tipo mufla a 550°C através da metodologia nº 938.08 da AOAC (1997);

Proteínas: Determinação através da quantificação de nitrogênio total existente na amostra, empregando-se a técnica de Kjeldahl de acordo com a metodologia nº 940.25 da AOAC (1997);

Lipídios: Determinado por extração com éter de petróleo em equipamento Soxhlet de acordo com método nº 948.22 da AOAC (1997);

Carboidratos: Determinação por diferença através da equação 2-2, conforme descrito no capítulo 2;

Valor calórico: O valor energético do patê elaborado foi calculado através da equação 5-1.

$$\text{Valor calórico(Kcal/100g)} = (C \times 4) + (P \times 4) + (L \times 9) \quad \text{Equação 5-1}$$

Onde:

C: carboidratos

P: Proteínas

L: Lipídios

5.2.2.3 Caracterização sensorial do patê

Foi realizado teste de aceitação utilizando-se escala hedônica estruturada em nove pontos (anexo E), com trinta provadores não treinados, de acordo com Dutcosky (2007), entre homens e mulheres dentro da faixa etária de 20 e 50 anos. Os parâmetros analisados foram: aparência global, textura, aroma, cor, sabor e avaliação da intenção de compra. O teste foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal do Pará. Não foi realizado teste sensorial no patê controle.

5.2.2.4 Estudo do comportamento oxidativo, microbiológico e de parâmetros físico-químicos do Patê elaborado

O patê e o patê controle foram analisados durante o armazenamento refrigerado, onde foram realizadas, a cada 7 dias, análises de pH, Aw, cor (L*, a*, b*, C* e h*), TBA, índice de peróxido, DPPH, ORAC, conforme metodologias descritas nos capítulos 2 e 3, e análises microbiológicas de coliformes a 45°C e psicrófilos, em conformidade com a RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001. O acompanhamento consistiu de 10 pontos de medição, sendo P0 a primeira medida, realizada imediatamente após a elaboração dos produtos e P10 o último ponto de medição, realizado após 63 dias de armazenamento. Para amarrar o tempo de acompanhamento dos produtos foi utilizado como referência o prazo de validade para patê comercial refrigerado de presunto e de peito de peru defumado acondicionados em potes de vidro (prazo de validade médio de 60 dias) e em tripas plásticas de polietileno (prazo de validade médio de 45 dias). Não foi possível a comparação com patê de peixe devido a inexistência deste produto nas referidas condições de conservação e armazenamento no mercado consumidor.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.3.1 Caracterização microbiológica, físico-química e sensorial

Os resultados da análise microbiológica, Tabela 5-1, constataram que o produto elaborado apresentou-se em conformidade com a legislação vigente. Tais resultados podem ser atribuídos à ação combinada da adição de conservantes (nitrito e nitrito de sódio) e da ação do calor durante o tratamento térmico. Jay (2005) cita que os nitratos e os nitritos de sódio inibem o desenvolvimento de alguns microrganismos deterioradores e patógenos. Além disso, o nitrito retarda também o crescimento do *Clostridium botulinum* e a consequente produção da enterotoxina durante o armazenamento (ARAÚJO, 2008).

O patê elaborado encontrou-se dentro dos padrões estabelecidos pela instrução normativa nº 21, de 31 de julho de 2000, que regulamenta identidade e

qualidade de patê no que se refere aos parâmetros de umidade, lipídios, proteínas e carboidratos.

Tabela 5-1: Análises microbiológicas do patê

	Resíduo da piramutaba	Legislação
<i>Salmonella</i> (25g)	Ausente	Ausente
<i>Staphylococcus coagulase positiva</i> (UFC²/g)	<10 ¹	<10 ³

Quando comparado com Aquerreta et al (2001), o patê apresentou menor valor calórico, em decorrência dos diferentes ingredientes utilizados nesta pesquisa (Tabela 5-2).

Observou-se um maior valor de umidade no patê estudado em comparação com o determinado por Minozzo et al (2008), de 56,78% e com o determinado por Aquerreta et al (2001), de 47,54%, 50,82% e 56,29% para as três formulações de patê de fígado de atum e carne de cavala. O valor de cinzas encontrado foi semelhante ao encontrado por Minozzo et al (2008) e ambos foram superiores aos valores encontrados por Aquerreta et al (2001).

Tabela 5-2: Parâmetros físico-químicos do patê elaborado

	Patê	MINOZZO et al (2008)	Aquerreta et al (2001)		
			A**	B**	C**
Umidade (%)	69,08±0,27	56,78	47,54	50,82	56,29
Cinzas (%)	3,38±0,04	3,01	2,35	1,25	1,57
Proteínas (%)	10,39±0,03	9,69	12,78	14,13	12,00
Lipídios (%)	14,98±0,09	28,15	33,08	28,88	25,07
*Carboidratos (%)	2,17	2,37	4,25	4,92	5,08
Valor calórico (Kcal/100g)	185,06		326	336	294

IP: Índice de peróxido

*Calculado por diferença

**Diferentes concentrações de fígado de atum e carne de cavala

Os resultados de proteínas e carboidratos encontrados neste estudo e por Minozzo et al (2008) também são semelhantes, porém, são inferiores aos

encontrados por Aquerreta et al (2001). Em relação ao teor de lipídios, os valores encontrados para o patê estudado foi bastante inferior aos valores encontrados pelos dois autores. Neste sentido, diferenças na composição centesimal podem ser observadas em decorrência de diferentes ingredientes e percentuais utilizados.

Os resultados da análise sensorial (Tabela 5-3), mostram que todos os parâmetros analisados obtiveram índice de aceitação superior a 80%. A maior média e maior índice de aceitação foram atribuídas ao parâmetro textura, como também pode ser observado nas Figuras 5-1 e 5-2.

Tabela 5-3: Médias das notas dadas pelos provadores e índice de aceitação

	Médias das notas	Índice de aceitação (%)
Aparência global	7,95	88,36
Textura	8,10	89,95
Aroma	7,24	80,42
Cor	7,88	87,57
Sabor	7,71	87,67

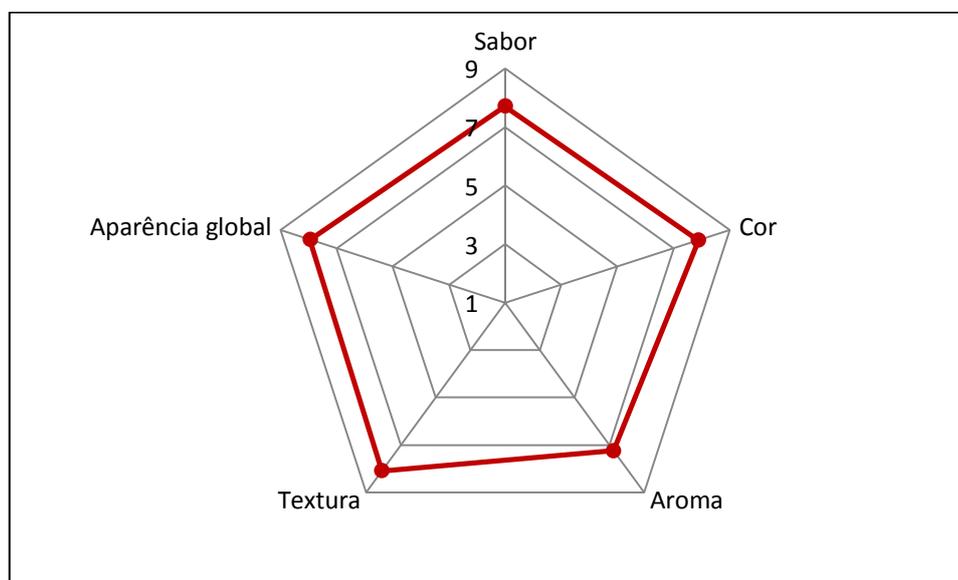


Figura 5-1: Representação gráfica para as médias obtidas para os parâmetros

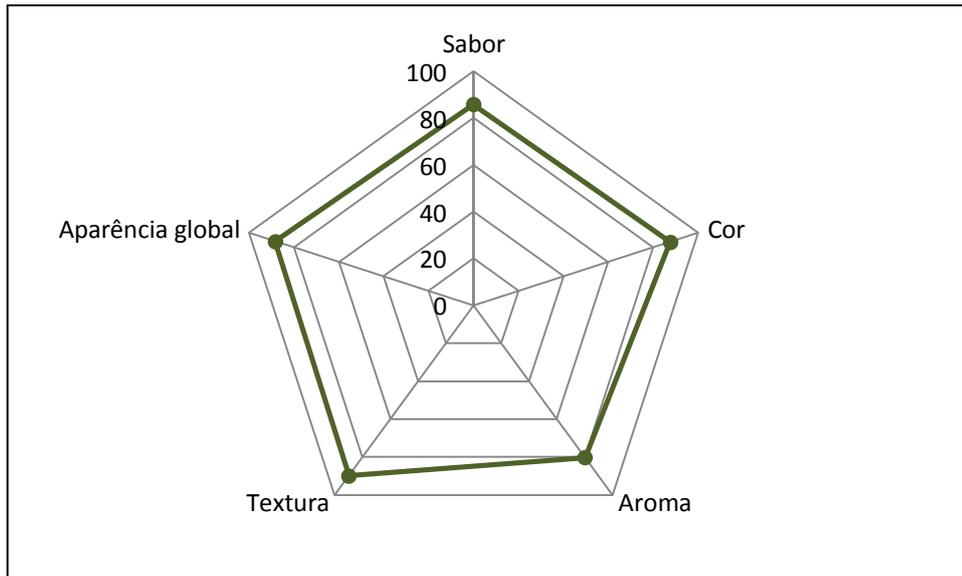


Figura 5-2: Representação gráfica para os índices de aceitação obtidos para os parâmetros

Para a intenção de compra, as opções “possivelmente não compraria” e “certamente não compraria” não foram citadas na pesquisa, indicando que o patê não foi rejeitado por nenhum provador. Entre as afirmações assinaladas, observou-se que um maior percentual de provadores “possivelmente compraria” o produto (Figura 5-3), esta postura pode ser explicada pelo fato de tratar-se de um produto novo e, conseqüentemente, não apresentar características sensoriais reconhecidas pelo público consumidor.

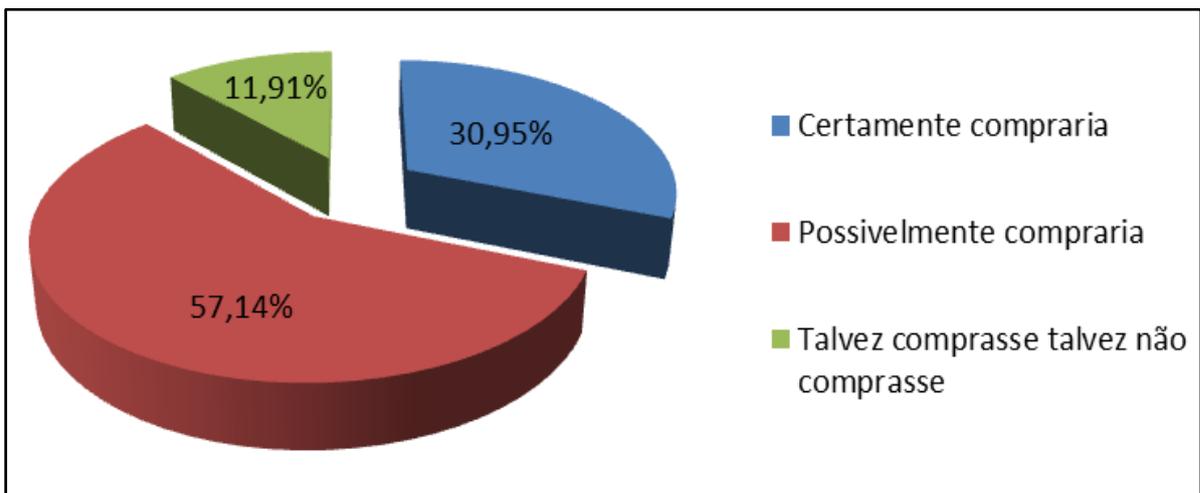


Figura 5-3: Representação gráfica para a intenção de compra

5.3.2 Estudo do comportamento oxidativo, microbiológico e de parâmetros físico-químicos do patê e do controle

Os valores de TBA e índice de peróxido para o patê e para o controle são apresentados na Tabela 5-4.

Tabela 5-4: Valores obtidos para TBA e índice de peróxido durante armazenamento refrigerado.

Dias	TBA ($\mu\text{mol/Kg}$)		Índice de peróxido (meq/Kg)	
	Patê	Controle	Patê	Controle
0	0,010 \pm 0,01 ^{aA}	0,148 \pm 0,02 ^{aB}	2,797 \pm 0,08 ^{aA}	7,408 \pm 0,09 ^{aB}
7	0,026 \pm 0,01 ^{abA}	0,161 \pm 0,01 ^{aB}	3,024 \pm 0,06 ^{bA}	8,021 \pm 0,09 ^{bB}
14	0,054 \pm 0,01 ^{bcA}	0,188 \pm 0,02 ^{abB}	3,338 \pm 0,02 ^{cA}	10,633 \pm 0,04 ^{cB}
21	0,091 \pm 0,01 ^{cA}	0,197 \pm 0,02 ^{abB}	3,411 \pm 0,05 ^{dA}	13,098 \pm 0,01 ^{dB}
28	0,135 \pm 0,03 ^{dA}	0,242 \pm 0,07 ^{bB}	3,611 \pm 0,03 ^{eA}	16,096 \pm 0,05 ^{eB}
35	0,169 \pm 0,01 ^{deA}	0,428 \pm 0,03 ^{cB}	8,798 \pm 0,02 ^{fA}	15,263 \pm 0,01 ^{fB}
42	0,198 \pm 0,09 ^{efA}	0,584 \pm 0,01 ^{dB}	9,019 \pm 0,01 ^{gA}	15,536 \pm 0,05 ^{gB}
49	0,223 \pm 0,02 ^{fgA}	0,705 \pm 0,01 ^{eB}	9,299 \pm 0,08 ^{hA}	15,736 \pm 0,09 ^{hB}
56	0,247 \pm 0,01 ^{ghA}	0,834 \pm 0,02 ^{fB}	9,459 \pm 0,01 ^{iA}	16,289 \pm 0,04 ^{iB}
63	0,271 \pm 0,05 ^{hA}	0,957 \pm 0,04 ^{gB}	9,746 \pm 0,03 ^{iA}	17,295 \pm 0,03 ^{iB}

Letras minúsculas e iguais na mesma coluna e letras maiúsculas e iguais na mesma linha, não apresentam diferença significativa pelo teste tukey em nível de 5% de significância ($\alpha=0,05$).

Observou-se que até o 28^o dia de armazenamento, a variação do valor de TBA do patê foi maior que a variação do controle, entretanto, após esse momento, percebeu-se um crescimento súbito no TBA do controle enquanto que o patê tendeu à estabilidade, como também pode ser observado na Figura 5-4. Quando comparados entre si, os resultados de TBA para o patê e para o controle apresentaram diferença significativa durante os 63 dias de acompanhamento.

Ainda em relação aos resultados obtidos para o TBA, é importante ressaltar que não existe legislação que fixe valores limites para este parâmetro, não sendo possível, portanto, confirmar alterações drásticas em ambos os produtos. Beraquet e Lindo (1985) citam que valores de TBA entre 1 a 2mg/Kg estão relacionados com a percepção do sabor de ranço. Esses valores são bastante distantes dos valores observados nesta pesquisa e pode-se considerar, então, que ambas as amostras

apresentaram-se em boas condições de consumo, no que se refere á oxidação dos lipídios, ao longo do período de avaliação proposto.

Ganhão et al (2011) utilizou com sucesso extratos de frutas silvestres para inibir a oxidação lipídica em produtos cárneos, quantificada pelo valor de TBA.

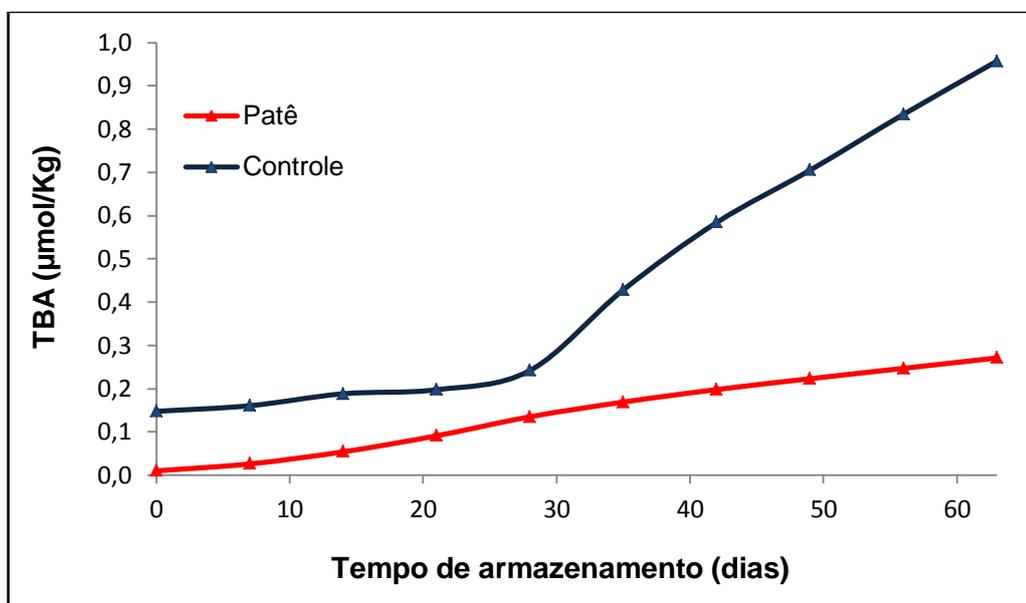


Figura 5-4: TBA em função do tempo de armazenamento para o patê e para o controle

Observando ainda a Tabela 5-4, pode-se perceber que durante os 63 dias de armazenamento, o patê não superou o limite de índice de peróxido estabelecido pela resolução nº 482, de 23 de setembro de 1999 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, para óleos vegetais. Em contrapartida, no 14º dia de armazenamento o patê controle já apresentava valores superiores a 10meq/Kg. De acordo com Araújo (2008), a fase onde a velocidade de formação de peróxidos inicialmente é lenta e uniforme é denominada fase de indução, que está relacionada com a presença de antioxidantes. Neste sentido, pode-se observar na Figura 5-5, que a fase de indução do patê, que contém polpa de maracujá como agente antioxidante, durou até o 28º dia de armazenamento enquanto que para o patê controle, sem antioxidante, essa fase durou menos que 14 dias.

Mediante os resultados obtidos para TBA e índice de peróxido pode-se considerar que a adição de polpa de maracujá como agente antioxidante no patê contribuiu de maneira significativa para a maior estabilidade deste produto em relação ao controle durante o armazenamento.

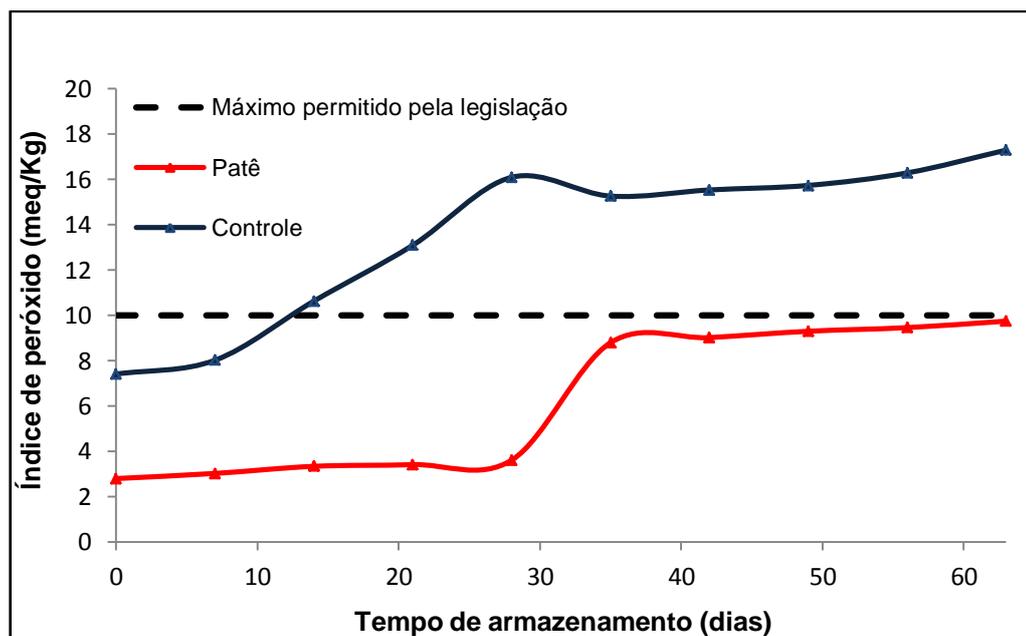


Figura 5-5: Índice de peróxido em função do tempo de armazenamento para o patê, para o controle e para as respectivas frações lipídicas

A Tabela 5-5 mostra os resultados das análises de atividade antioxidante no patê e no controle.

Tabela 5-5: Valores obtidos para DPPH, % de inibição e ORAC durante armazenamento refrigerado

Dias	DPPH ($\mu\text{molET/g}$)		% inibição		ORAC ($\mu\text{molET/g}$)	
	Patê	Controle	Patê	Controle	Patê	Controle
0	0,109 \pm 0,01 ^a	0,103 \pm 0,03 ^a	14,5 ^{aA}	13,7 ^{aB}	2,090 \pm 0,01 ^{aA}	1,500 \pm 0,32 ^{aB}
7	0,105 \pm 0,02 ^a	0,101 \pm 0,03 ^a	13,9 ^{bA}	13,4 ^{aA}	2,040 \pm 0,05 ^{bA}	1,502 \pm 0,19 ^{aB}
14	0,094 \pm 0,02 ^b	0,087 \pm 0,01 ^b	12,5 ^{cA}	11,5 ^{bB}	1,998 \pm 0,11 ^{cA}	1,493 \pm 0,33 ^{bB}
21	0,078 \pm 0,02 ^c	0,066 \pm 0,03 ^c	10,3 ^{dA}	8,8 ^{cB}	1,987 \pm 0,08 ^{cA}	1,490 \pm 0,08 ^{bcB}
28	0,059 \pm 0,03 ^d	0,047 \pm 0,02 ^d	7,8 ^{eA}	6,3 ^{dB}	1,855 \pm 0,21 ^{dA}	1,486 \pm 0,26 ^{cB}
35	0,039 \pm 0,01 ^e	0,038 \pm 0,02 ^e	5,2 ^{fA}	5,0 ^{eA}	1,693 \pm 0,27 ^{eA}	1,471 \pm 0,12 ^{dB}
42	0,035 \pm 0,01 ^e	0,029 \pm 0,01 ^f	4,7 ^{fA}	3,9 ^{fA}	1,688 \pm 0,09 ^{fA}	1,459 \pm 0,07 ^{eB}
49	0,018 \pm 0,02 ^f	0,016 \pm 0,01 ^g	2,4 ^{gA}	2,1 ^{gA}	1,643 \pm 0,13 ^{gA}	1,448 \pm 0,09 ^{fB}
56	0,014 \pm 0,01 ^f	0,008 \pm 0,03 ^h	1,9 ^{ghA}	1,1 ^{hA}	1,627 \pm 0,30 ^{hA}	1,436 \pm 0,21 ^{gB}
63	0,014 \pm 0,01 ^f	0,007 \pm 0,01 ^h	1,8 ^{hA}	0,9 ^{hA}	1,601 \pm 0,04 ^{iA}	1,429 \pm 0,17 ^{hB}

Letras minúsculas e iguais na mesma coluna e letras maiúsculas e iguais na mesma linha, não apresentam diferença significativa pelo teste tukey em nível de 5% de significância ($\alpha=0,05$).

Observa-se nas Figuras 5-6 e 5-7 que os valores de DPPH e ORAC, para ambos os produtos decrescem ao longo do tempo de armazenamento refrigerado.

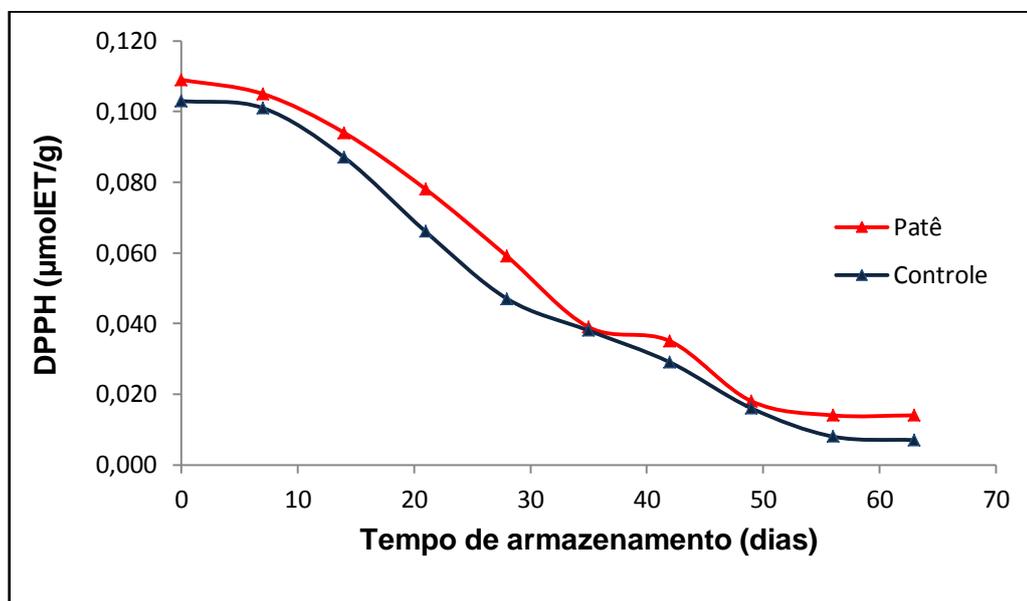


Figura 5-6: Valor de DPPH no patê e no controle ao longo dos dias de armazenamento

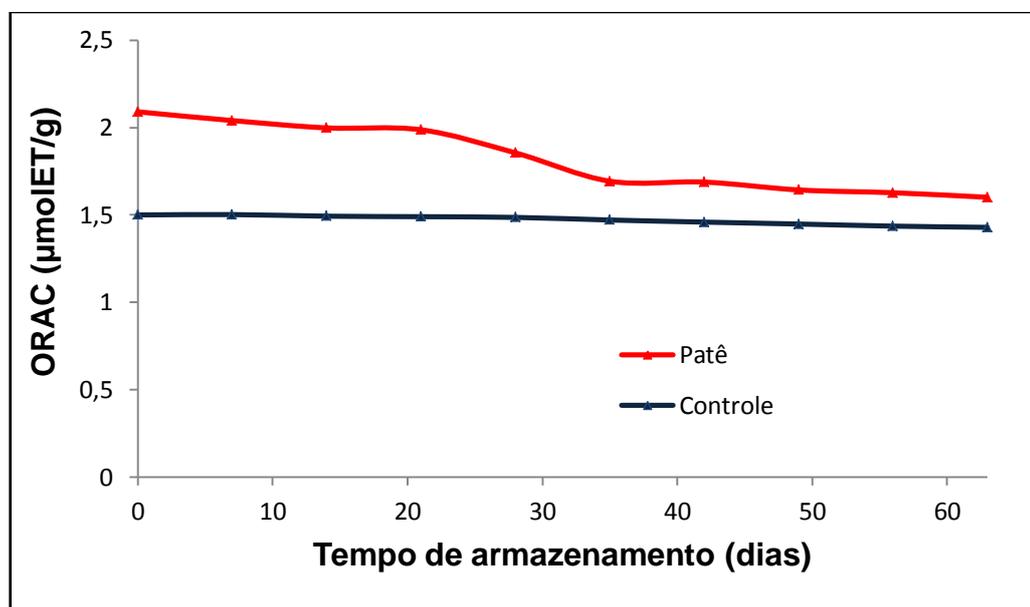


Figura 5-7: Valor de ORAC no patê e no controle ao longo dos dias de armazenamento

No patê é possível perceber uma redução mais acentuada no valor de ORAC entre o 21º e o 35º dia de armazenamento. Tal comportamento pode ter sido

provocado pelo aumento súbito da velocidade de formação de peróxidos para este produto, neste período.

Observando-se o decaimento da atividade antioxidante através do valor de DPPH em função do aumento do valor de TBA (Figura 5-8) tem-se que tanto o patê quanto o controle apresentaram uma forte correlação negativa, caracterizada pelos coeficientes de correlação de Pearson ($r=-0,993$ e $r=-0,911$), respectivamente, ou seja, à medida que os componentes são oxidados, a atividade antioxidante no produto é reduzida. De maneira semelhante ao ocorrido com o DPPH, a variação no valor ORAC em função do TBA, também apresentou forte correlação negativa, tanto para o patê ($r=-0,98$), quanto para o controle ($r=-0,99$) (Figura 5-9).

A forte correlação entre DPPH em função do TBA e ORAC em função do TBA evidenciam a perda de atividade antioxidante dos produtos a medida que seus componentes são oxidados.

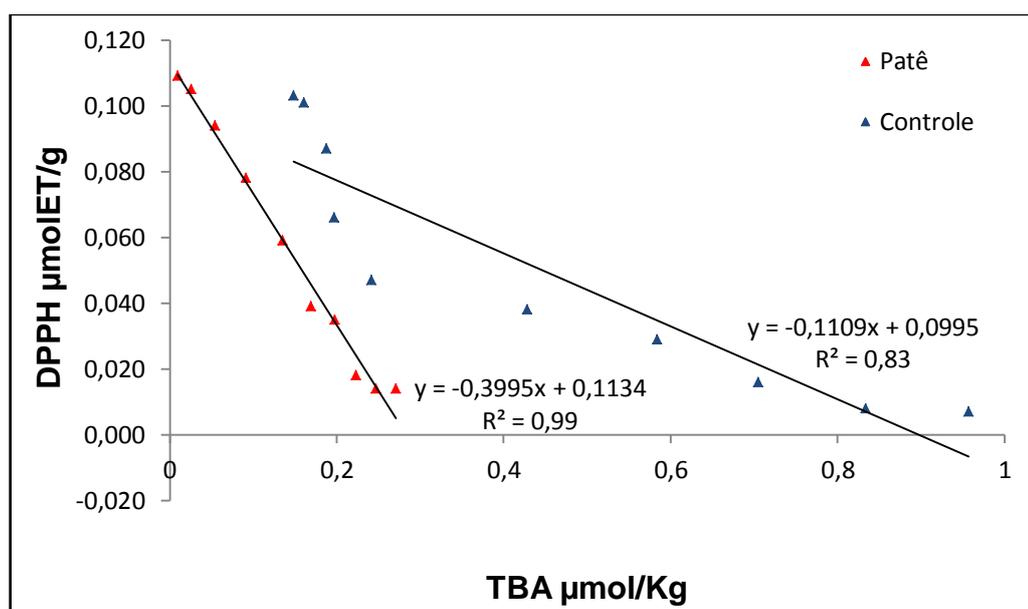


Figura 5-8: Correlação dos valores de DPPH e TBA

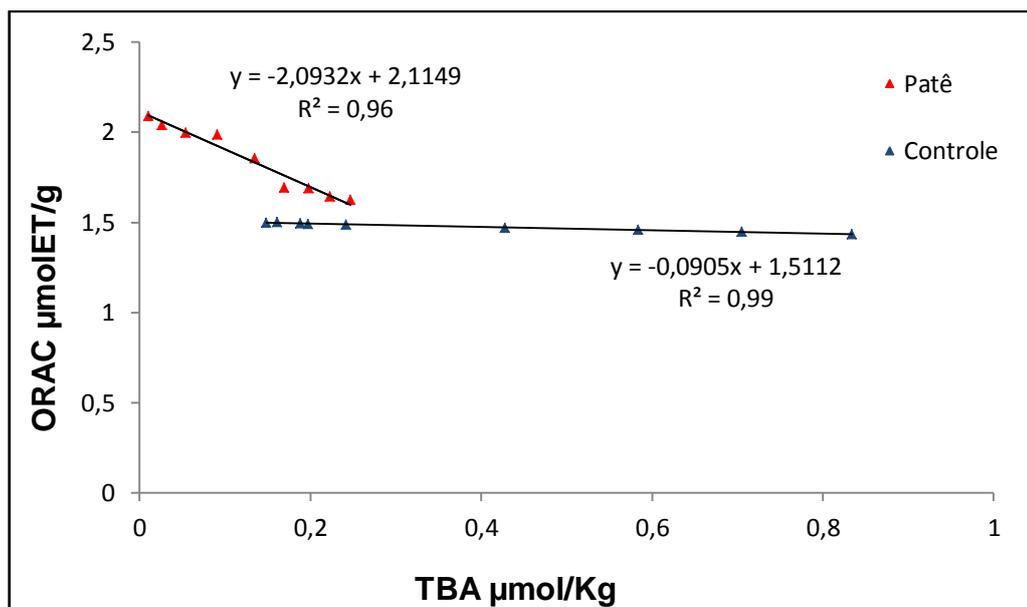


Figura 5-9: Correlação dos valores de ORAC e TBA

A Tabela 5-6 mostra que durante os 63 dias de estocagem, tanto o patê quanto o patê controle estiveram em conformidade com a RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001, no que se refere à contagem de coliformes a 45°C e, apesar da legislação brasileira não estabelecer limites para psicrófilos, também não houve indícios de desenvolvimento desses microorganismos, evidenciando a eficiência do tratamento térmico e a correta manutenção da cadeia do frio.

Tabela 5-6: Resultados das análises microbiológicas para o patê e para o controle

Dias	Coliformes a 45°C (NMP/g)		Psicrófilos (UFC/g)	
	Patê	Controle	Patê	Controle
0	<3	<3	<10	<10
7	<3	<3	<10	<10
14	<3	<3	<10	<10
21	<3	<3	<10	<10
28	<3	<3	<10	<10
35	<3	<3	<10	<10
42	<3	<3	<10	<10
49	<3	<3	<10	<10
56	<3	<3	<10	<10
63	<3	<3	<10	<10

De acordo com a Tabela 5-7, é possível observar que os resultados de pH encontrados para o patê apresentaram diferença significativa a nível de 95% de confiança pelo teste Tukey a partir do 14º dia, enquanto que para o controle, essa diferença foi observada já a partir do 7º dia. Valores inferiores foram observados por Estévez et al (2005) em diferentes patês de fígado, de 5,99 a 6,74. Quando comparados os valores do patê e do controle em um mesmo dia, foi possível perceber que, apenas no 28º e 35º dia, eles não diferiram entre si.

Em contrapartida, os valores obtidos para Aw, que variaram de 0,95 a 0,97 no patê e de 0,96 a 0,97 no controle não demonstraram diferença significativa nem ao longo dos dias de armazenamento, nem quando comparados entre si em um mesmo ponto de observação. Os valores de Aw superiores observados durante o armazenamento podem ter contribuído para a pequena oxidação dos lipídios para os dois produtos, uma vez que, segundo Bobbio e Bobbio (2001) e Sgarbieri (1996), valores acima de 0,90 reduzem a velocidade da reação de oxidação.

Tabela 5-7: Valores obtidos para pH e Aw durante armazenamento refrigerado.

Dias	pH		Aw	
	Patê	Controle	Patê	Controle
0	6,73±0,03 ^{aA}	7,09±0,01 ^{aB}	0,95±0,01 ^{aA}	0,97±0,01 ^{aA}
7	6,70±0,02 ^{aA}	7,16±0,20 ^{bB}	0,96±0,01 ^{aA}	0,96±0,01 ^{aA}
14	6,85±0,05 ^{bA}	6,95±0,22 ^{cB}	0,96±0,02 ^{aA}	0,96±0,02 ^{aA}
21	6,96±0,05 ^{cdA}	6,86±0,03 ^{dB}	0,95±0,01 ^{aA}	0,97±0,01 ^{aA}
28	6,94±0,11 ^{dA}	6,99±0,11 ^{cA}	0,96±0,01 ^{aA}	0,97±0,01 ^{aA}
35	6,91±0,08 ^{deA}	6,93±0,06 ^{cA}	0,96±0,01 ^{aA}	0,96±0,01 ^{aA}
42	6,87±0,06 ^{beA}	7,19±0,06 ^{bB}	0,96±0,01 ^{aA}	0,96±0,01 ^{aA}
49	7,00±0,01 ^{cA}	7,14±0,13 ^{abB}	0,97±0,01 ^{aA}	0,96±0,01 ^{aA}
56	6,93±0,04 ^{cdA}	7,09±0,11 ^{aB}	0,97±0,01 ^{aA}	0,97±0,01 ^{aA}
63	6,70±0,03 ^{aA}	7,16±0,03 ^{bB}	0,97±0,03 ^{aA}	0,97±0,02 ^{aA}

Letras minúsculas e iguais na mesma coluna e letras maiúsculas e iguais na mesma linha, não apresentam diferença significativa pelo teste tukey em nível de 5% de significância ($\alpha=0,05$).

As Tabelas 5-8 e 5-9 apresentam os resultados para os parâmetros de cor do patê e do controle, nelas observa-se que houve perda significativa de luminosidade, caracterizada pela diminuição dos valores de L^* já a partir do 7º dia de armazenamento, para ambos os produtos analisados. Além disso, percebeu-se um aumento dos valores de a^* e diminuição dos valores de b^* , proporcionando consequente perda da tonalidade amarela, caracterizada pela diminuição no valor de h^* e perda de intensidade da cor, caracterizada pela diminuição dos valores de C^* ao longo do armazenamento para os dois produtos.

Nota-se ainda que para o patê, houve uma perda de $7,22^\circ$ no ângulo de tonalidade entre o primeiro e o último dia de armazenamento, enquanto que para o controle essa perda foi de $11,36^\circ$. A perda de h^* para ambos os produtos foi significativa, sugerindo uma forte alteração na cor dos produtos durante a estocagem.

Tabela 5-8: Resultados de L^* e a^* para o patê e para o controle longo do armazenamento

Dias	L^* patê	L^* controle	a^* patê	a^* controle
0	80,34±0,97 ^{aA}	69,65±0,18 ^{aB}	2,87±0,26 ^{aA}	3,41±0,04 ^{aB}
7	78,56±0,63 ^{bA}	69,05±0,41 ^{bB}	3,03±0,05 ^{bA}	3,99±0,10 ^{bB}
14	77,48±0,48 ^{cA}	68,32±0,37 ^{cB}	3,63±0,52 ^{cA}	4,19±0,07 ^{cB}
21	76,40±0,44 ^{dA}	67,03±0,60 ^{dB}	3,50±0,07 ^{dA}	4,32±0,09 ^{dB}
28	75,31±0,33 ^{eA}	65,86±0,59 ^{eB}	3,75±0,20 ^{eA}	4,78±0,16 ^{eB}
35	74,46±0,33 ^{fA}	65,12±0,53 ^{fB}	3,39±0,26 ^{fA}	5,17±0,25 ^{fB}
42	74,19±0,98 ^{gA}	64,55±0,72 ^{gB}	4,21±0,26 ^{gA}	5,99±0,20 ^{gB}
49	73,33±0,34 ^{hA}	63,93±0,34 ^{hB}	4,25±0,16 ^{hA}	6,21±0,14 ^{hB}
56	71,97±0,29 ^{iA}	62,48±0,26 ^{iB}	3,90±0,45 ^{iA}	6,42±0,09 ^{iB}
63	70,41±0,49 ^{jA}	62,29±0,44 ^{jB}	4,35±0,14 ^{iA}	6,31±0,27 ^{iB}

Letras minúsculas e iguais na mesma coluna e letras maiúsculas e iguais na mesma linha, não apresentam diferença significativa pelo teste tukey em nível de 5% de significância ($\alpha=0,05$).

Tabela 5-9: Resultados de b*, C* e h* para o patê e para o controle longo do armazenamento.

Dias	b* patê	b* controle	C* patê	C* controle	h* patê	h* controle
0	24,15±0,28 ^{aA}	20,84±0,33 ^{aB}	24,32 ^{aA}	21,12 ^{aB}	83,22 ^{aA}	80,71 ^{aB}
7	23,44±0,24 ^{bA}	20,66±0,49 ^{bB}	23,64 ^{bA}	21,04 ^{bB}	82,63 ^{bA}	79,07 ^{bB}
14	23,46±0,41 ^{bA}	20,37±0,27 ^{cB}	23,74 ^{cA}	20,80 ^{cB}	81,20 ^{cA}	78,38 ^{cB}
21	22,83±0,23 ^{cA}	20,14±0,71 ^{dB}	23,10 ^{dA}	20,60 ^{dB}	81,28 ^{dA}	77,89 ^{dB}
28	21,83±0,25 ^{dA}	19,58±0,59 ^{eB}	22,15 ^{eA}	20,16 ^{eB}	80,25 ^{eA}	76,28 ^{eB}
35	20,13±0,51 ^{eA}	19,43±0,21 ^{fB}	20,41 ^{fA}	20,11 ^{fB}	80,44 ^{fA}	75,10 ^{fB}
42	20,02±0,42 ^{fA}	19,01±0,39 ^{gB}	20,46 ^{gA}	19,93 ^{gB}	78,12 ^{gA}	72,51 ^{gB}
49	19,48±0,29 ^{gA}	18,99±0,58 ^{hB}	19,94 ^{hA}	19,98 ^{hA}	77,69 ^{hA}	71,89 ^{hB}
56	19,19±0,47 ^{hA}	17,73±0,62 ^{iB}	19,58 ^{iA}	18,86 ^{iB}	78,51 ^{iA}	70,09 ^{iB}
63	17,45±0,38 ^{iA}	16,74±0,43 ^{jB}	17,98 ^{jA}	17,89 ^{jB}	76,00 ^{jA}	69,35 ^{jB}

Letras minúsculas e iguais na mesma coluna e letras maiúsculas e iguais na mesma linha, não apresentam diferença significativa pelo teste tukey em nível de 5% de significância ($\alpha=0,05$).

5.4 CONCLUSÃO

Durante o período de armazenamento não foram observadas alterações microbiológicas no patê estudado, nem no patê controle. O produto atendeu às especificações descritas na instrução normativa nº 21, de 31 de julho de 2000 para umidade, proteínas, lipídios e carboidratos, além de apresentar boa aceitação sensorial.

Foram observadas diferenças significativas entre os patês, tanto para TBA quanto para índice de peróxido, cuja elevação dos valores provocou perda da atividade antioxidante. Apesar disso, nenhum dos produtos apresentou alterações drásticas e estavam aptos para o consumo, do ponto de vista oxidativo, ao final dos 63 dias de armazenamento.

Diante dos resultados obtidos, concluiu-se que a adição da polpa de maracujá foi eficiente na manutenção da estabilidade do produto, conferindo ao mesmo vida de prateleira compatível com produtos similares comercializados no mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-KAHTANI, H. A.; ABU-TARBOUSH, H. M.; BAJABER, A. S. Chemical changes after irradiation and post-irradiation storage in tilapia and Spanish mackerel. **Journal of Food Science**. v. 61, n. 4, p. 729-733, 1996.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**: edited Ig W. Horwitz 16aed, v. 2. Washington: AOAC,1997, 850p.

AQUERRETA, Y. ASTIASARÁM, I. MOHINO, A. BELLO, J. Composition of pâtés elaborated with mackerel flesh (*Scomber scombrus*) and tuna liver (*Thunnus thynnus*): comparison with commercial fish patês. **Food Chemistry**, Pamplona, v. 77, n. 2002, p. 147-153, 2001.

AQUERRETA, Y.; ASTIASARA, I.; MOHINO, A.; BELLO, J. Composition of pâtés elaborated with mackerel flesh (*Scomber scombrus*) and tuna liver (*Thunnus thynnus*): comparison with commercial fish patês. **Food Chemistry**. Pamplona, v. 77, p. 147-153, 2002.

American Oil Chemists Society- AOCS. **Official methods and recommended practices**. 5 ed. Champaign: AOCS, 1997.

ARAÚJO, J. M. A. **Química dos alimentos: teoria e prática**. 4 ed. Viçosa: editora UFV, 2008. 596p.

BERAQUET, N. J.; LINDO, M. K. **Transformações bioquímicas “post mortem” em pescado**, v.22, n.2, 1985, p.169-192.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2001. 143p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2 ed. Curitiba: Champagnat, 2007. 239p.

GANHÃO, R.; ESTÉVEZ, M.; MORCUENDE, D. Suitability of the TBA method for assessing lipid oxidation in a meat system with added phenolic-rich materials. **Food Chemistry**. v. 126, p. 772-778, 2011.

OLIVEIRA, N. M. S; OLIVEIRA, W. R. M.; NASCIMENTO, L. C.; SILVA, J. M. S. F.; VICENTE, E.; FIORINI, J. E. Avaliação físico-química de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos à sanitização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 28, n. 1, p. 83-89, jan-mar, 2008.

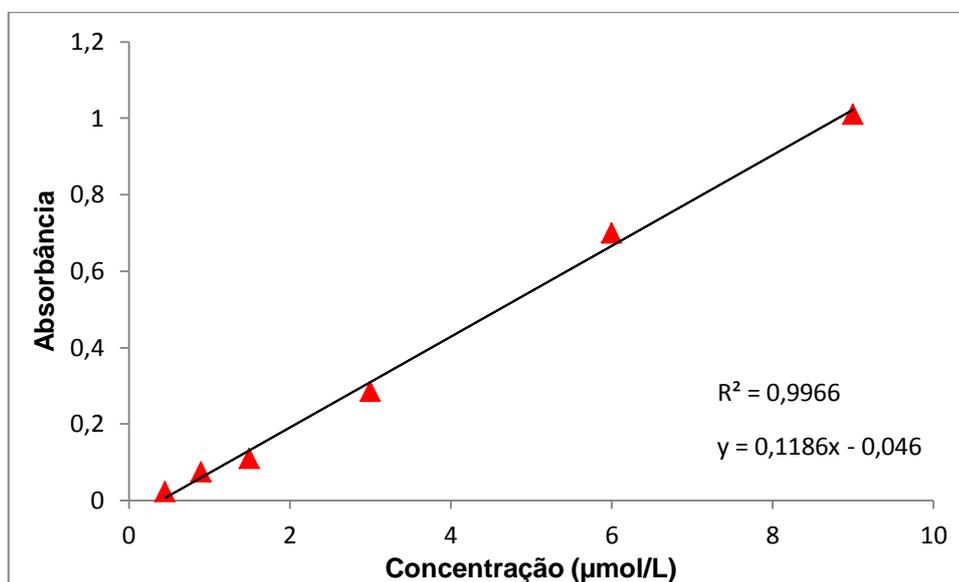
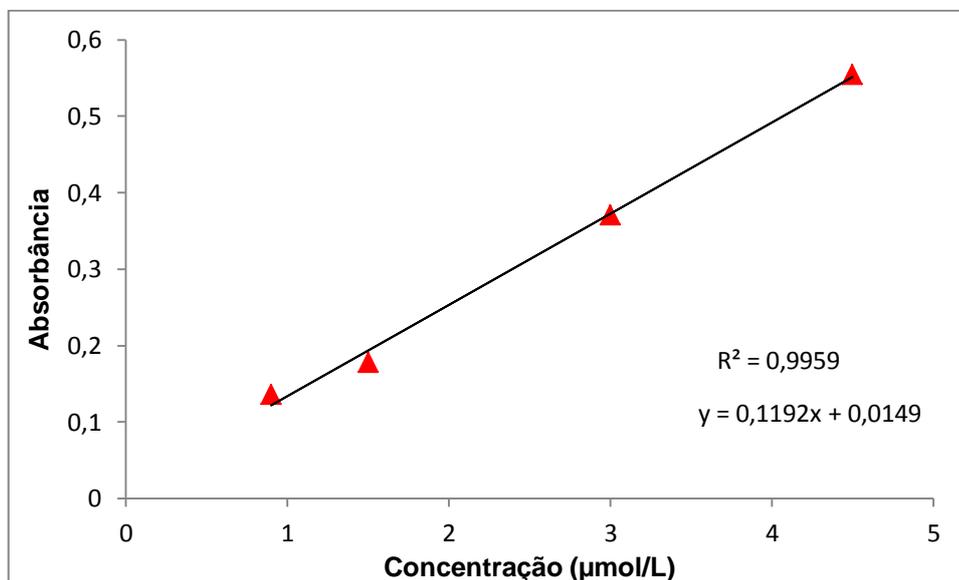
OU, B; HAMPSCH-WOODILL, M; PRIOR, R.L. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.49, p.4619-4626, 2001.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações**. São Paulo: Varela, 1996. 517p.

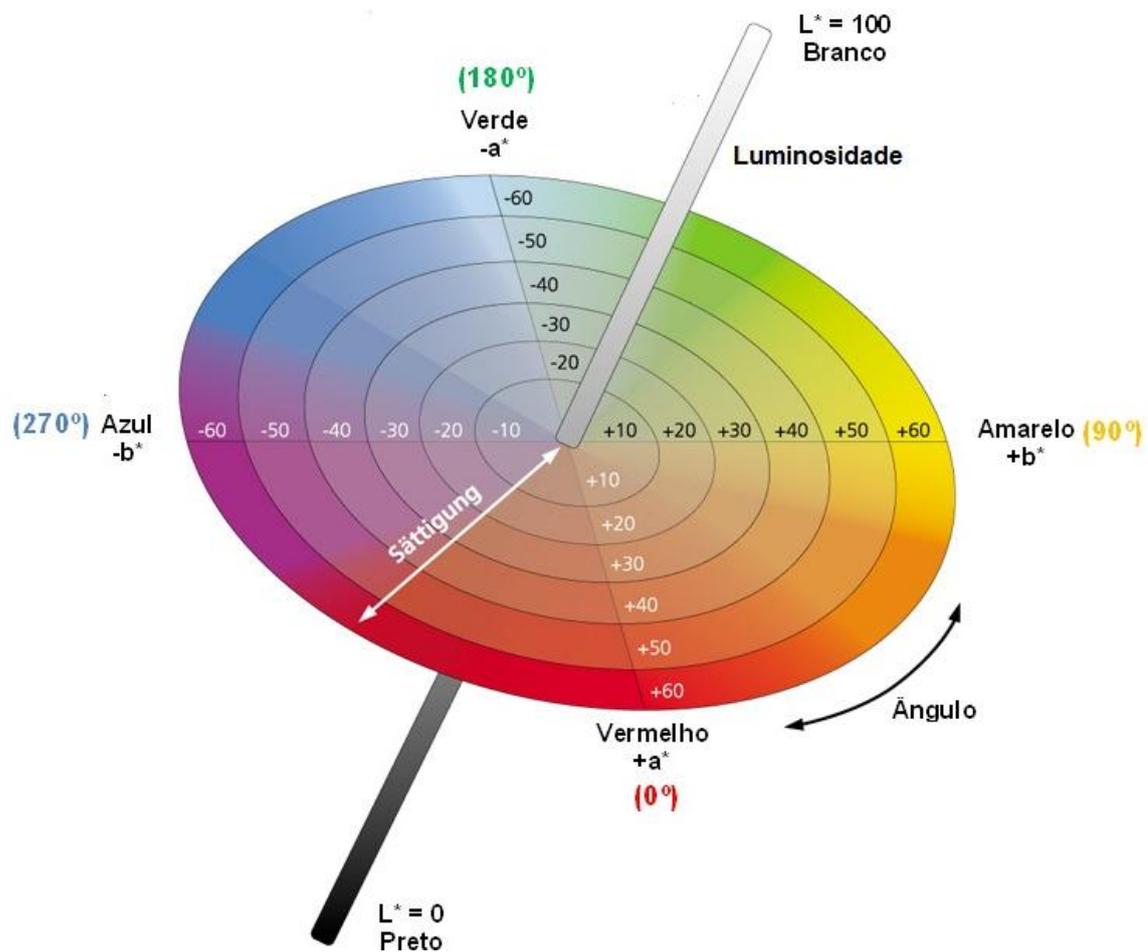
VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 3 ed. Washington: American Public Health Association (APHA), 1992. 1919p.

ANEXOS

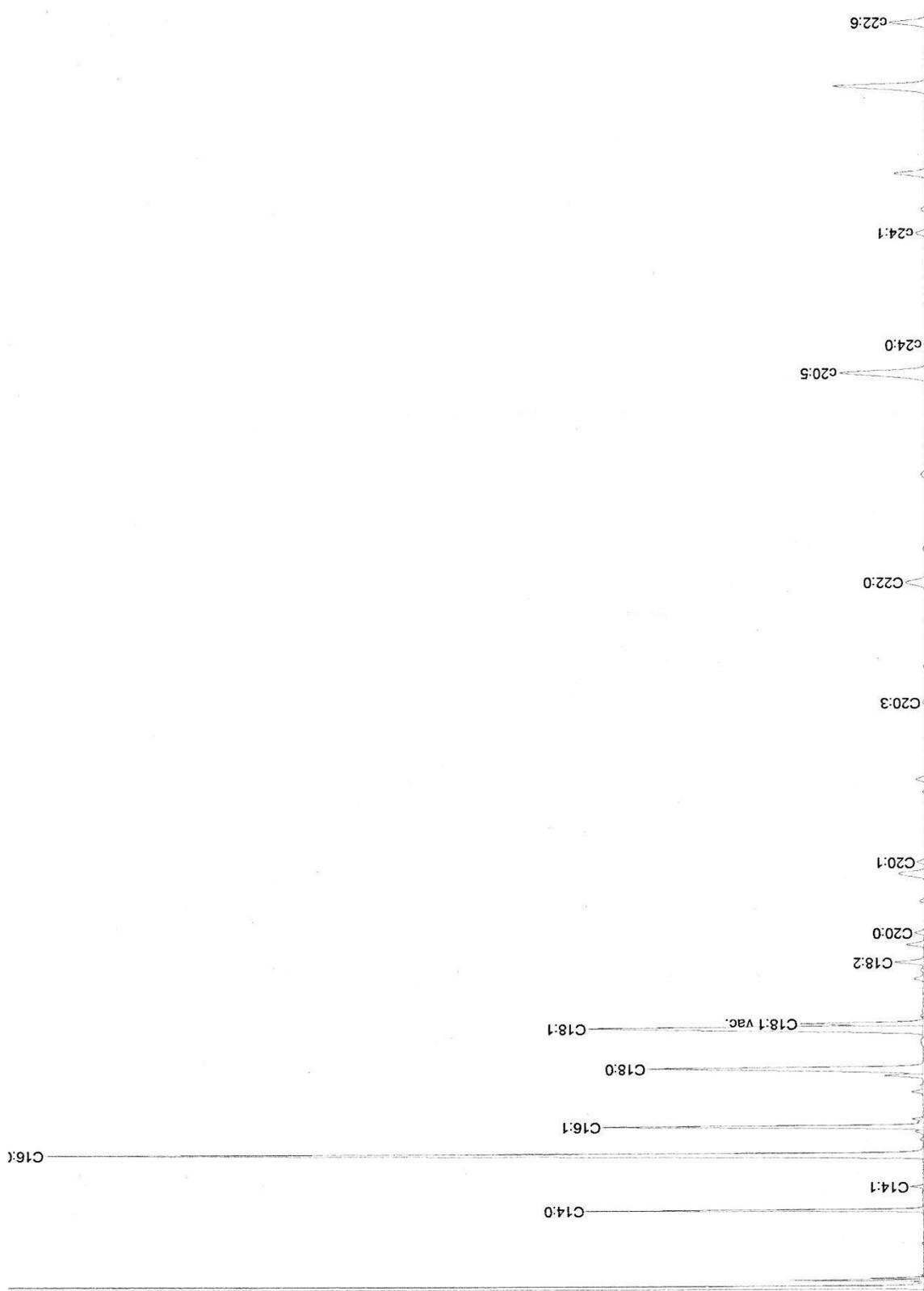
ANEXO A: Curvas padrão utilizadas na análise de TBA



ANEXO B: Diagrama de cores para o sistema CieLab



ANEXO C: Cromatograma de ácidos grasos para a carne mecanicamente separada



ANEXO D: Modelo de ficha utilizada no teste ordenação preferência

TESTE ORDENAÇÃO PREFERÊNCIA	
Nome: _____	Idade: _____
Produto: Patê de peixe	
Você está recebendo 11 amostras de patê de peixe. Por favor ordene as amostras de acordo com sua preferência, em relação à cor, colocando em primeiro lugar a que você mais gostou e em último lugar a que você menos gostou.	
1.	_____
2.	_____
3.	_____
4.	_____
5.	_____
6.	_____
7.	_____
8.	_____
9.	_____
10.	_____
11.	_____
Dê a razão de sua preferência ou rejeição: _____	

ANEXO E: Modelo de ficha utilizada no teste de aceitação de escala Hedônica

Nome: _____	Idade: _____
Produto: Patê de peixe	
Avalie a amostra usando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto quanto a aparência global, cor, sabor, textura e cheiro.	
(9) Gostei muitíssimo	Aparência global: _____
(8) Gostei muito	Cor: _____
(7) Gostei moderadamente	Sabor: _____
(6) Gostei ligeiramente	Textura: _____
(5) Indiferente	Cheiro: _____
(4) Desgostei ligeiramente	
(3) Desgostei moderadamente	
(2) Desgostei muito	
(1) Desgostei muitíssimo	
Comentários: _____	

Qual a sua postura em relação a este produto caso o encontrasse no mercado?	
(5) Certamente compraria	
(4) Possivelmente compraria	
(3) Talvez comprasse, talvez não comprasse	
(2) Possivelmente não compraria	
(1) Certamente não compraria	

