UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José do Rio Preto

Ocilene Maria Correia Ferreira Macena

Carne mecanicamente separada do híbrido Tambatinga (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*) para produção de hambúrguer

São José do Rio Preto
2017

Ocilene Maria Correia Ferreira Macena

Carne mecanicamente separada do híbrido Tambatinga (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*) para produção de hambúrguer

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia e Ciência de Alimentos, Área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES - Proc. DINTER 557/2013 proc. nº 23038.009144/2012-41

Orientador: Profº. Dr. José Francisco Lopes Filho
Co Orientadores: Profº Dr. Roger Darros Barbosa e Profª Dra Elaine Cristina Batista dos Santos

São José do Rio Preto
2017

Macena, Ocilene Maria Correia Ferreira.
Carne mecanicamente separada do híbrido Tambatinga (Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus) para produção de hambúrguer / Ocilene Maria Correia Ferreira Macena. -- São José do Rio Preto, 2017
126 f. : il., tabs.

Orientador: José Francisco Lopes Filho
Coorientador: Roger Darros Barbosa
Coorientador: Elaine Cristina Batista dos Santos
Tese (doutorado)- Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Tecnologia de alimentos. 2. Hambúrgueres. 3. Tambatinga (Peixe) 4. Ácidos graxos. 5. Alimentos - Composição. 6. Alimentos - Propriedades físicas. I. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. II. Título.

CDU – 664

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE
UNESP - Câmpus de São José do Rio Preto

Ocilene Maria Correia Ferreira Macena

Carne mecanicamente separada do híbrido Tambatinga (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*) para produção de hambúrguer

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia e Ciência de Alimentos, Área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de São José do Rio Preto

Financiadora: CAPES - Proc. DINTER 557/2013 proc. nº 23038.009144/2012-41

Comissão Examinadora

Prof. Dr. José Francisco Lopes Filho
UNESP – São José do Rio Preto
Orientador

Prof. Dr. Roger Darros Barbosa
Co Orientador

Profª. Drª. Andréa Carla da Silva Barretto
UNESP – São José do Rio Preto

Prof. Dr. Crispim Humberto Garcia Cruz
UNESP – São José do Rio Preto

Profª. Drª. Rejeana Márcia Lima Silva
IFMA – São Luis Maracanã

Profª. Drª. Rose Meire Vidotti
APTA - Polo Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

São José do Rio Preto
25 de agosto de 2017

Que esta Tese sirva de incentivo as minhas amadas filhas Barbara e Paula, “*tudo podemos Naquele que nos fortalece*”. Dedico a meus pais Sr. Osmar e Dona Perpétua exemplos de integridade e perseverança, e ao meu esposo pela paciência durante esta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus “Todo Poderoso” que me fortalece todos os dias;

Ao Profº. Dr. Roger Darros pela oportunidade de compartilhar seus conhecimentos na composição deste trabalho;

Ao Prof. Dr. José Francisco Lopes Filho orientador e também Coordenador do DINTER - Doutorado Interinstitucional em Engenharia e Ciência de Alimentos, por sua colaboração e empenho em todas as etapas desse doutorado.

A minha amiga e Coordenadora do DINTER Profª Drª. Rejeana Márcia sempre presente;

Aos meus amigos de todas as horas Profº Ms Carlos Costa e Profº Ms Silvio Coelho, sem palavras vocês são ótimos;

Às técnicas em laboratório Deusur e Leidiane pela colaboração nas análises físico-química realizadas no desenvolvimento deste trabalho, e pela amizade;

À minha co orientadora Profª. Drª Elaine Cristina, guerreira e linda, pelo auxílio nas análises microbiológicas;

Ao Prof. Dr. Júnior Cutrim pela colaboração nas análises estatísticas e pelo seu carinho;

Ao IFMA Campus São Luis Maracanã, pela contribuição na realização desse Curso de Doutorado;

A minha chefe imediata Cledes Fernanda que organizou meus horários de forma produtiva o meu muito obrigada;

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação, pelos ensinamentos durante o desenvolvimento do Curso de Doutorado;

A Associação dos piscicultores do povoado de Itans, Matinha-MA, na pessoa do Sr. Elizeu e Sr. Cibalena, o meu muito obrigada pelo apoio;

Aos colegas de curso pelos momentos alegres e às vezes de incertezas, mas sempre em frente, sem tempo a perder, somos tão jovens.... sempre jovens;

À minha família, pelo interesse e incentivo para minha formação;

E aos membros da banca pelas contribuições tão essenciais para finalização desse trabalho.

RESUMO

No cultivo de peixes em águas continentais, destaca-se o hibrido Tambatinga por apresentar excelente taxa de crescimento, no entanto sua aceitação comercial apresenta restrições, em função da presença de espinhas intramusculares. A obtenção da carne mecanicamente separada (CMS) de peixe e suas aplicações em derivados (como o hambúrguer) despontam como soluções tecnológicas para ampliar as possibilidades econômicas desse peixe. Avaliando-se o rendimento da CMS do híbrido Tambatinga (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*) em quatro diferentes classes de peso variando entre 300 a 700 g, obteve-se rendimento médio da CMS com relação ao peixe eviscerado com cabeça variando entre 51,99% e 88,68% na forma de tronquinho (tronco limpo sem pele). As classes de peso entre 300 e 400 g e entre 600 e 700 g apresentaram respectivamente os maiores rendimentos (89,76% e 90,03%) de CMS com relação ao tronquinho. A CMS apresentou em média 19,02% de proteínas, 74,55% de umidade, 4,54% de lipídios, 1,54% de cinzas, e quando comparada com a composição química da carne de filé, não apresentou diferenças no teor de proteínas, mas apresentou maior umidade, lipídios e cinzas. Os ácidos graxos majoritários encontrados na CMS foram o ácido oleico (31,79 a 32,80%), ácido palmítico (27,44 a 27,81%), ácido linoleico (15,45 a 15,95%), ácido esteárico (9,68 a 10,05%) e relação n-6/n-3 de 7,25. Na estocagem a -18 ^{o}C por 90 dias, a CMS manteve-se estável, apresentando bases voláteis totais (BVT) de 1 a 2,28 mg N/100g e oxidação lipídica (TBARS) de 0,04 a 0,16 mg malonaldeído/kg e não diferiram nas diferentes classes de peso. A perda por exsudação da CMS foi menor aos 90 dias de estocagem para as classes de menor peso (300 a 400 g), variando de 4,05% a 5,05%. As análises microbiológicas na CMS e nos hambúrgueres resultaram de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira. A inclusão de farinha de aveia proporcionou menor perda de peso nos hambúrgueres formulados, consequentemente maior rendimento. Todas as formulações de hambúrgueres

avaliadas por consumidores apresentaram índice de aceitabilidade superior a 70%, com aumento deste índice pela adição de fumaça líquida, confirmando potencial tecnológico da CMS de Tambatinga para a elaboração de hambúrguer. Com base nos resultados, a CMS do híbrido Tambatinga pode ser uma excelente alternativa para agregar valor aos produtos da piscicultura com restrições de consumo. O hambúrguer pode ser considerado uma opção para aplicação da CMS de Tambatinga, considerando sua aceitação sensorial.

Palavras-chave: Tambatinga. Carne mecanicamente separada. Rendimento. Composição. Perfil de ácidos graxos. Hambúrguer de peixe.

.

ABSTRACT

On fish farming in continental waters, an economic activity in evolution, stands out the hybrid Tambatinga by presenting excellent growth rate, however its commercial acceptance presents restrictions due to the presence of intramuscular spines. Obtaining mechanically separated meat (MSM) from fish and its applications in derivatives, such as hamburger, appear as technological solutions to increase the economic possibilities of this fish. Evaluating the MSM yield of the Tambatinga hybrid (Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus) in four different weight classes ranging from 300 to 700 g, the average MSM yield varied from 51.99% to 88.68% with respect to the eviscerated fish with head in the form clean skinless trunk. The weight classes between 300 and 400 g and between 600 and 700 g presented, respectively, the highest yields (89.76% and 90.03%) of MSM with respect to the clean skinless trunk. MSM presented on average 19.02% proteins, 74.55% moisture, 4.54% lipids, 1.54% ashes, and when compared to the chemical composition of fish filet, it did not present differences in the protein content, but presented higher moisture, lipids and ashes. The major fatty acids found in MSM were oleic acid (31.79 to 32.80%), palmitic acid (27.44 to 27.81%), linoleic acid (15.45 to 15.95%), stearic acid (9.68 to 10.05%) and n-6 / n-3 ratio of 7.25. At storage at -18 ^{o}C for 90 days MSM remained stable, with total volatile bases (TVB) of 1 to 2.28 mg N / 100 g and lipid oxidation (TBARS) of 0.04 to 0.16 mg malonaldehyde / Kg and did not differ for the different weight classes. MSM exudation loss was lesser at 90 days of storage for lower weights classes (300-500 g), varying from 4.05% and 5.05%. Microbiological analyzes in MSM and hamburgers resulted in compliance with the standards established by Brazilian regulations. The addition of oatmeal flour provided less weight loss in the formulated hamburgers, consequently higher yield. All hamburger formulations evaluated by consumers had an acceptance index higher than 70%, with an increase of this index by the addition of liquid smoke, confirming the

technological potential of the Tambatinga MSM for making hamburger. Based on the results, the MSM from Tambatinga hybrid can be an excellent alternative to add value to fish farming products with consumption restrictions. The hamburger can be considered an option for application of the Tambatinga MSM, considering its sensorial acceptance.

Keywords: *Tambatinga. Mechanically separated meat. Yield. Composition. Fatty acids profile. Hamburger.*

.

TABELAS

Tabela 1. Evolução da produção brasileira de peixes cultivados em águas continentais..... 20

Tabela 2. Evolução da produção da piscicultura continental no Brasil no período de 2013 a 2015..... 20

Tabela 3. Características químicas do hambúrguer cru e cozido..... 42

Tabela 4. Classificação dos peixes em diferentes classes de peso para o processamento..... 49

Tabela 5. Formulação preliminar dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga com diferentes níveis de fumaça líquida..... 63

Tabela 6. Formulação básica dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga..... 65

Tabela 7. Combinação experimental para as formulações de hambúrguer com adição farinha de aveia ou farinha de mesocarpo de babaçu e fumaça líquida..... 65

Tabela 8. Formulação dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga com adição de farinha de aveia ou farinha de mesocarpo de babaçu e de fumaça líquida..... 66

Tabela 9. Médias e desvio padrão do comprimento padrão (CP), comprimento de cabeça (CC), altura do corpo (AC) e comprimento do tronco (CT) por classe de peso..... 72

Tabela 10. Médias e desvio padrão do peso do peixe inteiro (PI), peso do peixe eviscerado (PE), peso da cabeça (PC), peso das vísceras (PV), rendimento de peixe eviscerado (%RPE), percentual do peso da cabeça (%PC); rendimento de peso das vísceras (%PV) por classe de peso..... 73

Tabela 11. Peso médio do peixe eviscerado com cabeça, na forma de tronquinho e rendimento por classe de peso..... 74

Tabela 12. Rendimento médio e desvio padrão (n=3) da CMS para as classes de peso do híbrido Tambatinga em relação ao tronquinho..... 77

Tabela 13. Composição centesimal da carne de filé do híbrido Tambatinga *in natura* para as diferentes classes de peso..... 78

Tabela 14. Composição centesimal da carne mecanicamente separada (CMS) do híbrido Tambatinga para as diferentes classes de peso..... 80

Tabela 15. . Composição de ácidos graxos da carne mecanicamente separada (CMS) de Tambatinga nas diferentes classes de peso..... 83

Tabela 16. Somatórios de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI), poli-insaturados (AGPI) e; e as razões entre n-6/n-3, presentes na carne mecanicamente separada (CMS) nas diferentes classes de peso..... 85

Tabela 17. Valores de BVT (mg N /100g) da carne mecanicamente separada (CMS) para as classes de peso em diferentes tempos de estocagem a -18ºC... 87

Tabela 18. Valores de TBARS (mg de malonaldeído/kg) da carne

mecanicamente separada (CMS) para as classes de peso em diferentes tempos de congelamento (-18ºC)..... 89

Tabela 19. Valores médios e desvio padrão do pH das diferentes classes de CMS de Tambatinga estocadas por noventa dias (-18ºC)..... 90

Tabela 20. Valores das perdas por exsudação da carne mecanicamente separada (CMS) das classes de peso em diferentes tempos de congelamento (-18ºC)..... 90

Tabela 21. Resultados das análises microbiológicas da CMS de Tambatinga recém-processada para as diferentes classes de peso..... 91

Tabela 22. Composição centesimal e pH dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga com diferentes teores de fumaça líquida..... 93

Tabela 23. Composição centesimal do hambúrguer de CMS de Tambatinga em diferentes formulações..... 95

Tabela 24. Resultados da perda de peso, encolhimento no cozimento e capacidade de retenção de água (CRA) dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga para as diferentes formulações..... 97

Tabela 25. Resultados das análises microbiológicas realizadas no hambúrguer de CMS de Tambatinga com diferentes teores de fumaça líquida..... 99

Tabela 26. Resultados das análises microbiológicas realizadas nas diferentes formulações do hambúrguer de CMS de Tambatinga contendo farinha de aveia ou farinha de mesocarpo de babaçu e fumaça líquida..... 99

Tabela 27. Resultados da avaliação sensorial de preferência e ordenação pelo sabor dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga com diferentes teores de fumaça líquida..... 100

Tabela 28. Aceitação das formulações dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga com adição de farinha de aveia ou farinha de mesocarpo de babaçu e fumaça líquida..... 101

Tabela 29. Índice de Aceitação (IA) em percentual (%) das formulações dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga adicionados a farinha de aveia ou farinha de mesocarpo de babaçu e fumaça líquida..... 102

FIGURAS

Figura 1. Exemplar do híbrido Tambatinga (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*)..... 24

Figura 2. Vista da unidade de produção (a) e exemplares de Tambatinga submetidos ao choque térmico (b)..... 48

Figura 3. Fluxograma operacional para o pré-beneficiamento do peixe cultivado..... 49

Figura 4. Medidas corporais realizadas no híbrido Tambatinga: comprimento padrão (CP), comprimento do tronco (CT), comprimento de cabeça (CC) e altura do corpo (AC)..... 50

Figura 5. Imagens das etapas de processamento para obtenção do tronquinho a) exemplares do híbrido Tambatinga eviscerados com cabeça; (b) retirada da cabeça e nadadeiras; (c) tronquinho; e (d) tronquinho sem pele (esquerda) e com pele (direita)..... 53

Figura 6. Equipamento utilizado para extração da CMS de peixe (a), alimentação da máquina com o tronquinho (b), saída da CMS e de resíduos (ossos triturados) (c)..... 54

Figura 7. Imagens da CMS do híbrido Tambatinga (a) carne recém-processada e (b) acondicionada em sacos plásticos em porções de 400 g..... 54

Figura 8. Fluxograma de preparação do tronquinho e processamento da CMS. 55

Figura 9. Fluxograma de elaboração do hambúrguer de CMS de Tambatinga..... 64

Figura 10. Modelo utilizado para teste sensorial de ordenação..... 69

Figura 11. Ficha sensorial para o teste afetivo de aceitação do hambúrguer de Tambatinga com diferentes teores de fontes de fibras e fumaça líquida..... 70

Figura 12. Valores médios da composição centesimal do hibrido Tambatinga com peso entre 300 e 700 g, na forma de file *in natura* e na forma de CMS..... 81

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 15
2 OBJETIVOS..... 18
2.1 Objetivo Geral..... 18
2.2 Objetivos Específicos..... 18
3 REVISÃO DE LITERATURA 19
3.1 Panorama da Aquicultura..... 19
3.1.1 Cenário mundial..... 19
3.1.2 Cenário nacional..... 20
3.1.3 Cenário estadual..... 21
3.2 O Peixe Tambatinga..... 22
3.3 Cadeia de Produção da Piscicultura..... 25
3.4 Qualidade do Peixe de Cultivo em Águas Continentais..... 27
3.5 Consumo de Pescado e seus Benefícios à Saúde..... 29
3.6 Aspectos da Deterioração do Pescado..... 31
3.7 Principais Alterações Físico-químicas e Microbiológicas do Peixe Cultivado..... 32
3.7.1 pH..... 33
3.7.2 Bases nitrogenadas voláteis totais – BVT..... 34
3.7.3 Oxidação lipídica 35
3.7.4 Perda de líquido "*Drip loss*" e capacidade de retenção de água..... 36
3.7 5 Características microbiológicas..... 37
3.8 Conservação do Pescado pelo Frio..... 38
3.9 Carne Mecanicamente Separada – CMS de Peixe..... 39
3.10 Hambúrguer de Peixe..... 41
3.11 Processos de Defumação em Derivados Cárneos..... 43
3.12 Adição de Fibras em Derivados Cárneos..... 45
4. MATERIAL E MÉTODOS..... 47
4.1 Matéria Prima..... 47
4.2 Abate e Pré Beneficiamento..... 48
4.3 Classificação por Peso, Medidas e Rendimento Corporal no Pré Beneficiamento do Híbrido Tambatinga por Classe de Peso..... 49
4.3.1 Medidas corporais dos peixes..... 50
4.3.2 Análise de peso e rendimento corporal dos peixes..... 50
4.4 Processamento dos Peixes para Obtenção da CMS..... 52
4.5 Determinação do Rendimento em CMS do Híbrido Tambatinga por

Classe de Peso..... 54
4.6. Composição Centesimal da CMS..... 56
4.6.1 Determinação da umidade..... 56
4.6.2 Determinação de proteínas..... 56
4.6.3 Determinação de lipídios..... 57
4.6.4 Determinação de cinzas..... 58
4.6.5 Determinação do perfil de ácidos graxos da CMS..... 58
4.7 Estabilidade da CMS sob Congelamento a -18ºC..... 59
4.7.1 Determinação do pH..... 60
4.7.2 Determinação de Bases Voláteis Totais (BVT)..... 60
4.7.3 Determinação da oxidação lipídica..... 61
4.7.4 Determinação das perdas por exsudação "*Drip loss*" da CMS..... 61
4.8 Avaliação Microbiológica da CMS de Tambatinga..... 62
4.9 Elaboração e Avaliação do Hambúrguer de CMS de Tambatinga..... 62
4.9.1 Preparação dos hambúrgueres com diferentes níveis de fumaça liquida..... 62
4.9.2 Preparação dos hambúrgueres com adição de farinha de aveia ou farinha de mesocapo de babaçu e de fumaça liquida..... 64
4.9.3 Análises físico-químicas dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga..... 66
4.9.4 Determinação das perdas de peso, encolhimento por cocção e capacidade de retenção de água do hambúrguer de CMS de Tambatinga com adição de farinha de aveia ou farinha de mesocapo de babaçu e de fumaça liquida..... 67
4.9.5 Avaliação microbiológica dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga..... 68
4.9.6 Análise sensorial dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga..... 68
4.10 Análises Estatísticas..... 71
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 72
5.1 Medidas e Rendimento Corporal no Pré- Beneficiamento do Híbrido Tambatinga por Classe de Peso..... 72
5.2 Rendimento do Tronquinho (corpo limpo) do Híbrido Tambatinga em Função da Classe de Peso..... 74
5.3 Rendimento da CMS do Híbrido Tambatinga em Função da Classe de Peso..... 76
5.4 Resultados das Análises Físico Químicas da CMS..... 77
5.4.1 Composição centesimal da carne de filé e da CMS..... 77
5.4.2 Perfil de ácidos graxos da CMS..... 81
5.5 Resultados da Estabilidade da CMS sob Congelamento a -18ºC..... 86
5.5.1 Bases nitrogenadas voláteis, oxidação lipídica e pH da CMS..... 86
5.5.2 Perdas por exsudação "*drip loss*" da CMS..... 90

5.3 Resultados das Análises Microbiológicas da CMS..... 91

5.7 Caracterizações do Hambúrguer de CMS de Tambatinga..... 92

5.7.1 Caracterização química do hambúrguer de CMS Tambatinga cru com diferentes teores de fumaça líquida..... 92

5.7.2 Caracterização química do hambúrguer de CMS de Tambatinga cru adicionado com farinha de aveia ou mesocarpo de babaçu e fumaça líquida..... 94

5.7.3 Caracterização física do hambúrguer de CMS de Tambatinga adicionado com farinha de aveia ou mesocarpo de babaçu e fumaça líquida..... 96

5.8 Resultados das Análises Microbiológicas do Hambúrguer..... 99

5.9 Resultados das Avaliações Sensoriais do Hambúrguer de CMS de Tambatinga..... 100

6 CONCLUSÃO..... 104

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS..... 106

REFERÊNCIAS..... 107

ANEXOS..... 122

1 INTRODUÇÃO

A piscicultura poderá vir a suprir parte da necessidade de proteína animal para a humanidade. Dentre os fatores que têm favorecido o desenvolvimento gradativo da piscicultura podem ser citados, o excesso da pesca extrativa, o esgotamento dos bancos pesqueiros e o aumento do consumo de pescado. Para suprir a crescente demanda, constitui-se em alternativa promissora a recuperação das proteínas de pescado de espécies de baixo valor comercial ou dos co-produtos de sua industrialização, utilizados na elaboração de produtos semi-prontos, principalmente para aqueles com proteína de alto valor nutricional e valor tecnológico agregado (SIMÕES et al., 1998; FAOa, 2016).

A produção mundial de pescado no ano de 2014 foi da ordem de 167,2 milhões de toneladas. Deste montante o Brasil participou com produção anual de 1.329.631 toneladas, ocupando a 24ª colocação na produção oriunda da pesca extrativista com 767.828 toneladas, e a 13ª posição com produção de 561.803 toneladas advindas da aquicultura (FAOb, 2016).

A maior parcela da produção aquícola brasileira é oriunda da aquicultura continental, na qual se destaca a piscicultura, com produção de 483.241 toneladas em 2015 (IBGE, 2016). As atividades de captura e cultivo de peixes têm sido consideradas como provedoras de fontes de proteínas de alta qualidade, sendo capazes de gerar consideráveis ganhos de renda, principalmente nos países em processo de desenvolvimento. Todavia, as estatísticas mostram uma acentuada redução da atividade pesqueira proveniente da pesca extrativa e, por outro lado, ascensão da aquicultura, fato esse que poderá levar a aquicultura se tornar a grande responsável pela produção de alimentos e renda (BOMBARDELLI; SYPERRECK; SANCHES, 2008).

Com base nas estatísticas de produção de pescado e diante deste panorama, a aquicultura passa a ter um papel crucial não apenas pela sua capacidade de produção de pescado, mas também pelo seu potencial em agregar valor econômico às espécies cultivadas (BRASIL, 2010; FAO, 2014).

No estado do Maranhão, a maioria dos piscicultores prefere cultivar o híbrido Tambatinga por apresentar rápido desenvolvimento, rusticidade e boa aceitação no mercado local, o maior desafio relatado por eles é o processo de eutrofização da água de cultivo, o que por vezes leva a despescas parciais, resultando peixes com

baixo valor econômico e de difícil comercialização. O Tambatinga é um híbrido resultante do cruzamento entre a fêmea de Tambaqui e o macho de Pirapitinga, possui rastros branquiais mais desenvolvidos que seus parentais, possibilitando maior eficiência no processo de filtragem do plâncton existente no meio (GUERRA et al., 1992).

A obtenção de peixes com melhor ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de carcaça são os objetivos de todo piscicultor; o uso da técnica de melhoramento genético, em especial a hibridização é empregada para elevar rendimentos produtivos. Além disso, é necessário consolidar processos de industrialização com desenvolvimento de tecnologias, que visem o aproveitamento de espécies pouco consumidas ou de baixo valor comercial (MINOZZO, 2010).

A intensificação nos sistemas de produção de organismos aquáticos têm revelado obstáculos que afetam diretamente a produtividade e o crescimento dos peixes, como altas densidades de estocagem e manejo inadequado, gerando deficiências nutricionais e variações nas características físico-químicas da água que favorecem a quebra no equilíbrio do sistema de produção, culminando em mortalidades e perdas econômicas, fazendo com que os peixes sejam despescados abaixo de seu peso comercial de abate (OSTRENSKY; BOEGE, 1998).

Uma possível alternativa para o melhor aproveitamento dos peixes de menor valor comercial é a obtenção de Carne Mecanicamente Separada (CMS) de peixes, e seu uso como matéria prima na elaboração de produtos com maior valor agregado. A CMS representa uma alternativa para a diversificação de novos produtos a base de pescado, por ser um alimento de fácil digestão, ser fonte de proteínas, minerais, destacando o cálcio e fósforo, as vitaminas A, D e complexo B, o que o torna um produto de alto valor nutricional (SIMÕES et al., 1998), e principalmente por não possuir espinhas, característica que atrai muitos consumidores (BOSCOLO et al., 2010).

Existe uma demanda em expansão por produtos congelados, saudáveis e de fácil preparo, como hambúrguer de peixe. Por consequência, há uma crescente necessidade em avaliar as mudanças provocadas pelo congelamento e armazenagem sobre as propriedades químicas, físicas e sensoriais do peixe e seus derivados, de forma a manter a qualidade do alimento (BAINY, 2014).

O presente estudo propõe avaliar a elaboração de Carne Mecanicamente Separada (CMS) obtida a partir do hibrido Tambatinga (*Colossoma macropomum x*

Piaractus brachypomus) despescado com baixo valor comercial devido ao menor peso de abate, como também avaliar a aplicação dessa CMS em hambúrguer de peixe.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Obter e caracterizar a carne mecanicamente separada (CMS) do híbrido Tambatinga (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*) com aplicação em hambúrguer.

2.2 Objetivos Específicos

- Classificar os peixes por peso e determinar as medidas e rendimento corporal por classe de peso;
- Determinar o rendimento da CMS produzida a partir do peixe Tambatinga para as diferentes classes de peso;
- Determinar a composição centesimal e o perfil de ácidos graxos da CMS por classe de peso;
- Avaliar a estabilidade da CMS de Tambatinga sob congelamento por 90 dias, por meio do acompanhamento de análises químicas, físicas e microbiológicas;
- Analisar a composição centesimal, características físicas e sensoriais do hambúrguer obtido a partir da CMS de Tambatinga, adicionados com farinha de aveia ou farinha de mesocarpo de babaçu e fumaça líquida.

.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Panorama da Aquicultura

3.1.1 Cenário mundial

A produção mundial de pescado proveniente da aquicultura aumentou a uma taxa de crescimento anual média de 5,5 por cento, de 55,7 milhões de toneladas em 2009 para 73,8 milhões de toneladas em 2014, ultrapassando o crescimento da população mundial em 1,6%. O consumo per capita aparente mundial de pescado está em 20 kg, e tem sido impulsionado por uma combinação do crescimento populacional e urbanização, que contribuem para o aumento do consumo, facilitado pela forte expansão da produção de peixes e canais de distribuição mais eficientes (FAOa, 2016).

Em 2014, os dez maiores produtores de aquicultura (excluindo plantas aquáticas e produtos não alimentares) foram a China (45,5 milhões de toneladas), a Índia (4,9 milhões de toneladas), a Indonésia (4,3 milhões de toneladas), Vietnam (3,4 milhões de toneladas), Bangladesh (2 milhões de toneladas), seguida pela Noruega, Chile, Egito, Mianmar e Tailândia. O Brasil encontra-se na 13ª posição e produziu 561.803 toneladas de pescado proveniente da aquicultura (FAOb, 2016).

O continente asiático continua sendo responsável por mais de 92,3% da produção mundial do peixe de cultivo em água doce, com um volume total de 60.942.658 toneladas no ano de 2014, quando o volume mundial total foi de 65.993.652 toneladas de peixes cultivados em águas continentais. Os cinco principais países asiáticos, liderando essa produção foram China, Índia, Vietnã, Indonésia e Bangladesh. A China foi responsável por mais de 60% da produção mundial de aquicultura no ano de 2014 (FAOb, 2016).

A aquicultura é provavelmente o setor de produção de alimentos com mais rápido crescimento, respondendo por quase 50 por cento de peixe do mundo utilizado para a alimentação. Para além do crescimento, tem sua importância na segurança alimentar e nutricional e como um provedor de rendimentos e meios de subsistência. No entanto, a aquicultura tem grandes interações com a pesca de captura, por exemplo, o uso de unidades populacionais de peixes selvagens em

alimentos para a aquicultura e preocupações com a redução da biodiversidade em função dos peixes fugitivos da aquicultura invadirem o habitat natural (FAO, 2014).

3.1.2 Cenário nacional

O Brasil está entre os maiores produtores de pescado do mundo, de acordo com os dados da FAO atingiu 1.328.829 toneladas em 2014, sendo 767.026 toneladas provenientes da pesca e 561.803 toneladas da aquicultura. A produção de peixes cultivados no Brasil é a atividade zootécnica que apresenta expressivo crescimento no país (FAOb, 2016). A Tabela 1 mostra a evolução de crescimento nos últimos cinco anos da produção de peixes cultivados em água doce.

Tabela 1. Evolução da produção brasileira de peixes cultivados em águas continentais.

	Produção (toneladas/ano)				
	2010	2011	2012	2013	2014
Brasil	320.161	345.789	379.650	391.536	472.624

Fonte: Adaptado de FAOb, (2016).

Segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), responsável há três anos pela divulgação da produção nacional aquícola, em 2015 a aquicultura brasileira produziu um total de 574.164 toneladas de pescado, sendo a maior parte (69,9%) oriunda da criação de peixes, seguida pela criação de camarões (20,6%). A piscicultura nas águas continentais, principalmente de peixes criados em viveiros, tanques-rede e outros sistemas, totalizaram 483.241 toneladas, demonstrando um crescimento de 1,88% em relação ao ano de 2014 (Tabela 2).

Tabela 2. Evolução da produção da piscicultura continental no Brasil no período de 2013 a 2015.

Produção de peixes continentais cultivados no Brasil (ton/ano)		
2013	2014	2015
392,492	474,329	483,241

Fonte: IBGE, 2016

Com a expansão do setor da aquicultura e do aumento do número de espécies que estão sendo reproduzidas e cultivadas, os híbridos interespecíficos são responsáveis por uma proporção substancial da produção aquícola. Contudo, as informações atualmente disponíveis não fornecem uma imagem clara do nível de produção mundial de todos os híbridos. Em 2015 o Brasil produziu 37.443,358 toneladas de peixes híbrido representados pelo Tambatinga (*Colossoma macropomum* fêmea x *Piaractus brachypomum* macho) e Tambacu (*Colossoma macropomum* fêmea x *Piaractus mesopotamicus* macho) (IBGE, 2016).

3.1.3 Cenário estadual

Dentre os estados do Nordeste, o Maranhão é o único que menos se identifica com as características hidrológicas da região, pois em seu território não há estiagem prolongada e nem escassez de recursos hídricos, tanto superficiais como subterrâneos (CORREIA FILHO, 2011). O Estado do Maranhão apesar de inserido na Região Nordeste, não é caracterizado pelo clima semiárido. Na verdade o Estado, em sua maioria, é dominado pela vegetação de floresta, refletindo uma transição entre o nordeste semiárido e a Amazônia úmida. Esta localização transicional contribui para a geração de condições ambientais e socioeconômicas peculiares (IBGE, 1997).

O Estado do Maranhão apresenta uma grande diversificação na produção rural, comparativamente com os recursos naturais, condições climáticas, terras disponíveis, etc. Com todas essas condições favoráveis é possível consolidar a piscicultura, incluindo-a como uma atividade de destaque no cenário econômico estadual e com perspectivas de excedentes exportáveis, promovendo, geração de renda, criando empregos e, por conseguinte, melhoria na qualidade de vida do homem do campo (PAIXÃO FILHO, 2003).

A piscicultura tem se destacado no meio rural como uma das atividades agrárias que possui rentabilidade econômica, capacidade de inclusão de grande contigente de produtores e baixo impacto ambiental (BRASIL, 2015). Portanto, a piscicultura maranhense apresenta-se como alternativa de renda para pequenos, médios e grandes produtores por proporcionar opções de ambientes de cultivo, desde a produção de alevinos até a agregação de valor a produtos processados.

Um importante fator que pode comprometer a ação de piscicultores e pesquisadores da área no Estado do Maranhão, como também no Brasil, refere-se a ausência de coerência nas informações e nos dados estatísticos, nem sempre confiáveis. A ineficiência de coletas de dados dificultam as tomadas de decisões no setor. Os confrontos existentes nos resultados estatísticos de produção pesqueira encontrados nos dados gerados pelo extinto Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE demonstram uma enorme divergência nos resultados, contraditórios e adversos na relação espaço temporal.

Em função de ajustes na metodologia utilizada nas coletas de dados e atualizações das informações estruturais do setor, houve um aumento substancial dos números de produção para a região Nordeste e principalmente no Estado do Maranhão, que no ano de 2010 participou apenas com 1.620,8 toneladas de produção anual aquícola continental (BRASIL, 2011), e, em 2015 o IBGE divulgou uma produção de 19.335,614 toneladas (IBGE, 2016).

A produção de peixes de cativeiro em água doce no Maranhão tem sido realizada de forma aleatória, sem controle sistemático do seu destino; sua comercialização pode acontecer na propriedade ou na comunidade, sem nenhum controle de inspeção sanitária. A demanda maior pelo peixe de cativeiro acontece na Semana Santa (março/abril), visto que os preços são compensadores, o que não ocorre nas demais épocas do ano com a mesma intensidade, pela falta de estrutura de comercialização e escalonamento da despesca (PAIXÃO FILHO, 2003).

3.2 O Peixe Tambatinga

A produção artificial de híbridos interespecíficos na aquicultura mundial abriu uma janela para programas de melhoramento genético com resultados mais rápidos do que os programas convencionais de seleção intraespecífica, pois em muitos casos os híbridos são favorecidos em situações de aumento na produção por modificações das características físicas ou fisiológicas desejáveis. A hibridação é o cruzamento de indivíduos ou grupos geneticamente diferentes envolvendo cruzamentos entre linhagens ou entre espécies. Os termos “híbridos” e “hibridização” foram incorporados pelas ciências naturais, principalmente a genética,

designar o cruzamento entre gêneros, espécies, variedades, linhagens distintas de animais ou vegetais e que produzam descendência viável fértil ou não (HILSDORF et al., 2014).

A hibridação é comumente utilizada pelos aquicultores para obtenção de prole com maior desempenho em relação aos pais. Tem sido usada em várias espécies de peixes para aumentar a taxa de crescimento, na manipulação da diferenciação sexual, na produção de animais estéreis, melhorar a qualidade da carne, aumentar resistência a doenças e tolerâncias climáticas, entre outras características (BARTLEY; RANA; IMMINK, 2001).

Buscando aumentar o potencial das espécies, alguns piscicultores vêm explorando os cruzamentos interespecíficos produzindo híbridos, porém sem informações científicas e qualificação profissional. Apesar da constatação de que a produção de híbridos atualmente já se tornou uma prática comum nas pisciculturas, de modo geral há poucos estudos sobre as vantagens da produção de híbridos em relação aos parentais (SERAFINI, 2010).

A luz dos estudos realizados por Porto-Foresti et al. (2011), sobre as questões genéticas da produção de híbridos no Brasil, destaca-se que a presença de híbridos em ecossistemas aquáticos pode representar ameaça para a conservação de espécies nativas por diversos motivos: a competição por espaço e recursos tende a se tornar mais intensa; a ocorrência de híbridos predadores pode reduzir populações nativas de presas; podem ocorrer restrições de locais de desova; e, o genoma modificado destas espécies poderá causar a chamada contaminação gênica dos estoques naturais, sendo que estes podem apresentar fertilidade e a capacidade de retrocruzar com espécies parentais.

Uma alternativa para controlar os problemas causados pelos híbridos seria a proibição do uso desses peixes, no entanto, frente à importância que representam para a produção aquícola, a proibição talvez gerasse consequências econômicas indesejáveis para o setor, o que poderia causar uma crise na aquicultura brasileira. O ideal, portanto seria buscar o almejado desenvolvimento sustentável, em que não se pode simplesmente proibir, mas não se devem ignorar os problemas decorrentes do uso errôneo destes animais (HASHIMOTO et al., 2012).

O Tambatinga resultado do cruzamento entre a fêmea do Tambaqui (*Colossoma macropomum)* com o macho do Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) é um peixe de escamas, um híbrido que apresenta grande porte, rusticidade e

crescimento rápido, hábito alimentar onívoro, especialmente frugífero - herbívoro, sendo de caráter oportunista, apresenta coloração clara, com as extremidades da nadadeira caudal e anal avermelhadas (Figura 1) (CRUZ et al., 2006).

Figura 1- Exemplar do híbrido Tambatinga (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*)

No Brasil, o Tambatinga é o peixe híbrido de grande interesse para a aquicultura, principalmente por apresentar ganhos superiores em crescimento e em produtividade quando comparado com suas espécies parentais. O seu excelente desempenho zootécnico, pode estar associado ao fato de possuir rastros branquiais bastante desenvolvidos, possibilitando maior eficiência no processo de filtragem do plâncton existente no meio (HASHIMOTO et al., 2012; GUERRA et al., 1992; LIMA, 2014).

O híbrido Tambatinga possui facilidade para atingir o peso comercial em curto período de tempo e com baixos níveis de proteína bruta na dieta, o que representa economia com custos de ração. Ao se iniciar cultivos com híbrido *Colossoma x Piaractus*, pesando 123 g em viveiros escavados, densidade de estocagem (0,5 peixe/m²) e alimentados com ração contendo 24 a 28% de proteínas, pode-se realizar pelo menos duas colheitas anuais, com a obtenção de peixes acima de 1 kg em 105 dias, com uma produção apreciável de 12 toneladas/ha/ano (SILVA-ACUÑA; GUEVARA, 2002).

A superioridade deste híbrido em relação as suas espécies parentais em termos de rendimentos corporais foi estudada por Mora (2005), onde o híbrido Tambatinga, na faixa de peso entre 0,8 e 1,4 kg, apresentou maior rendimento de peixe eviscerado.

Na região Norte, muitos piscicultores preferem a utilização do híbrido Tambatinga alegando que apresenta melhores desempenhos produtivos. Entretanto, muitas informações são empíricas e com baixo volume de trabalhos científicos para avaliar o desempenho produtivo desse híbrido nas condições regionais (PAULA, 2009).

No estado do Maranhão não é muito diferente; a maioria dos piscicultores prefere cultivar o Tambatinga por apresentar rápido desenvolvimento, rusticidade e boa aceitação no mercado local, com preferência por peixes de peso médio entre 1,0 a 1,2 kg na forma *in natura*. A forma de apresentação da maioria dos peixes brasileiros para a comercialização restringe o consumo, principalmente devido à falta de praticidade disponibilizada pelo beneficiamento e de padronização do produto (BOMBARDELLI; SYPERRECK; SANCHES, 2008).

3.3 Cadeia de Produção da Piscicultura

Recentemente o uso do enfoque sistêmico pela abordagem da cadeia produtiva do agronegócio, e em particular da piscicultura, que compreende os seguintes segmentos: sistemas produtivos, insumos e serviços, bem como os setores de transformação, de comercialização e de consumo, considerando os ambientes organizacional e institucional. Em razão da grande interdependência destes segmentos, para o alcance de maior produtividade é necessário que a atuação seja integrada e que tenha o apoio das atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico (SCORVO FILHO, 2004).

A grande vantagem do desenvolvimento da cadeia produtiva do setor aquícola para o piscicultor está no escoamento rápido da produção, mesmo em diferentes tamanhos ou em fases distintas de desenvolvimento do peixe. Para o consumidor, está na aquisição de um produto de alta qualidade e valor nutritivo, com proteína de alto valor biológico, presença de aminoácidos essenciais e ácidos graxos polinsaturados (OETTERER; SIQUEIRA; GRYSCHEK, 2014; NINAN; BINDU; JOSEPH, 2008).

Uma vez ressaltada a importância da aquicultura, destaca-se a contribuição da piscicultura como atividade integrante. O que se verifica é que o mercado de peixe de cultivo está se tornando compatível com outros produtos alimentares, como

frangos, suínos e bovinos, de forma que a piscicultura se coloca nesse setor de mercado com propensão de crescimento apresentando bons índices de resultados (PAIXÃO FILHO, 2003).

O segmento de processamento ou industrialização (transformação) do pescado proveniente de cultivo é ainda incipiente e se resume a algumas indústrias filetadoras de peixes e processadoras de camarão e mexilhão. Segundo Mesquita (2005), muitas tecnologias inerentes ao processamento de novos produtos pesqueiros vêm sendo desenvolvidas e introduzidas com algum sucesso. As indústrias de beneficiamento da produção pesqueira, principalmente no Brasil, se restringem a postear, filetar e congelar os pescados nobres (marinhos) e desconhecem ou subaproveitam o pescado de águas interiores; apenas salgam e filetam peixes como tilápia, pescada, matrinchã, surubim, entre outros. A grande maioria desconhece que a Carne Mecanicamente Separada (CMS) de peixe possui maior viabilidade econômica que o de filetagem, por apresentar recuperação adicional de carne entre 10 e 20% (NEIVA, 2006).

A viabilização do segmento industrial de processamento de pescado proveniente de cultivo baseia-se essencialmente na escolha de espécies com baixo custo de produção, que sejam apreciadas pelo consumidor, e de outras com preço de venda elevado, mas de grande procura pelo consumidor (SCORVO FILHO, 2004).

A exemplo dos setores avícola e bovino há uma tendência de aproveitamento integral do pescado de modo que este possa ser inteiramente explorado, gerando diversos e novos produtos. A intensa busca do consumidor por maior praticidade requer que os produtos sejam de fácil manuseio, como filés congelados individualmente, filés ou pedaços empanados congelados, hambúrguer, croquetes, dentre outros. Além do desenvolvimento destes produtos com maior valor agregado, pode-se aproveitar as aparas resultantes do processo de filetagem de peixes para obtenção de carne mecanicamente separada (SCORVO FILHO, 2004).

Potencialmente a produção da carne mecanicamente separada de peixes, também denominada de “*minced fish*”, elaborada a partir de espécies de peixes amazônicos com baixo valor comercial, pode representar uma opção tecnológica economicamente viável para a região, em consequência haveria a desconcentração do esforço de pesca sobre as espécies mais preferidas, aumento do aproveitamento do músculo do pescado em função do maior rendimento alcançado por essa

tecnologia, e a possibilidade de instalação de pequenas e médias empresas na região, aumentando a oferta de novos produtos de pescado e o emprego da mão de obra local (JESUS; LESSI; TENUTA-FILHO, 2001; LUSTOSA-NETO, 2016).

Contribuir para o desenvolvimento sustentável da aquicultura é promover o fortalecimento de sua cadeia produtiva, com diversidade e ordenamento para a geração do aumento de produção e inclusão social, proporcionando incremento de renda e oferta de emprego para as populações de baixa renda e demais atores relevantes do setor (FAOa, 2016).

3.4 Qualidade do Peixe de Cultivo em Águas Continentais

Segundo Galvão e Oetterer (2014), a qualidade da água de cultivo é o ponto de partida para a produção de pescado, pois uma água em condições inadequadas além de prejudicar os índices zootécnicos, pode interferir nas características sensoriais, favorecendo o surgimento de sabores e odores indesejáveis. Um dos maiores desafios encontrados pelos piscicultores é manter o equilíbrio entre o ambiente de cultivo e o peixe. As boas práticas de manejo durante o período de cultivo e a qualidade da ração utilizada para engorda influenciarão a qualidade da água e, consequentemente a qualidade do peixe (SILVA MACIEL et al., 2012; RODRIGUES et al., 2013).

A presença de sabores e odores indesejáveis (*off flavour*) gera grande impacto na qualidade do pescado de águas continentais; sabe-se que os peixes, tanto de água salgada como de água doce, são suscetíveis à absorção de substâncias químicas presentes em seu ambiente natural. Porém, observa-se que a absorção é mais acentuada em pescado de água doce, porque a água, contendo as substâncias odoríferas, passa diretamente através de suas guelras, enquanto em pescado de água salgada a transmissão de odores é mais lenta, pois as guelras desses peixes apresentam menor permeabilidade (REINECCIUS, 1979).

A ocorrência do *off flavour* é mais frequente em peixes cultivados em viveiros com baixa renovação de água ou de forma intensiva, onde os altos níveis de arraçoamento, e o consequente acúmulo de nutrientes, favorecem a intensa proliferação de algas cianofíceas (notadamente as do gênero *Oscillatoria, Anabaena* e *Simploca*, dentre outras) e fungos *actinomicetos*. Estes organismos são

responsáveis pela produção de geosmina (GEO), associada ao gosto ou odor de terra ou barro, e metil-isoborneol (MIB), responsável pelo gosto ou odor de mofo (odor de porão ou livro mofado) em peixes de piscicultura (KUBITZA, 1999; RODRIGUES et al., 2013).

Os peixes de cativeiro algumas vezes são considerados como alimentos menos saudáveis quando comparados aos peixes da pesca extrativa. Por vezes são mencionadas inferências em relação à qualidade da água, alimentação ou alegado uso indevido de drogas veterinárias. Na maioria dos casos, estes argumentos apresentados não são verdadeiros. De fato, muitos desses fatores podem afetar a qualidade e o valor nutricional dos peixes cultivados, mas devem e podem ser monitorados e controlados no sistema de produção (LITTLE et al., 2012).

A presença de níveis abundantes de ácidos graxos ômega-3 em pescado, pode significar uma estratégia de encorajamento ao consumo de pescado baseado nos efeitos benéficos à saúde (NEIVA, 2006). Os peixes selvagens normalmente têm uma proporção mais elevada dos ácidos graxos eicosapentaenoico (EPA) e docosaexaenoico (DHA) comparado com peixes de cultivo. No entanto, como o teor de gordura total em peixes de cultivo é muitas vezes maior, em alguns casos, a quantidade total destes ácidos graxos pode ser maior nos peixes cultivados. Os ácidos graxos essenciais originam-se principalmente a partir da alimentação do peixe. No caso de peixes cultivados, eles provêm de óleos de peixe incorporados na dieta e, no caso de peixes selvagens, eles provêm das algas que ocorrem naturalmente no meio aquático (HOSSAIN, 2011).

O foco crescente sobre os benefícios do consumo de peixe trouxe a preocupação com o pescado também como fonte de contaminantes. O consumo de peixe, como qualquer outro alimento pode levar à ingestão de substâncias nocivas, tais como metais pesados, dioxinas, pesticidas e resíduos de medicamentos veterinários. No entanto, a aquicultura não é a principal fonte destes contaminantes, quando produzidos de forma sustentável. Os mecanismos de controle em geral, seleção da matéria prima na fase de pré-beneficiamento aliada às boas práticas de fabricação (BPF) devem funcionar de forma eficaz, garantindo que apenas produtos seguros cheguem aos consumidores. Entretanto, os peixes de cultivo não representam um grande risco para a saúde em comparação com outros produtos cárneos de cultivo ou mesmo peixes selvagens. Pelo contrário, peixes de cultivo são considerados excelentes alternativas para uma dieta saudável. Dado o baixo

potencial de aumento da produção de peixes da pesca extrativa, os produtos da aquicultura são susceptíveis para constituir uma parcela ainda maior do mercado no futuro (FAO, 2014; LITTLE et al., 2012).

Os peixes de cultivo apresentam composição de nutrientes mais constantes em comparação com os seus semelhantes da natureza, cujo ambiente, tipo e acesso de alimentação variam durante o ano. O ambiente dos peixes de cultivo pode ser monitorado para garantir um produto uniforme, ao controlar a composição e qualidade das rações e de outras entradas, a aquicultura pode produzir peixes e produtos derivados saudáveis com ótima composição nutricional (FAO, 2014).

O conhecimento da composição química do pescado é importante, sob o ponto de vista nutricional e do aspecto tecnológico, como indicativo de processamento mais adequado e eficiente a ser empregado. A composição química do pescado é extremamente variável e depende de vários fatores como época do ano, tipo, quantidade e qualidade do alimento consumido, estágio de maturação sexual, idade e parte do corpo analisada (OGAWA; MAIA, 1999; OETTERER; SIQUEIRA; GRYSCHEK, 2014).

De modo geral, o músculo do pescado pode conter de 60% a 85% de umidade, 16% a 22% de proteínas, 0,4% a 2% de cinzas e 0,2% a 30% de lipídeos, sendo que este último componente apresenta variação mais significativa em vista do tipo de músculo (a carne dorsal apresenta menor quantidade lipídica do que a carne ventral), espécie, sexo, idade, época de captura, *habitat* e dieta consumida (OGAWA; MAIA, 1999, VISENTAINER et al., 2003).

3.5 Consumo de Pescado e seus Benefícios à Saúde

O comércio mundial de produtos pesqueiros alcançou recorde de 160,2 milhões de dólares em 2014, com consumo mundial de 19,2 kg de pescado por pessoa/ano, sendo que a aquicultura contribuiu com quase metade desse valor (FAOa, 2016)**,** principalmente em virtude da mudança de hábitos alimentares, ocorrida nas últimas décadas.

A população mundial tem buscado uma alimentação mais saudável, com menor teor de gorduras saturadas, o que contribuiu para o aumento da demanda de carne de pescado. Seguindo a linha dos produtos de conveniência, as indústrias

processadoras de pescado poderiam oferecer aos consumidores propostas mais ousadas, como, por exemplo, produtos elaborados com CMS congelada, em formatos definidos e prontos para serem usados em preparações mais sofisticadas, ou como guarnições e aperitivos (SILVA MACIEL et al., 2012; LUSTOSA-NETO, 2016).

A mudança nos hábitos da população e o aumento do poder aquisitivo dos consumidores em alguns países têm permitido o consumo de pescado, que anteriormente era consumido principalmente na forma *in natura*, para produtos parcialmente ou inteiramente elaborados. Entre esses novos tipos de produtos derivados de pescado, estão aqueles que utilizam a CMS ou "*minced fish*" e/ou o "surimi"[1] como seu principal ingrediente (JESUS; LESSI; TENUTA-FILHO, 2001).

O interesse pelo pescado como alimento aumentou após a constatação do seu alto valor nutritivo, principalmente pelos altos teores de vitamina A e D, cálcio e fósforo, baixa quantidade e considerável qualidade dos lipídeos e proteínas de elevado valor biológico (OETTERER, 2002).

A aquicultura pode desempenhar um importante papel na melhoria da nutrição da população mundial, considerando que as deficiências de micronutrientes afetam centenas de milhões de pessoas, em particular as mulheres e as crianças nos países em desenvolvimento. Segundo a FAO (2014) mais de 250 milhões de crianças em todo o mundo estão em risco de deficiência de vitamina A, 200 milhões de pessoas têm bócio; 20 milhões têm dificuldades de aprendizagem como resultado da deficiência de iodo, 2 bilhões de pessoas (mais de 30 por cento da população do mundo) apresentam deficiências de ferro, e 800 000 mortes de crianças por ano são atribuídas à deficiência de zinco.

Os benefícios em consumir pescado são diversos, é crescente a compreensão do peixe como fonte de nutrientes essenciais, todavia há aumento de inquietações sobre o pescado como uma provável fonte de contaminantes na dieta. A *Food and Agriculture Organization* (FAO) e a *World Health Organization* (WHO), realizaram consulta a especialistas sobre os riscos e benefícios do consumo de peixe em 2010. A conclusão do trabalho foi de que os benefícios do consumo de

[1] "surimi" é o produto congelado obtido a partir da carne mecanicamente separada de pescado, submetida a lavagens sucessivas, drenagem e refino, adicionado de ingredientes e aditivos crioprotetores (FAO/WHO, 2009).

peixe superam os riscos para quaisquer espécies cultivadas estudadas, e que o consumo de qualquer quantidade de peixes tem impacto positivo sobre a saúde. Portanto, peixes oriundos de cultivo, sob condições controladas devem ser considerados como componentes de uma dieta boa e saudável (FAO/WHO, 2011).

Além dos fatores mencionados, o relatório da FAO também confirma que pesca e aquicultura desempenham papel importante na nutrição, segurança alimentar e meios de subsistência. Consumir peixe frequentemente faz parte da tradição cultural de muitas pessoas e, em determinadas populações os peixes e produtos da pesca representam importantes fontes de alimentos e nutrientes essenciais. Com o crescimento da população mundial, a procura por peixes e seus derivados deverá aumentar. Alimentos obtidos a partir do meio aquático têm um papel especial como fonte de ácidos graxos de cadeia longa como o ômega-3, ácido eicosapentaenoico (EPA) e docosaexaenoico (DHA), importantes para o neuro desenvolvimento ideal do cérebro principalmente das crianças (FAO/WHO, 2011).

3.6 Aspectos da Deterioração do Pescado

O peixe representa uma valiosa fonte de proteínas e nutrientes na dieta de muitos países e sua contribuição para a segurança alimentar está aumentando significativamente, consequentemente o manuseio pós-colheita, processamento e transporte requerem cuidados especiais, a fim de garantir a qualidade e segurança adequada. É extremamente necessária a manutenção do valor nutricional do peixe, preservando as vantagens da sua composição rica em nutrientes e evitar os desperdícios (FAOa, 2016).

A deterioração do pescado se inicia logo após a morte pela autólise e decomposição bacteriana. As reações "*post mortem"* podem ser classificadas, conforme os efeitos que causam, em modificações das propriedades físicas do músculo, degradação do glicogênio e dos nucleotídeos e alteração das proteínas (desnaturação e autólise) (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; AIURA, 2007).

Após a morte do peixe, cessa a entrada de oxigênio, e os produtos metabólicos não oxidados no sangue e nos músculos paralisam o sistema nervoso fazendo com que ocorra hiperemia e a liberação de muco, a fase de pré *rigor mortis* que dura de 1 a 2 horas, conferindo maciez à carne do peixe (SANTOS, 2013).

O manejo inadequado antes do abate pode levar à deterioração mais rápida da carne, sendo indicada a suspensão do arraçoamento dos peixes antes da despesca. O jejum é uma prática orientada pelos órgãos fiscalizadores, com o objetivo de promover o esvaziamento do trato gastrintestinal e, consequentemente, a redução do risco de contaminação do produto pelas fezes por ocasião do processamento (RODRIGUES et al., 2013); além de retardar as reações enzimáticas (KUBITZA, 1999).

As espécies de peixes têm respostas variadas aos diferentes métodos de captura e abate que podem influenciar diretamente sobre a degradação muscular pós-morte da carne. Em animais submetidos às condições de estresse antes do abate ocorre a perda de glicogênio e por consequência um rápido decréscimo da quantidade de ATP no músculo. Posteriormente, ocorre o enrijecimento do músculo ao máximo, reduzindo a sua capacidade de retenção da água e redução da acidez comprometendo a qualidade microbiológica da carne, pois o aumento do pH facilita a proliferação da flora microbiana existente no pescado (WILKINSON; NICHOLAS; MARK, 2008; HUSS, 1998).

A musculatura de peixes vivos é estéril, livre de bactérias, mas assim que ocorre a morte do animal iniciam as reações autolíticas e posteriormente o músculo é invadido por micro-organismos, dando inicio ao fenômeno da deterioração dos peixes (GALVÃO; OETTERER, 2014). Uma grande variedade de gêneros bacterianos são encontrados na mucosa que reveste toda a superfície externa dos peixes, corpo, guelras e intestino. Este limo ou muco é formado principalmente pela glicoproteína mucina, considerada um bom meio para o desenvolvimento de micro-organismos e veículo para penetração em outras partes do corpo (ORDÓÑEZ, 2005).

3.7 Principais Alterações Físico-químicas e Microbiológicas do Peixe Cultivado

Como qualquer animal, os peixes passam por alterações químicas, físicas e microbiológicas após a morte, que os conduzem a sua completa deterioração. A aquicultura de precisão coloca bastante ênfase nas técnicas de cultivo com o

objetivo de reduzir os custos de produção, aumentar a produtividade e a rentabilidade dos empreendimentos, bem como mitigar os impactos ambientais. No entanto, a importância da despesca como estágio final da produção é muitas vezes negligenciados. Idealmente, a despesca deve ser entendida como um processo onde os peixes são tratados com o maior cuidado para minimizar o stress antes do abate (WILKINSON; NICHOLAS; MARK, 2008).

3.7.1 pH

Os diferentes métodos de abate do pescado causam estresse conduzindo a um rápido consumo nas suas reservas de glicogênio e ATP, produzindo ácido lático e consequentemente redução do pH do músculo. Assim, os peixes submetidos à condição de estresse antes e durante o abate entram na fase de *rigor mortis* rapidamente. Valores iniciais baixos de pH após o abate estão associados ao alto estresse na fase de pré abate (despesca), afetando a qualidade do peixe e diminuindo a vida de prateleira, acelerando a degradação do pescado pela liberação de enzimas proteolíticas, ou seja, o método de abate interfere na qualidade final do produto, pois o estresse causado antes e durante o abate é inversamente proporcional ao tempo de prateleira do pescado (FREIRE; GONÇALVES, 2013).

O pH do tecido muscular dos peixes vivos está bem próximo da neutralidade. Como anteriormente mencionado o consumo de glicogênio induz a produção de ácido lático promovendo queda no pH do músculo e posteriormente, durante o *pós-mortem* ocorrem pequenas alterações, nas quais o pH permanece constante ou aumenta ligeiramente, devido à formação de compostos alcalinos (HUSS, 1998). Após a morte do pescado, o teor de ácido lático gerado a partir do glicogênio é a principal causa do decréscimo do pH no músculo durante a resolução do *rigor mortis* (SIKORSKI, 1990; GALVÃO; OETTERER, 2014).

O valor do pH da carne do peixe apresenta geralmente uma redução logo após sua captura. O pH do músculo do pescado após abate apresenta maior queda comparando a outros animais, devido à menor reserva de glicogênio. Pode-se dizer, de forma geral, que o pH decresce de 6,9 a 7 até 6,2 a 6,3 em pescado magros, embora possam atingir valores de aproximadamente 5,5 a 5,7, em pescado de carne escura, como alguns tunídeos, cavala, etc. (PEREDA et al., 2005).

O valor do pH por si só não constitui-se um bom parâmetro para avaliar a qualidade do pescado ou de outros animais; mesmo assim o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA considera o pescado fresco quando o pH da sua carne externa é inferior a 6,8 e o da sua carne interna é inferior a 6,5 (BRASIL, 1952).

3.7.2 Bases nitrogenadas voláteis totais – BVT

As Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (BVT) compreendem um grupo de compostos nitrogenados, como amônia, trimetilamina, dimetilamina e metilamina formados quando o peixe está em fase de deterioração, sendo o amoníaco o composto mais acentuado produzido principalmente pelas enzimas endógenas e de origem bacteriana (SIKORSKI, 1990: OGAWA; MAIA, 1999).

A concentração de BVT é um dos parâmetros mais utilizados para avaliar a decomposição do peixe devido a sua simplicidade analítica e razoável concordância com o estado de frescor, pois apresenta procedimento analítico simples, de baixo custo e independe de grande aparato de equipamentos (CONTREAS-GUZMÁN, 1994; CICERO et al., 2014).

A medida da quantidade de BVT em uma amostra de músculo de pescado consiste na quantificação de aminas como a trimetilamina (TMA), dimetilamina (DMA) e amônia, que são formadas durante o processo de deterioração do pescado (OGWA; MAIA, 1999; CICERO et al., 2014).

No Brasil, a Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento estabelece o valor de 30 mg de N/100 g como limite máximo de BVT para pescado fresco, exceto para elasmobrânquios (BRASIL, 1952). De acordo com Ogawa e Maia (1999), para peixes em excelente estado de frescor, o teor de BVT atinge de 5 a 10 mg de N/100 g de músculo; peixes com frescor satisfatório podem atingir até 15 a 25 mg de N/100 g. Antes de ocorrerem as alterações, os teores podem variar de 30 a 40 mg de N/100 g, e quando deteriorado, o teor estará acima de 50 mg de N/100 g.

Peixes marinhos e peixes de água doce quando armazenados resfriados em gelo apresentaram evoluções de BVT distintas, assim, os peixes de água doce geralmente apresentam baixos valores de BVT devido ao oxido de trimetilamina

(OTMA) estar ausente ou aparecer em pequenas quantidades (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994).

A determinação do nitrogênio presente em bases voláteis totais (BVT), por mais que seja empregada na avaliação do frescor do pescado, é muito discutida entre os pesquisadores, especialmente quando se trata do limite de aceitação do produto que é de 30 mg de N/100 g, porém, tem se mostrado compatível com outros parâmetros de avaliação, desta forma sendo considerado aceito em diversos países, incluindo o Brasil (TEODORO; ANDRADE; MANO, 2007).

3.7.3 Oxidação lipídica

A estocagem sob congelamento não interrompe completamente todas as possíveis alterações na qualidade do produto, principalmente as reações que induzem as alterações oxidativas, que continuam a ocorrer, mesmo em baixa temperatura (NEIVA, 2003). A oxidação lipídica é um fenômeno espontâneo e inevitável, com implicação direta no valor comercial do pescado ou dos produtos que a partir deles são formulados. Estes tipos de reações não só diminuem o tempo de vida útil e o valor nutritivo dos produtos alimentares, como podem gerar compostos nocivos a saúde (SILVA et al., 1999).

As reações oxidativas podem ser detectadas pela quantificação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) (OSAWA; FELÍCIO; GONÇALVES, 2005). A fração lipídica de peixes por ter como característica a presença de ácidos graxos insaturados, por esta razão um dos métodos mais utilizados para se avaliar a extensão da estabilidade lipídica é a determinação TBARS, que quantifica o malonaldeído (MDA), um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poli-insaturados, formado durante o processo oxidativo (CECCHI, 2003; SANTOS, 2013).

Particularmente para carnes de animais terrestres, pescado e derivados, a informação do valor de TBARS é bastante relevante. Em peixes, a quantidade e qualidade dos lipídeos são variáveis, mas em geral, peixes fluviais, lacustres e cultivados apresentam tendência a ter maior quantidade de lipídeos quando comparados aos peixes marinhos (OSAWA; FELÍCIO; GONÇALVES, 2005;

CONTRERAS-GUZMÁN, 1994), consequentemente mais sujeitos as reações oxidativas.

A reação envolve o ácido 2-tiobarbitúrico com o malonaldeído, produz um composto de cor vermelha, detectado espectrofotometricamente a 532 nm de comprimento de onda, sendo sua quantificação feita a partir de curvas de calibração construídas com concentrações conhecidas do reagente. Os resultados são expressos em unidade de absorbância por unidade de massa de amostra, definidos em mg de malonaldeído por kg de amostra (ANGELO, 1996).

A legislação vigente no Brasil não apresenta limites para mg malonaldeído/kg em produtos cárneos. Entretanto, o produto cárneo pode ser considerado em bom estado apresentando valores abaixo de 3,0 mg de malonaldeído/kg de amostra (CABRAL et al, 2012). Em geral, pescado apresenta maiores valores de TBARS do que as demais carnes, em razão de sua rica composição de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (OSAWA; FELÍCIO; GONÇALVES, 2005). Valores de TBARS até 1,59 mg de aldeído malônico/kg de amostra são considerados baixos para serem percebidos por análise sensorial e não causam problemas para saúde do ser humano (TORRES; OKANI, 1997).

3.7.4 Perda de líquido "*Drip loss*" e capacidade de retenção de água

A habilidade do músculo *post-mortem* para retenção natural do conteúdo de água é conhecida como capacidade de retenção de água (CRA). A força de interação entre a água e as proteínas varia com suas distâncias e com o meio, principalmente com o pH do meio, que exerce uma influência significativa na retenção de água intramuscular (GONÇALVES, 2005).

Quanto mais próximo da neutralidade, maior será a retenção de água, mas se o pH se aproximar do ponto isoelétrico das proteínas (pH ≈ 5,0), como consequência do acúmulo de ácido lático no *post-mortem*, importantes componentes do músculo (mioglobina, enzimas lisossomais, nucleotídeos e nucleosídeos, aminoácidos livres, vitaminas e minerais) são solubilizados na água liberada do músculo e parcialmente perdidos por exsudação (*drip loss*), onde há uma perda significativa da qualidade final do pescado (TOLDRÁ, 2003).

3.7 5 Características microbiológicas

O peixe possui normalmente bactérias na sua superfície, nas guelras e no intestino que fazem parte da microbiota do peixe vivo, mas quando termina o "*rigor mortis*", a acidez decresce, essas bactérias invadem os tecidos, inclusive de dentro para fora, principalmente nos peixes comercializados com vísceras. As bactérias anaeróbicas decompõem o óxido de trimetilamina em trimetilamina e amoníaco, altamente solúveis em água e que se distribuem rapidamente por todo tecido muscular (OETTERER, 2002).

As características microbiológicas dos peixes após o processamento refletem as condições higiênico-sanitárias originais da matéria prima, dos equipamentos e utensílios, do manipulador de alimentos, do controle tempo/temperatura durante o processo, das boas práticas de fabricação e da sanitização geral na produção, assim como, cuidados na embalagem e congelamento (LISTON, 1990).

O desenvolvimento microbiano no músculo do pescado é favorecido pelo elevado teor de proteínas, elevada atividade de água, assim como a existência de substâncias nitrogenadas livres que favorecem a deterioração (OETTERER; SAVAY-DA-SILVA; GALVÃO, 2012).

Na indústria de processamento há diferentes formas de contaminação do pescado por micro-organismos, principalmente no processo de obtenção da CMS, onde músculo do peixe é triturado e o material intracelular, aminoácidos e vitaminas, são expostos, tornando-se fonte de nutrientes para as bactérias, que podem se instalar e multiplicar neste material. Por esta razão, o processo de obtenção da CMS deve ser o mais higiênico possível (OLIVEIRA FILHO, 2009).

A Legislação Brasileira (BRASIL, 2001) estabelece padrão microbiológico para pescado a contagem de Coliformes a 45°C NMP máximo de 10^2/g, *Staphylococcus* coagulase positiva máximo 10^3 UFC/g, *Salmonella spp.* ausência em 25 g de amostra, não havendo limites para coliformes totais e contagem total de micro-organismos aeróbios.

3.8 Conservação do Pescado pelo Frio

Segundo Galvão e Oetterer (2014), o congelamento é considerado o melhor método para prolongar a vida útil do pescado desde que adequadamente conduzido, inibe a deterioração microbiana, reduz a velocidade das reações químicas, como a ação de enzimas e oxidação lipídica e ao mesmo tempo, conserva o sabor, o aroma, a cor e o valor nutricional dos alimentos, além de causar alteração mínima na textura após o descongelamento. A qualidade do produto é proporcional à intensidade de frio utilizada.

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, (RIISPOA), artigo 439, parágrafo 3º e artigo 440, define o pescado congelado da seguinte forma: “Entende-se por congelado o pescado tratado por processos adequados de congelação, em temperatura não superior a -25°C; que depois de submetido ao congelamento, o pescado deve ser mantido em câmara frigorífica a -15°C; e que uma vez descongelado, não pode ser novamente recolhido às câmaras frigoríficas” (BRASIL, 1952).

O peixe quando é conservado sob congelamento, durante a estocagem ocorre a formação de cristais de gelo de diferentes tamanhos, que podem ocasionar a redução da qualidade (BEVILACQUA; D´ALMORE; POLONARA, 2004; ORDONEZ, 2005; GONÇALVES, 2005).

Muito embora se conheça, teoricamente, que as formas de congelamento do pescado e os possíveis problemas que possam acontecer, durante e após o congelamento afetam sua qualidade, um estudo criterioso para garantir a qualidade do produto final deve ser realizado (GONÇALVES, 2005).

Nos estudos realizados por Bainy (2014) sobre avaliação dos processos de congelamento do hambúrguer de Tilápia através da elaboração das curvas de congelamento, utilizadas para caracterizar o congelamento como rápido ou lento, dependendo do perfil da curva obtida, a autora observou que o hambúrguer levou mais que o dobro do tempo para congelar no refrigerador doméstico, quando comparado ao freezer com a função de congelamento rápido, favorecendo a formação de cristais de gelo maiores.

O *Codex Alimentarius* define, para várias espécies de pescado, o congelamento rápido, como completo, quando, após a estabilidade térmica, o produto tiver alcançado no centro térmico a temperatura de -18°C. A estocagem a

-18°C mantém a qualidade do produto por 6 a 8 meses, se o pescado for gordo ou pré-cozido, e por 10 a 12 meses para peixes magros e *in natura*. O armazenamento congelado entre -15°C e -18°C está, na maioria dos alimentos, acima do ponto eutético (ponto de congelamento). A essas temperaturas baixas, os microrganismos deixam de se multiplicar, porém alterações físicas e químicas podem modificar a cor, o aroma e a textura dos alimentos, No geral, o valor nutritivo dos alimentos submetidos ao congelamento fica integralmente conservado (OETTERER; SAVAY-DA-SILVA; GALVÃO, 2012).

Os problemas que geralmente podem surgir quanto à manutenção da qualidade nutricional dos peixes submetidos ao congelamento estão na estocagem e no descongelamento. As perdas por exsudação durante o descongelamento, por sua vez, serão maiores se houver oscilações na temperatura de estocagem; as enzimas agem na fração proteica e as proteínas solúveis são arrastadas (GONÇALVES, 2005).

3.9 Carne Mecanicamente Separada – CMS de Peixe

Na literatura podem ser encontrados diversos termos referentes à carne mecanicamente separada de pescado, podendo-se citar CMS de pescado, "*minced fish*", polpa de pescado, cominutado ou cominuído de pescado, carne de pescado desossado, entre outros (NEIVA, 2003).

A CMS é obtida pela passagem do pescado eviscerado e descabeçado ou dos resíduos da filetagem por uma máquina separadora de carne e ossos podendo ou não ser lavada com água ao final do processo. A CMS de pescado é obtida por tecnologia própria e não pode, portanto, simplesmente ser confundida como pescado triturado (TENUTA-FILHO; JESUS, 2003).

O termo CMS (carne mecanicamente separada) é por vezes utilizado, mas refere-se principalmente para a carne de bovino ou de aves. Para a elaboração da CMS de peixe pode-se utilizar peixes íntegros eviscerados, descabeçados e sem pele, ou pedaços de peixe, tais como resíduos de filetagem (por exemplo, aparas de filés e cortes-V), onde são introduzidos na abertura superior da despolpadeira, a carne é espremida por um conjunto de discos e removido do seu interior por meio de um parafuso do tipo rosca sem fim. A textura da carne triturada, a cor do produto, e

o rendimento de carne são afetados pelo diâmetro dos discos, pela pressão aplicada e matéria-prima utilizada. Para diferentes aplicações, as perfurações dos discos podem variar desde 1 a 10 mm. Dependendo da matéria-prima utilizada e as condições aplicadas, alguns fragmentos de pele e osso podem passar juntamente com a carne triturada (WHITTLE; HOWGATE, 2002; LUSTOSA-NETO, 2016).

A produção de carne mecanicamente separada (CMS), obtida por meio da separação do músculo e espinhas, foi concebida inicialmente para proporcionar o máximo rendimento da carcaça. O produto obtido, a CMS, se mostrou uma ótima matéria prima para a elaboração de variadas opções de derivados que atendem à demanda por uma alimentação saudável aliada à praticidade do seu preparo. Além disso, apresenta-se como solução para a problemática das espinhas em Y, característica da maioria dos peixes de água doce; no caso do Tambatinga propicia a inclusão do pescado no cotidiano, desmistificando a questão do aproveitamento desse peixe apenas por consumidores bem específicos (BOSCOLO et al., 2010).

A composição em nutrientes da CMS de peixe é muito similar ao do músculo *in natura*, se for preparada com o peixe integral. A utilização do processo de lavagem da CMS, com água refrigerada, tem como objetivo remover parcial ou totalmente as proteínas sarcoplasmáticas, pigmentos, sangue e lipídeos que causam a oxidação lipídica, melhorando a qualidade e mantendo as características funcionais do alimento, entretanto, a intensa lavagem da CMS pode conduzir à perda de proteínas e de outros nutrientes solúveis (JESUS; LESSI; TENUTA-FILHO, 2001; CABRAL, et al., 2012; KIRSCHNIK et al., 2013).

Ao avaliar a influência da lavagem e da adição de eritorbato de sódio e tripolifosfato de sódio na estabilidade de Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Tilápia de Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante seis meses de armazenamento a -18ºC, o autor identificou que o processo de lavagem ocasionou redução de aproximadamente 41, 44 e 66% nos teores de proteína bruta, lipídeos e cinzas, respectivamente, reduzindo também as contagens iniciais de Coliformes termotolerantes a 45°C, e os valores de BVT e TBARS e que a CMS permaneceu estável e em boas condições para consumo, independentemente da inclusão de aditivo, sendo viável sua estocagem a -18ºC por 180 dias (KIRSCHNIK, 2007). Possíveis alterações na CMS não diminuem a qualidade da CMS como alimento, pois esta ainda é mais nutritiva quando comparada a vários outros alimentos de origem animal e vegetal (OETTERER, 2002).

Em estudos sobre estabilidade química e microbiológica de *Minced fish* produzido, em condições industriais, com espécies de peixes da Amazônia: Aracú-comum (*Schizodon fasciatus*), branquinha-comum (*Potamorhina latior*), Branquinha-de-cabeça-lisa (*P. altamazonica*), Curimatã (*Prochilodus nigricans*), Jaraqui-de-escama-fina (*Semaprochilodus taeniurus*), Jaraqui-de-escama-grossa (*S. insignis*), Mapará *(Hypophthalmus edentatus*), Pacú-comum (*Metynnis hypsauchen*), Pacú-manteiga (*Mylossoma duriventre*) e Pirapitinga (*Piaractus brachypomum*), foi identificado que os “minced fish” obtidos de espécies e misturas de espécies de peixes amazônicas mantiveram-se estáveis sob os aspectos químico e microbiológico durante 150 dias a -18°C e -36°C, portanto em condições de consumo (JESUS; LESSI; TENUTA-FILHO, 2001).

A CMS de peixe deve ser processada imediatamente após sua obtenção, ou mantida congelada até seu uso efetivo. Ressalta-se que a estocagem sob congelamento não interrompe completamente todas as possíveis alterações na qualidade, e as reações que induzem as alterações oxidativas continuam a ocorrer, mesmo em baixas temperaturas (NEIVA, 2003).

O processo de extração de Carne Mecanicamente Separada (CMS) tem se mostrado bastante atraente. A sua utilização na elaboração de produtos de pescado tem a vantagem de proporcionar maior flexibilidade no processamento, na medida do possível e dentro de certos limites, controlar a suculência, textura, sabor e aroma, dependendo do tipo de produto desejado e do tipo de pescado (CABRAL et al., 2012).

A CMS como matéria-prima, possibilita a elaboração de inúmeras preparações, como *nuggets*, hambúrguer, linguiça, *quenelles*, entre outros, que agregam valor à matéria-prima e atendem às necessidades de praticidade, conveniência e valor nutritivo, estimulando o consumo do pescado (MINOZZO, 2010).

3.10 Hambúrguer de Peixe

O Regulamento técnico de identidade e qualidade de hambúrguer descreve como sendo o produto cárneo industrializado obtido da carne moída dos animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido

a processo tecnológico adequado, classificado na forma de um produto cru, semi-frito, cozido, frito, congelado ou resfriado. O produto será designado de Hambúrguer, ou Hambúrguer, seguido do nome da espécie animal, acrescido ou não de recheio, seguido das expressões que couberem (BRASIL, 2000).

Cada vez mais está sendo estudada a possibilidade de substituir ingredientes na formulação de hambúrgueres, com a intenção de incorporar substâncias com propriedades funcionais, ou seja, substâncias que possam contribuir para a saúde e o bem-estar dos consumidores (ROCHA, 2013).

Os ingredientes opcionais incluem gorduras animal e/ou vegetal, água, sal, proteínas (animal e/ou vegetal), leite em pó, açúcares, maltodextrina, aditivos intencionais, condimentos, aromas e especiarias, além de vegetais, queijos e outros recheios. Porém, de acordo com os requisitos de composição só é permitida a "adição máxima de 4,0% de proteína não-cárnica na forma agregada". Os requisitos das características sensoriais do hambúrguer envolvem textura, cor, sabor e odor próprios. Também devem atender as seguintes características físico-químicas: gordura (máxima) 23,0%; proteína (mínima) 15,0%; carboidratos totais 3,0%; teor de cálcio 0,1% (máximo base seca) em hambúrguer cru e 0,45% em hambúrguer cozido (Tabela 3). O acondicionamento prevê embalagem com materiais adequados para as condições de armazenamento e que confiram proteção apropriada ao hambúrguer (BRASIL, 2000).

Há inúmeras pesquisas sobre o potencial da carne de peixe para a elaboração de produtos derivados, em particular do hambúrguer aumentando sua viabilidade de produção e comercialização para consumo humano.

Tabela 3. Características químicas do hambúrguer cru e cozido.

Componente	Hambúrguer cru	Hambúrguer cozido
Gordura máxima (%)	23,0	23,0
Proteína máxima (%)	15,0	15,0
Carboidratos (%)	3,0	3,0
Cálcio (máximo na base seca) (%)	0,1	0,45

Fonte: Brasil, 2000.

A utilização de CMS de Carpa utilizando a mesma composição de ingredientes possibilitou a produção de hambúrgueres com CMS não lavada, lavada

uma vez e três vezes, o rendimento de 49,87%, 44,50% e 37,75% respectivamente, considerando-se o peso inicial da matéria-prima (Carpas inteiras). O hambúrguer de carne de carpa não lavada manteve suas características sensoriais aceitáveis por 247 dias de armazenamento a -18ºC sem apresentar diferenças significativas quanto aos padrões aceitáveis de qualidade (SEBBEN et al., 2000).

Tokur et al. (2004) produziu hambúrguer a partir de CMS de Tilápia, submetido ao congelamento de -40ºC por oito horas e armazenados a -18°C por 8 meses, nos quais foram constatados pequenos aumentos significativos nos teores de TBARS, valor inicial de 0,028 mg malonaldeído/kg e 0,142 mg malonaldeído/kg no 7º mês de estocagem. Porém, os parâmetros sensoriais analisados como cor, odor, sabor, textura e aceitação geral permaneceram inalterados, tendo os autores concluído que os hambúrgueres obtiveram boa qualidade química e sensorial durante o período de oito meses de estocagem a -18ºC.

3.11 Processos de Defumação em Derivados Cárneos

O Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) define defumados como os produtos que após o processo de cura são submetidos à defumação, para lhes conferir aroma e sabor característico, além de uma maior vida de prateleira considerando a desidratação parcial (BRASIL, 1952). O processo de aplicação de fumaça de madeira é bastante utilizado para dar um sabor defumado e para secar parcialmente os peixes, ou parte de um peixe, como um filé, carne ou frutos do mar, e prolongar a vida de prateleira do produto sob determinadas condições.

A fumaça líquida natural é um produto comercial padronizado para ser aplicado em alimentos com a finalidade de promover a defumação; é obtida por um processo de combustão parcial de madeiras selecionadas, condensação ou extração em água da fumaça até a saturação, eliminação por decantação do alcatrão e por filtrações sucessivas para retirada dos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP) (SCHINDLER, 1997).

A defumação de alimentos com uso da fumaça líquida pode ocorrer pela aspersão, imersão da fumaça no produto ou por adição direta da fumaça líquida à massa alimentícia. A técnica por meio de aspersão de fumaça é limitada por atingir

apenas a superfície do produto a ser defumado. Por outro lado, a técnica de adição direta está sendo cada vez mais utilizada, visto seus benefícios, em comparação a aspersão, pois proporciona uniformidade de sabor e cor, por atingir o interior do produto (GONÇALVES; PRENTICE-HERNÁNDEZ, 1998; ROCHA, 2013).

Segundo a Resolução nº 104, de 14 de maio de 1999, da ANVISA (BRASIL, 1999), os aromas de fumaça são preparações concentradas obtidas por combustão controlada: destilação seca ou a vapor de madeiras específicas, após condensação e fracionamento. Podendo ser designado “aroma natural de fumaça”, “aroma idêntico ao natural de fumaça”, “aroma artificial de fumaça”, de acordo com os ingredientes utilizados e/ou processo de elaboração.

Os problemas de emissão de componentes presentes na fumaça tradicional como: alcatrão, resinas e benzopirenos são removidos por destilação, filtração e envelhecimento. Por esta razão é possível produzir produtos mais seguros, econômicos e uniformes usando fumaça líquida (GONOLALAN; KOSE; YETIM, 2003).

O uso da fumaça líquida apresenta os seguintes benefícios: diminui a poluição do ar e eliminação da carga residual de serragem, processo realizado sem risco de fogo ou explosão, uniformidade da cor e do sabor de defumado, possibilidade de controlar a forma de aplicação, simplicidade de limpeza e manutenção das instalações, fim da coleta de alcatrão, cinzas e outras substâncias, aumenta a produtividade com a redução do custo, elimina a presença de agentes carcinogênicos, possui propriedades antioxidantes e bacteriostáticas (GONÇALVES e PRENTICE-HERNÁNDEZ, 1998).

Metri et al. (2006) utilizaram a fumaça líquida em diferentes concentrações para elaborar produtos cárneos tipo hambúrguer de caprino, e concluíram que as concentrações de menor valor (0,2% e 0,3%) foram as mais aceitas. Gonçalves e Prentice-Hernández (1998) avaliaram o efeito do processamento e a influência da defumação com fumaça líquida no peixe Anchova (*Pomatomus saltatrix*), resultando em um produto com qualidade microbiológica e boa aceitação sensorial. Fernandes et al. (2013), ao comparar a aceitação sensorial de diferentes tipos de defumação (tradicional e líquida) em hambúrguer de jacaré (*Caiman yacare*), concluíram que a pior aceitação foi para a defumação tradicional, ocorrendo aprovação do produto submetido à defumação líquida por aspersão.

3.12 Adição de Fibras em Derivados Cárneos

O termo fibra alimentar inclui polissacarídeos, lignina, oligossacarídeos e substâncias associadas de plantas que promovem benefícios fisiológicos; esta definição foi elaborada pela *American Association of Cereal Chemists* em 1999, após debates subsidiados por informações colhidas de indústrias, academias e órgãos governamentais ao redor do mundo (CATALANI et al., 2003). Entre as propriedades fisiológicas atribuídas às fibras estão a redução do colesterol sérico, modulação da glicemia e propriedades laxativas (BRENNAN, 2005).

O uso de fibras pode ajudar na aglutinação de produtos à base de carne de peixe auxiliando a atingir à textura desejável. Ingredientes ricos em fibras como aveia são usados como substitutos de gordura em produtos cárneos. Uma característica importante é a capacidade das fibras em evitar deformação e redução de produtos reestruturados durante o cozimento. Além disso, alguns tipos de fibras possuem capacidade antioxidante e agem de forma eficiente, tanto no armazenamento refrigerado ou congelado, e em produtos com tendência a rancificar rapidamente. Outras propriedades das fibras são a modificação do sabor e textura, o controle de cristalização de açúcar, a modificação de propriedades de formação de gel, a viscosidade e a estabilização dos produtos congelados (BORDERÍAS; SÁNCHEZ-ALONSO; PÉREZ-MATEOS, 2005).

As fibras alimentares associadas com a redução do colesterol são as beta-glucanas presentes no farelo de aveia, que já foram estudadas e receberam a aprovação da *Food and Drug Administration*, considerado alimento benéfico à saúde (ARAÚJO; ARAÚJO, 1998).

Farinha de aveia

A aveia (*Avena sativa*) é um dos principais cereais empregados no enriquecimento de alimentos, pelo seu teor de fibras solúveis, que ajudam a diminuir a absorção de gorduras, e consequentemente o colesterol, e pelo seu poder antioxidante. Segundo Libardoni (2001), a farinha de aveia pode conter entre 43 e 61% de amido e 5 a 10% de fibras. Em produtos cárneos a aveia pode ser utilizada como substituto de gordura, por similaridade na sensação bucal, proporcionando

novas alternativas e por contribuir com a melhoria de atributos como maciez, suculência, e sabor (MARQUES, 2007; SEABRA et al., 2002).

Farinha do mesocarpo do coco de babaçu

A cadeia produtiva do babaçu (*Orbignya phalerata* Mart) é uma das mais representativas do extrativismo vegetal no Brasil; a sua importância está relacionada aos inúmeros de seus produtos e subprodutos. Os principais produtos comerciais extraídos do Babaçu são o óleo (extraído da castanha) e a torta ou farelo (resulta do processo de extração do óleo) (EMBRAPA, 1984).

O mesocarpo de babaçu é o material contido entre o epicarpo e o endocarpo do coco de babaçu e quimicamente formado de compostos ricos em glicerina, ácido fosfórico e colina. Devido à presença de taninos, atribui-se a cor acastanhada do pó de mesocarpo, cujo conteúdo de amido e fibras é 50% e 10% (p/p), respectivamente (ALMEIDA et al., 2011). A partir da secagem e trituração do mesocarpo é obtida uma farinha, amplamente comercializada no Maranhão. O mesocarpo transformado em pó é peneirado, umedecido e finalmente torrado. A farinha do mesocarpo de babaçu é utilizada pela população como alimento e em funções terapêuticas (SILVA, 2011). Não foram encontrados registros de trabalhos científicos de uso da farinha do mesocarpo do coco do babaçu em derivados cárneos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Matéria Prima

Os peixes foram adquiridos diretamente de piscicultores do povoado Itans, localizado no município de Matinha, inserido na mesorregião Norte Maranhense, na microrregião Baixada Maranhense (IBGE, 2010), possui a piscicultura como a atividade econômica mais desenvolvida. Conforme dados informados pelos produtores no ano de 2016 foi produzido 1.600 toneladas, o peixe cultivado é exclusivamente o Tambatinga. De forma geral, o cultivo adotado pelos piscicultores do povoado de Itans, Matinha, MA é realizado em sistema semi-intensivo muito próximo ao caracterizado por Scorvo Filho (2004), que qualifica o semi-intensivo como o mais aplicado no Brasil e que já emprega alguma tecnologia de criação como viveiros-berçário, ração comercial e controle (básico) da qualidade da água.

Com particularidades, os piscicultores do povoado de Itans, MA, praticam o cultivo bifásico, sendo a primeira fase realizada em estruturas denominadas de berçários, com densidade de estocagem de 20 peixes/m² até atingirem 50 g de peso médio aos 40 dias de cultivo. Na segunda fase, são transferidos para viveiros escavados maiores (Figura 2a), que são abastecidos pelas chuvas, com raros manejos de água, densidade de estocagem de 0,8 a 1 peixe/m², utilização de ração balanceada com alto teor proteico variando entre 55 e 32 %, durante as várias fases de desenvolvimento. Geralmente o peixe é comercializado com peso médio entre 0,8 e 1,2 kg, obtido após cerca de 180 dias de cultivo, sendo a eutrofização da água de cultivo o maior problema relatado pelos piscicultores, o que por vezes leva a despescas parciais resultando peixes com baixo peso de menor valor comercial.

A despesca foi realizada ainda na fase de engorda, portanto não houve a suspensão do arraçoamento de forma a promover o esvaziamento do trato digestório. O processo de captura foi conduzido mediante lances de tarrafas e realizada em vários viveiros, dada à necessidade de capturar exemplares de pesos diferentes.

Foram selecionados 96 peixes com pesos médios variando de 300 a 700 g considerados peixes de baixo valor comercial, por estarem abaixo do peso comercial de abate (1.000 a 1.200 g). Todos os procedimentos foram realizados de forma a

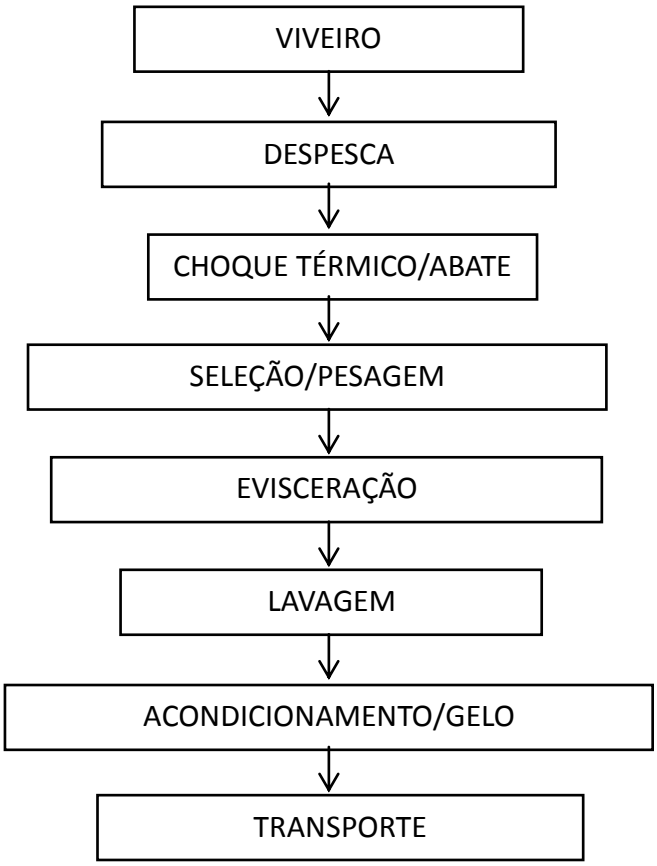
cumprir os requisitos higiênico-sanitários mínimos, preconizados pelo Regulamento da Inspeção Industrial Sanitária de Produtos Origem Animal, RIISPOA, que resultem em matéria-prima e produtos de qualidade (BRASIL,1952).

Figura 2. Vista da unidade de produção (a) e exemplares de Tambatinga submetidos ao choque térmico (b).

4.2 Abate e Pré Beneficiamento

Após a despesca os peixes foram insensibilizados por choque térmico (Figura 2b), por meio da imersão em uma mistura de água e gelo na proporção 2:1, em seguida eviscerados manualmente e lavados com água clorada a 5 ppm, pesados, acondicionados em caixas isotérmicas contendo gelo, na proporção de 1 Kg de gelo para 1 Kg de peixe, e conduzidos ao Laboratório de Tecnologia de Pescado, IFMA, *Campus* São Luís Maracanã, conforme fluxograma mostrado na Figura 3. Como os viveiros de piscicultura estavam localizados a 260 km de São Luis e para assegurar a qualidade do pescado durante o transporte, os peixes foram eviscerados no próprio local de abate, procedimento indicado especialmente para o híbrido Tambatinga, dado a necessidade de extração da vesícula biliar, pois caso ocorra seu rompimento, o peixe torna-se inadequado ao consumo (sabor amargo).

Figura 3. Fluxograma operacional para o pré-beneficiamento do peixe cultivado.



4.3 Classificação por Peso, Medidas e Rendimento Corporal no Pré Beneficiamento do Híbrido Tambatinga por Classe de Peso

No Laboratório de Tecnologia de Pescado do IFMA, *Campus* São Luís Maracanã, os 96 exemplares de peixes foram classificados em quatro classes de acordo com o peso, conforme mostrado na Tabela 4.

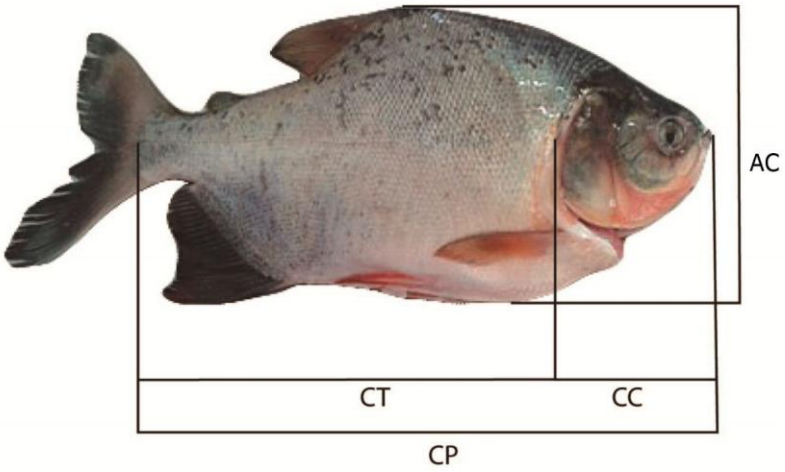
Tabela 4. Classificação dos peixes em diferentes classes de peso para o processamento.

Classe	Intervalo de peso
A	≥ 300 g e < 400 g
B	≥ 400 g e < 500 g
C	≥ 500 g e < 600 g
D	≥ 600 g e < 700 g

4.3.1 Medidas corporais dos peixes

Após o abate e na medida em que os peixes foram selecionados, pesados e antes da evisceração foram retirados aleatoriamente de cada classe de peso três exemplares, identificados, separados, armazenados em caixas isotérmicas na proporção de gelo/peixe, 2:1 e conduzidos ao laboratório. Foi considerado como unidade experimental um peixe inteiro. Os tratamentos foram constituídos por peixes apresentando-se dentro das seguintes classes de peso: A, B, C e D (Tabela 6). Foram medidas as características corporais dos peixes (Figura 4), o comprimento padrão (CP) medido através de um ictiômetro (CONSULPESQ, São Carlos, SP) e as demais medidas realizadas com auxílio de um paquímetro digital 0 - 150 mm mod. PDS PL001 (Sagyma Pro, Brasil), comprimento de cabeça (CC), altura do corpo (AC) e comprimento do tronco (CT).

Figura 4. Medidas corporais realizadas no híbrido Tambatinga: comprimento padrão (CP), comprimento do tronco (CT), comprimento de cabeça (CC) e altura do corpo (AC).



4.3.2 Análise de peso e rendimento corporal dos peixes

As classes de peso analisadas foram: classe A: ≥ 300 g e < 400 g; classe B: ≥ 400 g e < 500 g; classe C: ≥ 500 g e < 600 g; classe D: ≥ 600 g e < 700 g. Para avaliação dos rendimentos corporais no pré-processamento foram pesadas as seguintes partes componentes do corpo dos peixes: peso do peixe inteiro (PI), peso do peixe eviscerado com cabeça (PE), peso da cabeça (PC), seccionada do corpo

na altura da junção com a coluna vertebral e, peso das vísceras (PV), compreendendo todo conteúdo interno da cavidade abdominal. Para pesagens utilizou-se balança de 5 kg de capacidade (BALMAK, Santa Bárbara d´Oeste, SP). Após a pesagem das partes componentes do corpo, resultantes do processamento manual dos peixes, foram determinados os seguintes rendimentos corporais em relação ao peso do peixe inteiro (PI).

Para o calculo do rendimento do peixe eviscerado com cabeça (RPE) por classe de peso utilizou-se a relação peso do peixe eviscerado com cabeça (PE) e peso do peixe inteiro (PI), conforme Equação 1.

$$\text{Rendimento peixe eviscerado (\%RPE)} = \frac{PE}{PI}\ 100 \qquad (1)$$

onde:
PE= peso do peixe eviscerado com cabeça (g)
PI = peso do peixe inteiro (g)

Para o calculo da porcentagem de cabeça (%PC) por classe de peso utilizou-se a relação peso da cabeça (PC) e peso de peixe inteiro (PI), conforme Equação 2.

$$\text{Porcentagem de cabeça (\%PC)} = \frac{PC}{PI}\ 100 \qquad (2)$$

onde:
PC= peso da cabeça do peixe (g)
PI = peso do peixe inteiro (g)

Para o calculo da porcentagem de vísceras (%PV) por classe de peso utilizou-se a relação peso das vísceras (PV) e peso do peixe inteiro (PI), conforme Equação 3.

$$\text{Porcentagem das visceras (\%PV)} = \frac{PV}{PI}\ 100 \qquad (3)$$

onde:
PV= peso das vísceras do peixe (g)
PI = peso do peixe inteiro (g)

Para o calculo do rendimento do peixe na forma de “tronquinho” (RT) tronco limpo e sem pele ou parte útil, por classe de peso utilizou-se a relação peso do Tronquinho (PT) e o peso do peixe eviscerado com cabeça (PE), conforme Equação 4.

$$\text{Rendimento do Tronquinho (\%RT)} = \frac{PT}{PE}\ 100 \qquad (4)$$

onde:
PT = peso do Tronquinho (g)
PE= peso do peixe eviscerado com cabeça (g)

4.4 Processamento dos Peixes para Obtenção da CMS

Para o processamento do corte tipo tronco limpo e sem pele, neste experimento denominado “tronquinho”, os peixes foram decapitados e removidas as nadadeiras dorsal, peitoral, anal e caudal com auxílio de uma serra fita de bancada (JBM 24, São Paulo, SP), escamados e posteriormente retirada a pele com auxílio de um alicate de ponta. Todos os peixes foram pesados em balança digital 15 kg x 0,5 g (Welmy, São Bernardo do Campo, SP). Os peixes já separados por classes foram armazenados em congelador na temperatura de -18ºC até o momento da elaboração da CMS (Carne Mecanicamente Separada). A Figura 5 apresenta as imagens das etapas de processamento para obtenção do tronquinho, para posterior cálculo de rendimento do processo, considerando peso do peixe eviscerado, com cabeça, escamas, nadadeiras e pele e peso do tronquinho ou parte útil (peixe eviscerado, sem cabeça, sem escamas, sem nadadeiras e sem pele).

Figura 5. Imagens das etapas de processamento para obtenção do tronquinho a) exemplares do híbrido Tambatinga eviscerados com cabeça; (b) retirada da cabeça e nadadeiras; (c) tronquinho; e (d) tronquinho sem pele (esquerda) e com pele (direita).

Para a obtenção da CMS do Tambatinga foi utilizada a máquina dessosadora, Usitécnica, (Uberaba, MG) com acionamento de partida direta, motor elétrico trifásico e potência de 5 CV, com capacidade para 400 Kg/h (Figura 6). O material foi pressionado pela rosca contra o cilindro perfurado, a CMS passou através dos orifícios para fora do cilindro enquanto ossos, pele e escamas foram descartados na extremidade da rosca (LUSTOSA NETO, 2016). Na elaboração da CMS foram utilizados aproximadamente 28 Kg de tronquinho. A CMS foi acondicionada em sacos plásticos em porções de 400 g cada, congelados e estocados por 90 dias a -18 ºC (Figura 7).

Figura 6 Equipamento utilizado para extração da CMS de peixe (a), alimentação da máquina com o tronquinho (b), saída da CMS e de resíduos (ossos triturados) (c).

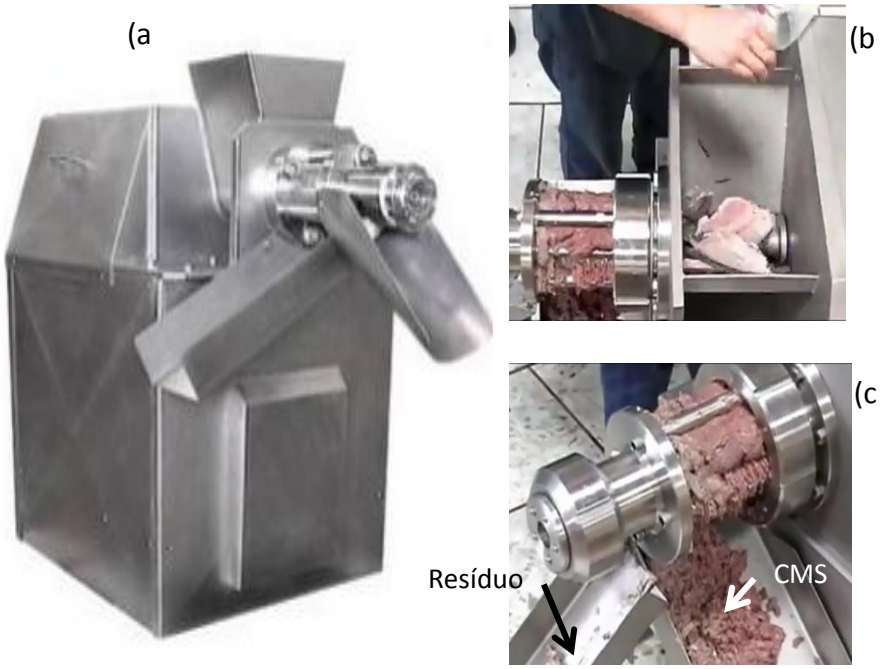
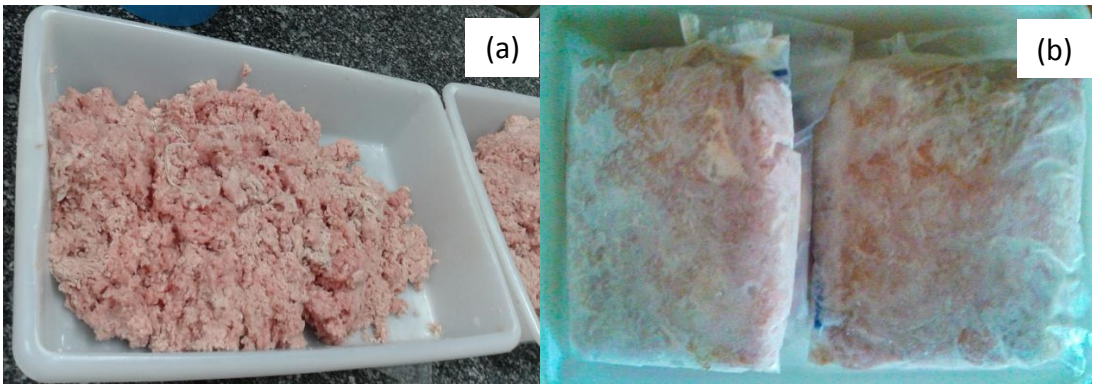


Figura 7. Imagens da CMS do híbrido Tambatinga (a) carne recém-processada e (b) acondicionada em sacos plásticos em porções de 400 g.

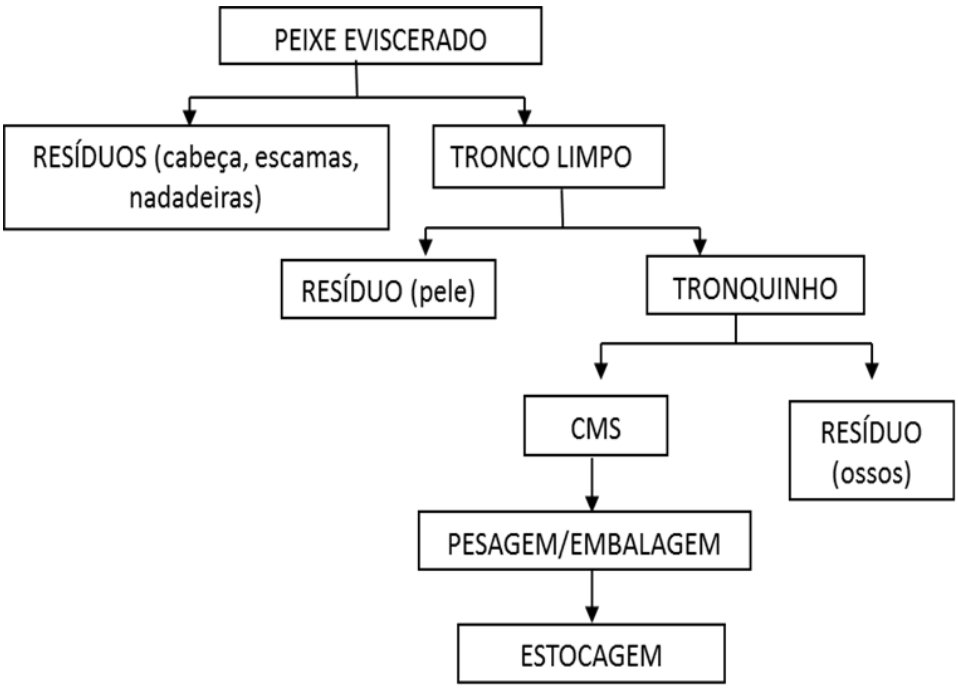


4.5 Determinação do Rendimento em CMS do Híbrido Tambatinga por Classe de Peso

Os peixes na forma “tronquinho” congelados e classificados nas quatro classes de pesos, variando de 300 a 700 g (Tabela 4), foram submetidos ao processo de trituração pela máquina despolpadora em separado para determinação

do rendimento por classe, conforme fluxograma (Figura 8). O processamento foi realizado em triplicata em batelada por classe de peso e sem remoção dos resíduos da máquina entre um lote e outro, considerando que as superfícies internas e a rosca sem fim retinham sempre a mesma quantidade de material residual (perdas na máquina) de peixe; portanto um primeiro lote de peixes (aproximadamente 2 kg) foi submetido à máquina e descartado.

Figura 8. Fluxograma de preparação do tronquinho e processamento da CMS.



O rendimento total da CMS foi calculado pela relação entre o peso do produto final (CMS) e o peso da matéria prima, considerando a matéria prima como o peixe eviscerado (PE). Para o calculo do rendimento por classe de peso utilizou-se a relação do peso do produto final (CMS) e o peso do tronquinho (PT) sem pele, também considerado matéria prima, conforme Equação 5.

$$Rendimento\ (\%) = \frac{PM_f}{PM_i}\ 100 \qquad (5)$$

onde:
PM_f = peso de CMS (g)
PM_i = peso da matéria prima (g)

4.6. Composição Centesimal da CMS

As análises de composição centesimal das classes A: ≥ 300 g e < 400 g; classe B: ≥ 400 g e < 500 g; classe C: ≥ 500 g e < 600 g; classe D: ≥ 600 g e < 700 g, tanto para os peixes *in natura* (filé) como para a CMS recém-processada foram realizadas em triplicata no Laboratório de Química, IFMA, *Campus* São Luís Maracanã, quanto a umidade, proteínas e cinzas de acordo com metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), sendo que a determinação de lipídeos foi realizada pelo método Bligh e Dyer (1959).

4.6.1 Determinação da umidade

A análise de umidade foi realizada pelo método gravimétrico em estufa a 105ºC. Foram pesados 3 g de amostra em cápsula de porcelana, previamente tarada, levada para a estufa a 105ºC até atingir peso constante, em aproximadamente 6 horas. Em seguida a amostra foi resfriada em dessecador até temperatura ambiente e pesada novamente O resultado expresso em % de umidade em base úmida, conforme Equação 6.

$$Umidade\ (\%) = \frac{P_{AU} - P_{AS}}{P_{AU}}\ 100 \qquad (6)$$

onde:
P_{AU}= peso da amostra úmida (g)
P_{AS}= peso da amostra seca (g)

4.6.2 Determinação de proteínas

Para determinação do total de proteínas foi empregado o método *Kjeldahl*, que consiste nas etapas de digestão, destilação e titulação. Pesou-se 0,1 g da amostra em balança analítica, transferida para um tubo de *Kjeldahl*, juntamente com 2 mL de H_2SO_4, adicionou-se mistura catalítica K_2SO_4 e selênio na proporção 2:1. Em seguida, submetida ao bloco digestor elevando a temperatura gradativamente até atingir 360ºC. Quando o líquido se torna límpido e transparente, após 2 horas,

retirou-se do aquecimento, deixando-o esfriar. Acrescentou-se com cuidado, 2 mL de H_2O destilada, 1 mL do indicador fenolftaleína e 15 mL de NaOH 40% e adaptou-se o tubo ao conjunto de destilação. Na extremidade afilada do condensador acoplou-se um erlenmeyer de 250 mL contendo 25 mL de ácido clorídrico 0,02 N e 3 gotas do indicador misto de Patterson (vermelho de metila e azul de metileno) na proporção de 5:1. Após 4 minutos, titulou-se com a solução de hidróxido de sódio 0,02 N. O volume gasto de NaOH foi utilizado para cálculo do teor de proteínas, conforme Equação 7.

$$Proteinas\ (\%) = \frac{(V)\ (N)\ (0{,}014)\ 100}{P_A}\ 6{,}25 \qquad (7)$$

onde:
V = volume do hidróxido de sódio gasto na titulação (mL)
N = normalidade
P_A = massa da amostra (g)
0,014 = miliequivalente do Nitrogênio
6,25 = Fator de conversão de Nitrogênio para proteína animal.

4.6.3 Determinação de lipídios

Para a determinação de lipídios, colocou-se inicialmente um béquer na estufa (Splabor, São Paulo, SP) a 105°C por uma hora. Em seguida transferiu-se para o dessecador. Pesou-se 2,5 g da amostra completamente homogeneizada em tubo de ensaio e adicionou-se 10 mL de clorofórmio e 20 mL de metanol e 8 mL de água destilada. Tampou-se e agitou-se vigorosamente por 30 minutos, em seguida adicionou-se 10 mL de clorofórmio e 10 mL da solução de sulfato de sódio 1,5%. Tampou-se e agitou-se por 2 minutos. Transferiu-se para um funil de separação e deixou descansar por 30 minutos, para a separação das fases. Retirou-se 15 mL da camada inferior e transferiu-se para outro tubo de ensaio, contendo 1g de sulfato de sódio anidro e agitou-se para remover os traços de água. Filtrou-se com papel de filtro e retirou-se 5 mL deste filtrado, transferindo para o béquer previamente pesado. Colocou-se em estufa a 105°C até evaporação do solvente. Transferiu-se o béquer para o dessecador após esfriar e pesou-se. O cálculo foi realizado de acordo com a Equação 8.

$$Lipídios\ \% = \frac{(Pr\ .4\ .100)}{Pa} \quad (8)$$

onde:
P_r= peso do resíduo (g)
P_a= peso da amostra(g)

4.6.4 Determinação de cinzas

A determinação das cinzas foi realizada pesando-se 3 g da amostra em cadinho de porcelana, previamente aquecido por 1 hora na estufa (Splabor, São Paulo, SP) a 105ºC, resfriado em dessecador até temperatura ambiente e pesado. Levou-se o cadinho à mufla (Jung, Santa Catarina, SC) à 600ºC e após 3 h e 30 min retirou-se e deixou-se esfriar em dessecador até temperatura ambiente e pesou-se. As operações de aquecimento e resfriamento foram repetidas até peso constante. O valor de cinzas foi calculado o valor pela Equação 9.

$$Cinzas\ (\%) = \frac{P_C}{P_A}\ 100 \quad (9)$$

onde:
P_C = peso após calcinação (g)
P_A = peso da amostra úmida (g)

4.6.5 Determinação do perfil de ácidos graxos da CMS

O perfil de ácidos graxos foi determinado para cada classe A (≥ 300 g e < 400 g); B (≥ 400 g e < 500 g) C (≥ 550 g e < 600 g); D (≥ 600 g e < 700 g). Para iniciar a extração dos ácidos graxos, foi empregado o método de Bligh e Dyer (1959), por meio do qual ocorre a extração dos lipídios totais das amostras por meio da adição de uma mistura de clorofórmio e metanol a frio.

Derivatização dos ácidos graxos

A derivatização dos ácidos graxos foi realizada segundo o procedimento de Hartman e Lago (1973). Em tubo de vidro com tampa rosqueável foram adicionados aproximadamente 25 mg de lipídios totais e a este foram adicionados 4 mL de NaOH 0,5 mol/L. Na sequência, a solução foi aquecida em banho maria a 100°C por 5 min

e resfriada à temperatura ambiente. Posteriormente, 5 mL de reagente esterificante foram adicionados aos tubos, aquecidos em banho de aquecimento a 100°C por 5 min e resfriados a temperatura ambiente. Após esta etapa foram adicionado 2 mL de n-heptano aos tubos, os mesmos foram então vigorosamente agitados por 30 s e por fim adicionou-se 4 mL de solução saturada de NaCl. A amostra esterificada foi mantida em repouso na geladeira até a separação das fases. O sobrenadante foi recolhido e transferido para um vial para posterior análise cromatográfica.

Análise Cromatográfica dos Ésteres Metílicos de Ácidos Graxos

Os ésteres de ácidos graxos foram separados em cromatógrafo a gás Thermo, modelo Trace Ultra 3300, equipado com um detector de ionização em chama e coluna capilar de sílica fundida CP - 7420 (Select FAME, 100 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de cianopropil). O fluxo de H_2 (gás de arraste) foi de 1,2 mL/min, com 30 mL/min de N_2 (make up); e 35 e 300 mL/min, para o H_2 e ar sintético, para a chama do detector. O volume injetado foi de aproximadamente 2,0 µL, utilizando divisão de amostra de 1:80, sendo as temperaturas do injetor e detector de 240 e 230^{o}C, respectivamente, enquanto a temperatura da coluna foi mantida em 165^{o}C durante 18 min e, posteriormente elevada a 235^{o}C a uma taxa de 4^{o}C/min, sendo mantida nessa temperatura por 14,5 min. As porcentagens foram determinadas através da integração das áreas dos picos pelo *Software* ChromQuest versão 5.0.

4.7 Estabilidade da CMS de Tambatinga sob Congelamento a -18ºC

As análises para avaliar a estabilidade foram realizadas no Laboratório de Química, IFMA, *Campus* São Luís Maracanã, para cada classe A (≥ 300 g e < 400 g); B (≥ 400 g e < 500 g) C (≥ 550 g e < 600 g); D (≥ 600 g e < 700 g). As análises de pH, bases voláteis totais (BVT) e oxidação lipídica pela avaliação do teste das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) foram realizadas em triplicata para a CMS recém-processada (CMS no tempo zero) e ao longo do período de estocagem sob congelamento (-18ºC) nos tempos 30, 60 e 90 dias. As perdas por exsudação (*drip loss*) foram determinadas a partir do trigésimo dia. As análises

foram realizadas para todas as de acordo com metodologias especificas, descritas na sequência.

4.7.1 Determinação do pH

O pH foi determinado por potenciometria, utilizando um modelo de bancada com eletrodo de imersão (Quimis, São Paulo, SP). Foram pesadas 10 g da amostra, diluída com auxílio de 10 mL de água destilada. Agitou-se o conteúdo até que as partículas ficassem uniformemente homogeneizadas. O aparelho foi calibrado com solução tampão pH 4 e pH 7, de acordo com metodologia do IAL (2008).

4.7.2 Determinação de Bases Voláteis Totais (BVT)

As análises das bases nitrogenadas voláteis totais (BVT) foram realizadas ao longo do período de estocagem sob congelamento (-18ºC) nos tempos 0, 30, 60 e 90 dias, de acordo com Malle e Poumeyrol (1989). Preparou-se um extrato homogeneizando 10 g da amostra em 90 mL de ácido tricloroacético (TCA) a 7,5%, depois filtrado com papel de filtro por duas vezes sob vácuo. Em tubos de destilação, foram utilizados 25 mL do filtrado, adicionando 5 mL de NaOH a 10%. Colocou-se 15 mL de ácido bórico a 4%, juntamente com 0,04 mL de indicador misto (vermelho de metila e verde de bromocresol) em elernmeyer (250 mL). Em aparelho *Kjeldahl*, faz-se a destilação até a solução receptora conter aproximadamente 50 mL, na sequencia faz-se a titulação com H_2SO_4 a 0,05 M até ocorrer à virada de cor. A Equação 10 foi utilizada para cálculo do conteúdo de bases nitrogenadas voláteis.

$$BVT\ (\frac{mg}{100\ g}) = \frac{(14)\ (\ a\ )(\ b)300}{VL} \qquad (10)$$

onde:
BVT = Bases Voláteis Totais
a = mL de H_2SO_4 gasto na titulação
b = normalidade do H_2SO_4
VL = volume filtrado (25 mL)

4.7.3 Determinação da oxidação lipídica

A oxidação lipídica foi determinada com base nas substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) realizadas ao longo do período de estocagem sob congelamento (-18ºC) nos tempos 0, 30, 60 e 90 dias, de acordo com Vyncke (1970), com pequenas adaptações *(*FOGAÇA et al., 2010). A metodologia fundamenta-se na formação de um composto de coloração rósea resultante da condensação de 2 moles de ácido 2-tiobarbitúrico com 1 mol de aldeído malônico ou de seus tautômeros (originados na oxidação de lipídios). A curva padrão foi determinada com concentrações conhecidas de malonaldeído, utilizando, 1,1,3,3 tetraetoxipropano (TEP).

Para realizar o procedimento, pesou-se 10 g de amostra em balança analítica e adicionou-se 50 mL de TCA 7,5 % homogeneizando por 5 minutos, o extrato filtrado em papel de filtro qualitativo sob vácuo. Recolheu-se o filtrado em balão volumétrico de 50 mL e completou-se o volume do balão com TCA 7,5 %. Deste extrato filtrado foram retirados 5 mL, colocados em tubo de cultura com tampa, adicionou-se 5 mL de TBA 0,02 M agitados mecanicamente. Foi preparado um branco com 5 mL de TBA e 5 mL de TCA para calibração. Os tubos foram aquecidos em banho maria em ebulição por 10 minutos e resfriados em gelo, e subsequente leitura em espectrofotômetro Beckman Coulter (Modelo DU 640, Fullerton, EUA) a 532 nm.

4.7.4 Determinação das perdas por exsudação "*Drip loss*" da CMS

A determinação das perdas por exsudação ("*Drip loss*") foi realizada a partir do trigésimo dia, 60 e 90 dias de estocagem da CMS a -18ºC, baseado na metodologia de Gonçalves (2005). Seis amostras de cada classe de peso (Tabela 6) foram coletadas aleatoriamente com massa de 50 g cada, e colocadas individualmente em funis de vidro sobre um erlenmeyer. O conjunto de vidraria foi coberto com filme plástico para prevenir a evaporação de líquido. O conjunto permaneceu por 48 horas a temperatura de 10ºC, e no final deste período as amostras foram pesadas. A perda por exsudação foi calculada pela Equação 11.

$$Perdas\ por\ exsudação\ (\%) = \frac{P_I - P_F}{P_I}\ 100 \qquad (11)$$

onde:
P_I = peso inicial da amostra (g)
P_F = peso final da amostra (g)

4.8 Avaliação Microbiológica da CMS de Tambatinga

As análises microbiológicas em amostras da CMS logo após o processamento para cada classe: A (≥ 300 g e < 400 g); B (≥ 400 g e < 500 g) C (≥ 550 g e < 600 g); D (≥ 600 g e < 700 g). foram realizadas no Laboratório de Microbiologia da Universidade Estadual do Maranhão, UEMA. A metodologia utilizada para essas análises seguiu a Instrução Normativa Nº 62, de 26 de agosto de 2003 do Ministério de Agricultura e Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000).

As análises microbiológicas realizadas para a carne de filé e CMS foram as requeridas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), na Resolução, RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, a qual estabelece o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, e para produtos derivados de pescado (surimi e similares), refrigerados ou congelados. As análises microbiológicas constaram da contagem de Coliformes a 45°C, contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva, pesquisa de *Salmonella* spp.

4.9 Elaboração e Avaliação do Hambúrguer de CMS de Tambatinga

4.9.1 Preparação dos hambúrgueres com diferentes níveis de fumaça liquida

Os peixes de água doce principalmente os cultivados em viveiros escavados com baixa renovação de água, podem apresentar odores indesejáveis "*off flavor*" e devem ser submetidos a processos de depuração, ou seja, introduzidos em tanques de alvenaria recebendo fluxo contínuo de água limpa, o que nem sempre ocorre, por diferentes fatores, dentre eles a elevada demanda de água **(**KUBITZA, 1999). Visando minimizar esse sabor/odor característico foi utilizada fumaça líquida na formulação do hambúrguer, três tratamentos foram testados, sendo um controle (sem fumaça líquida) e nos demais adicionados diferentes dosagens (0,5 e 1,0%) de

fumaça líquida original de nogueira, adquirida em estabelecimento comercial especializado.

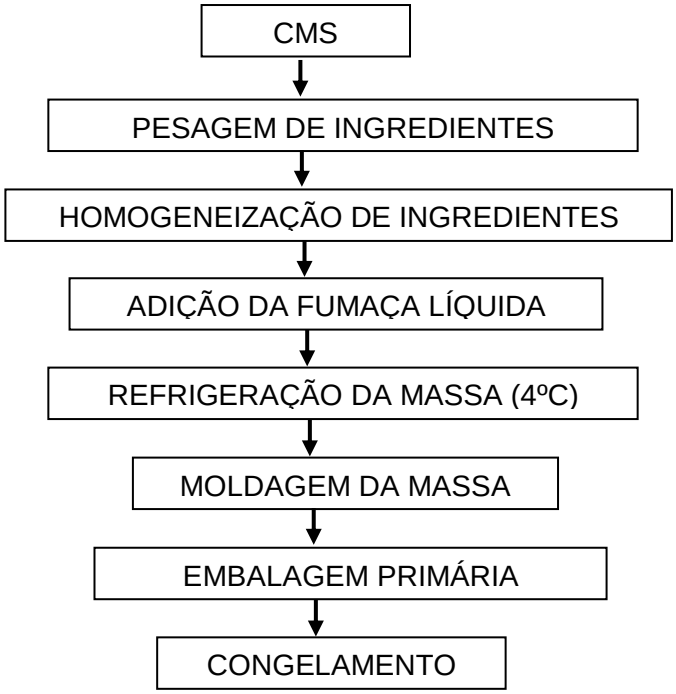
As formulações de hambúrguer de CMS de Tambatinga foram processadas no Laboratório de Tecnologia de Pescado, IFMA, *Campus* São Luís Maracanã, seguindo as Boas Práticas de Fabricação (BPF). Utilizou-se a CMS de Tambatinga após estocagem sob congelamento a -18ºC, descongelada parcialmente por 2 h em temperatura de 10ºC, pesada e separada em porções de 400 g cada, adicionados ingredientes comuns a todos os tratamentos, (Tabela 5), 1,5% de cloreto de sódio, 0,5% de corante natural à base de urucum, 1,5% de orégano, 0,5% de cebola, alho e coentro desidratados, 2,0% de proteína texturizada de soja, 4% de aveia em flocos, e teores de fumaça líquida (Tipo: Nogueira, *Smart*, Costa Rica) de 0, 0,5 e 1,0% para os tratamentos A, B e C, respectivamente em relação ao total de CMS.

Tabela 5. Formulação preliminar dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga com diferentes níveis de fumaça líquida.

Ingrediente (%)	Formulação		
	A	B	C
CMS	89,5	89,0	88,5
Aveia em flocos	4,0	4,0	4,0
Proteína texturizada de soja	2,0	2,0	2,0
Cebola/alho/coentro desidratados	0,5	0,5	0,5
Orégano	1,5	1,5	1,5
Corante natural à base de urucum	0,5	0,5	0,5
Cloreto de sódio	1,5	1,5	1,5
Fumaça líquida	0,0	0,5	1,0

Conforme o fluxograma da Figura 9, todos os ingredientes foram pesados (Balmak, Santa Bárbara d´Oeste, SP), triturados em multiprocessador modelo *All in one Plus* (Philco, Brasil) por 2 minutos, tempo suficiente para completa homogeneização e posteriormente permaneceram em descanso por 10 minutos sob refrigeração. A massa foi separada em porções de 40 g, moldadas em moldador de hambúrguer (Picelli, Brasil). Após a elaboração dos hambúrgueres, cada tratamento foi embalado individualmente em sacos de polietileno, identificados e em seguida armazenados sob congelamento (-18°C) até o momento das análises.

Figura 9. Fluxograma de elaboração do hambúrguer de CMS de Tambatinga.



4.9.2 Preparação dos hambúrgueres com adição de farinha de aveia ou farinha de mesocapo de babaçu e de fumaça liquida.

A partir da CMS de Tambatinga foram elaboradas formulações com diferentes percentuais de fontes de fibras e de fumaça líquida. A Fumaça líquida (Tipo: Nogueira, *Smart*, Costa Rica) foi adquirida em estabelecimento comercial especializado. As fibras constituídas por fontes naturais como a farinha de aveia e a farinha de mesocarpo de babaçu, também foram adquiridas em estabelecimento comercial. Considerando a formulação prévia (Tabela 5) foi elaborada uma forma básica (Tabela 6), e estabelecido combinação experimental para formulação dos hambúrgueres com diferentes teores de fumaça líquida e dois tipos de farinha, conforme o percentual de adição (Tabela 7). Foi estabelecida a adição de 2% de forma a não ultrapassar o percentual de 3% de carboidratos, preconizados pela legislação (BRASIL, 2000). O percentual de fumaça líquida em 1% foi definido em análise sensorial com a aplicação teste de ordenação realizado previamente.

Tabela 6. Formulação básica dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga

Ingrediente	Formulação (%)
CMS de Tambatinga	94,0
Proteína texturizada de soja	2,0
Cebola/alho/coentro desidratados	0,5
Orégano	1,5
Corante natural à base de urucum	0,5
Cloreto de sódio	1,5

Tabela 7. Combinação experimental para as formulações de hambúrguer com adição farinha de aveia ou farinha de mesocarpo de babaçu e fumaça líquida.

Ensaio	Fumaça liquida (%)	Farinha de aveia (%)	Farinha de mesocarpo de babaçu (%)
1	0	0	0
2	0	2	0
3	0	0	2
4	1	0	0
5	1	2	0
6	1	0	2

As formulações de hambúrguer de CMS de Tambatinga foram processadas no Laboratório de Tecnologia de Pescado do IFMA, *Campus* São Luís Maracanã, seguindo as Boas Práticas de Fabricação (BPF). Utilizou-se a CMS de Tambatinga estocada sob congelamento a -18ºC, descongelada parcialmente por 2 h em temperatura de 10ºC, pesada e separada em porções de 400 g cada, adicionados ingredientes comuns a todos os tratamentos, considerada como formulação básica (Tabela 6), e adicionada de fumaça líquida, farinha de aveia e farinha de mesocarpo de babaçu, conforme formulações apresentadas na Tabela 8.

De acordo com fluxograma da Figura 9, todos os ingredientes foram pesados com balança de 5 kg de capacidade (Balmak, Santa Bárbara d´Oeste, SP), triturados em multiprocessador modelo *All in one Plus* (Philco, Brasil) por 2 minutos, tempo suficiente para completa homogeneização e posteriormente permaneceram

em descanso por 10 minutos sob refrigeração. A massa foi separada em porções de 40 g, moldadas em moldador de hambúrguer (Picelli, Brasil). Após a elaboração dos hambúrgueres, cada tratamento foi embalado em sacos de polietileno, identificados e em seguida armazenados sob congelamento (-18°C).

Os hambúrgueres processados foram armazenados a temperatura de -18ºC para posteriores análises físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais, de acordo com as formulações apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8. Formulação dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga com adição de farinha de aveia ou farinha de mesocarpo de babaçu e de fumaça líquida.

Ingrediente	Formulação					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
CMS de Tambatinga (%)	94	92	92	93	91	91
PTS (proteína texturizada de soja) (%)	2	2	2	2	2	2
Condimentos (cebola, alho, coentro) (%)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Orégano (%)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Corante natural (%)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Cloreto de sódio (%)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Farinha de aveia (FA) (%)	0	2	0	0	2	0
Farinha de Mesocarpo de Babaçu (FMB) (%)	0	0	2	0	0	2
Fumaça líquida (FL) (%)	0	0	0	1	1	1

4.9.3 Análises físico-químicas dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga

Composição centesimal

A Composição centesimal (umidade, proteínas e cinzas), foi realizada de acordo com metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), sendo que a determinação de lipídeos foi realizada pelo método Bligh e Dyer (1959), descritas no item 4.6. A determinação de carboidratos foi realizada por diferença [100 – (%proteína + %umidade + %lipídios + %cinzas)]. Todas as análises foram realizadas em triplicata no Laboratório de Química, IFMA, *Campus* São Luís Maracanã.

4.9.4 Determinação das perdas de peso, encolhimento por cocção e capacidade de retenção de água do hambúrguer de CMS de Tambatinga com adição de farinha de aveia ou farinha de mesocapo de babaçu e de fumaça liquida

Os parâmetros avaliados foram perda de peso e encolhimento dos hambúrgueres. Os hambúrgueres ainda congelados foram submetidos a cocção em frigideira antiaderente em fogão convencional, até o centro atingir à temperatura média de 72ºC, e mantidos por 3 minutos. Seis unidades de cada formulação foram pesadas e medidas antes e após cocção. Os resultados expressos em percentual. Estas análises foram realizadas apenas nos hambúrgueres de CMS de Tambatinga com diferentes fontes de fibras e fumaça líquida (Tabela 8).

Perda de peso na cocção do hambúrguer

Foram pesados seis hambúrgueres para cada formulação, em balança semi analítica (Shimadzu, Diadema, SP), antes e depois da cocção. A perda de peso por cocção foi calculada usando a Equação 12 (SEABRA et al., 2002).

$$Perda\ de\ peso\ (\%) = \frac{(P_{cr} - P_{cz})}{P_{cr}}\ 100 \qquad (12)$$

onde:
P_{cr} = peso da amostra crua
P_{cz} = peso da amostra cozida

Encolhimento por cocção do hambúrguer

Os hamburgueses submetidos à cocção foram coletados aleatoriamente (6 unidades) para determinação do encolhimento (redução do tamanho). Os diâmetros de cada hambúrguer foram medidos por paquímetro digital 0 - 150 mm modelo PDS PL001 (Sagyma Pro, Brasil), realizando-se medidas de diâmetro em duas posições, antes e pós cocção. A Equação 13 foi utilizada para cálculo do encolhimento (SEABRA et al., 2002).

$$Encolhimento\ por\ cocção\ (\%) = \frac{(D_{cr} - D_{cz})}{D_{cr}}\ 100 \qquad (13)$$

onde:
D_{cr} = Diâmetro da amostra crua (cm)
D_{cz} = Diâmetro da amostra cozida (cm)

Capacidade de retenção de água do hambúrguer

Para avaliação da capacidade de retenção de água (CRA) foram utilizadas amostras em triplicata. Pesou-se cinco gramas de três hambúrgueres descongelados para cada um dos tratamentos. As amostras foram colocadas individualmente em papéis de filtro e submetidas a uma prensagem de 1 Kg durante dez minutos. Após a pesagem as amostras foram retiradas cuidadosamente dos papeis e pesadas. A capacidade de retenção de água foi determinada por meio da Equação 14 de acordo com Grau e Hamm (1953).

$$CRA\ (\%) = \frac{P_f}{P_i}\ 100 \qquad (14)$$

onde:
P_f = Peso da amostra depois da prensagem (g)
P_i = Peso inicial da amostra (g)

4.9.5 Avaliação microbiológica dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga

As análises microbiológicas nas amostras congeladas de hambúrgueres foram realizadas no Laboratório de Microbiologia da Universidade Estadual do Maranhão, UEMA, segundo metodologia Brasil (2000), seguindo os padrões microbiológicos estabelecidos na legislação brasileira vigente (BRASIL, 2001), em todos os tratamentos. As análises realizadas foram: Coliformes a 45 °C, contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva, pesquisa de *Salmonella* spp.

4.9.6 Análise sensorial dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga

Teste de ordenação

A análise sensorial dos hambúrgueres com diferentes níveis de fumaça liquida constituiu-se na aplicação do teste de ordenação com avaliação simultânea de três amostras (A, B e C), ordenadas pela preferência ao atributo sabor, segundo metodologia do IAL (2008), para avaliação do hambúrguer de CMS de Tambatinga com adição de diferentes dosagens de fumaça líquida (Tabela 5). A análise sensorial

foi realizada após recebimento dos laudos negativos dos resultados das análises microbiológicas.

O teste de preferência e ordenação foi realizado com 47 julgadores. Foram apresentadas três amostras diferentes de hambúrgueres aos julgadores de forma codificada com numeração aleatória, acompanhadas de um copo com água e uma ficha para registro (Figura 10). Foi solicitado aos provadores que provassem as amostras ordenando-as de acordo com a preferência do sabor, ou seja, identificando-as em ordem crescente para o atributo sensorial avaliado, intercalando cada avaliação com o uso de água e pausa de 10-20 segundos. A análise estatística foi realizada pelo teste de Friedman utilizando a tabela de *Newel* e Mac *Farlane*, em nível de significância de 5%, para comparação entre as amostras.

Figura 10. Modelo utilizado para teste sensorial de ordenação

Julgador:_____ Data:_____

Você está recebendo três amostras codificadas de hambúrguer de Tambatinga. Avalie cada uma, colocando-as em ordem crescente da intensidade do atributo específico: sabor.

_____ _____ _____
primeira segunda terceira
Comentários: _____

Teste de aceitação

Para avaliação sensorial das amostras de hambúrgueres de CMS de Tambatinga formulados com adição ou farinha de aveia e farinha de mesocarpo de babaçu e de fumaça líquida (Tabela 8), foi aplicado o teste afetivo de aceitação utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos (9 = gostei extremamente; 5 = não gostei nem desgostei e 1 = desgostei extremamente) para avaliar os atributos aroma, textura, sabor e aceitação global (Figura 11).

Figura 11. Ficha sensorial para o teste afetivo de aceitação do hambúrguer de Tambatinga com diferentes teores de fontes de fibras e fumaça líquida.

Nome: _____ Data: _____
Idade:_____ Sexo: ( )F ( )M

1- Com qual frequência consome hambúrgueres (não especificamente de peixe)?
( ) diariamente
( ) semanalmente
( ) quinzenalmente
( ) mensalmente
( ) não consumo hambúrgueres

2- Você está recebendo uma amostra de hambúrguer de peixe. Por favor, prove-o e avalie cada item segundo a escala abaixo.

9 – gostei extremamente
8 – gostei muitíssimo
7 – gostei moderadamente
6 – gostei levemente
5 – não gostei nem desgostei
4 – desgostei levemente
3 – desgostei moderadamente
2 – desgostei muitíssimo
1 – desgostei extremamente

Item	Amostra nº	Amostra nº	Amostra nº	Amostra nº
Aroma				
Textura				
Sabor				
Avaliação global				

Comentários:

Antes de serem servidos aos provadores, os hambúrgueres ainda congelados foram fritos em frigideira antiaderente por aproximadamente três minutos (até temperatura interna atingir 72ºC). Após esta etapa, os hambúrgueres foram cortados em seis pedaços para serem servidos aos provadores.

Como havia seis formulações de hambúrguer para serem avaliadas, utilizou-se o delineamento de blocos incompletos (MEILGAARD, CIVILLE, CARR, 1999), adotando-se os seguintes critérios para os blocos: cada provador avaliou 4 amostras; cada amostra foi avaliada 10 vezes; com total de 15 provadores para o fechamento do bloco. Para a obtenção de pelo menos 50 avaliações de cada amostra, os blocos foram repetidos 5 vezes, totalizando 50 análises para cada amostra e 75 provadores não treinados.

Dentro de cada bloco, as amostras foram apresentadas em copinhos descartáveis codificados com três dígitos, de forma aleatória, balanceada e

monádica. O teste foi conduzido em cabines individuais e os provadores também receberam um copo de água para enxaguar a boca entre uma amostra e outra.

O índice de aceitabilidade (IA) de cada formulação foi calculado para cada um dos atributos avaliados, e foram consideradas aceitas as formulações que apresentaram IA igual ou superior a 70%, conforme Equação 15 (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987).

$$Índice\ de\ Aceitabilidade\ (\%) = \frac{A}{B}\ 100 \qquad (15)$$

onde:
A = nota média para o produto
B = nota máxima dada ao produto

Os testes de análise sensorial foram realizados em sala adaptada no Laboratório de Cozinha do IFMA, *Campus* São Luís Maracanã. Parecer aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa nº 948.501- da UFMA, Universidade Federal do Maranhão (ANEXO I), com uso do termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO II).

4.10 Análises Estatísticas

Os resultados de cada avaliação foram expressos como média e desvio padrão. Antes de realizar a análise de variância (ANOVA) os dados foram submetidos a teste de normalidade. As médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, pelo software XLSTAT (Addinsoft, New York, USA)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Medidas e Rendimento Corporal no Pré Beneficiamento do Híbrido Tambatinga por Classe de Peso

A Tabela 9 apresenta as principais medidas corporais obtidas para as classes de peso do híbrido Tambatinga estudadas. Quanto ao comprimento padrão (CP) as classes A e B não apresentaram diferenças entre si, nem houve diferenças entre as Classes B e C, entretanto, a classe D apresentou valores maiores e com diferenças (p>0,05) entre as demais. Segundo Costa (2011), as medidas corporais podem ser utilizadas com precisão, para estimar pesos corporal em peixes redondos sem a necessidade de abate.

As medidas do comprimento do tronco (CT) mostraram que apenas a classe D apresentou diferença significativa com relação às outras classes. Segundo Souza e Macedo-Viegas (1999), quando a faixa de peso analisada for muito próxima, dificilmente serão observadas diferenças significativas nas variáveis analisadas.

Tabela 9. Médias e desvio padrão do comprimento padrão (CP), comprimento de cabeça (CC), altura do corpo (AC) e comprimento do tronco (CT) por classe de peso.

Variável	Classe A (≥ 300 < 400 g)	Classe B (≥ 400 < 500 g)	Classe C (≥ 500 < 600 g)	Classe D (≥ 600 < 700 g)
CP	23,16 ±0,28^{c}	24,50 ±0,86^{bc}	25,83 ±0,28^{b}	29,00 ±0,86^{a}
CC	4,53 ±0,15^{c}	5,66 ±0,28^{b}	5,93 ±0,23^{b}	7,16 ±0,16^{a}
AC	12,16 ±0,10^{d}	13,33 ±0,10^{c}	14,66 ±0,30^{b}	16,16 ±0,30^{a}
CT	18,63 ±0,15^{b}	18,83 ±0,57^{b}	19,90 ±0,51^{b}	21,83 ±0,60^{a}

^{ab}valores na mesma linha com letras diferentes apresentam diferenças significativas (p>0,05).

De acordo com Contreras-Gúzman (1994), o peixe inteiro eviscerado pode render, em média, 62,6 % do peso total em peixes marinhos e de água doce. Os resultados observados no presente trabalho (Tabela 10) são todos superiores, apresentado valores da ordem de 80,21%, 78,26%, 77,26% e 78,53% respectivamente para as classes A, B, C e D, mas inferiores aos rendimentos encontrados por Mora (2005), que obteve para a faixa de peso de 801 a 1.000 g

87,1% de rendimento do peixe eviscerado para o híbrido Tambatinga, sugerido que o aumento do rendimento de peixe eviscerado com aumento do peso médio.

Com base no percentual do peso da cabeça (PC) em relação ao peso do peixe inteiro (PI), as classes A e B apresentaram os menores valores 12,51% e 14,21% respectivamente, enquanto que as classes C (15,85%) e D (16,70%) não apresentaram diferenças estatísticas (p>0,05). Paula (2009) para o mesmo híbrido Tambatinga encontrou percentual de 22,34% em peixes com peso médio de 251,63 g e peso da cabeça de 55,69 g, aos 270 dias de cultivo, percentual superior aos encontrados no presente estudo, mesmo comparando individualmente com a classe de menor peso, para qual o peso da cabeça foi de 43,66 g em indivíduos com peso médio de 349,0 g. O menor percentual para a relação PC/PI favorece o aumento da parte útil, a mais importante para o processamento industrial (BASSO e FERREIRA, 2011).

Tabela 10. Médias e desvio padrão do peso do peixe inteiro (PI), peso do peixe eviscerado (PE), peso da cabeça (PC), peso das vísceras (PV), rendimento de peixe eviscerado (%RPE), percentual do peso da cabeça (%PC); rendimento de peso das vísceras (%PV) por classe de peso.

Variável	Classe A (≥ 300 < 400 g)	Classe B (≥ 400 < 500 g)	Classe C (≥ 500 < 600 g)	Classe D (≥ 600 < 700 g)
PI (g)	349,0 ±10,0^{d}	481,33 ±33,8^{c}	559,66 ±17,9^{b}	684,66 ±31,0^{a}
PE (g)	280,00 ±10,0^{d}	376,33 ±18,5^{c}	434,66 ±23,1^{b}	538,00 ±34,4^{a}
PC (g)	43,66 ±1,5^{d}	60,66 ±3,5^{c}	88,66 ±2,3^{b}	114,33±4,0^{a}
PV (g)	47,00 ±1,0^{d}	65,66 ±9,1^{c}	86,00 ±4,0^{b}	98,00 ±5,3^{a}
RPE (%)	80,21 ±0,5^{a}	78,26 ±1,6^{a}	77,26 ±1,6^{a}	78,53 ±1,6^{a}
PC (%)	12,51 ±0,4^{c}	14,21 ±0,7^{b}	15,85 ±0,8^{a}	16,70 ±0,2^{a}
PV (%)	13,47 ±0,5^{b}	13,60 ±0,9^{b}	15,00 ±0,7^{a}	15,09 ±0,2^{a}

^{ab}Valores na mesma linha com letras diferentes apresentam diferenças significativas (p>0,05).

O percentual de vísceras em relação ao peso do peixe inteiro foi de 13,47%, 13,60%, 15,00% e 15,09% aumentando para as classes de maior peso (Tabela 10). Nos peixes ósseos, em geral, as vísceras correspondem, aproximadamente, a 11,0% do peso total (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994). Entretanto, em estudo sobre rendimento do processamento de Matrinxã *(Brycon cephalus)*, Macedo-Viegas et al. (2000) observaram diferenças para os percentuais de vísceras em diferentes classes

de peso, correspondendo ao menor valor de 8,38 % para a classe de peso corporal de 400 a 500 g, e maior valor de 9,48 % de vísceras para a classe de peixes pesando de 601 a 700 g, valores esses menores que os observados nesta pesquisa. É importante destacar que no presente estudo os peixes foram capturados sem a supressão do arraçoamento, portanto o trato digestório estava repleto de ração e contribui para aumentar o peso das vísceras. Além disso, em condições de confinamento o meio pode favorecer o maior acúmulo de gordura nas vísceras dos peixes, devido ao aporte regular de alimentação e a pouca movimentação (ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2002).

5.2 Rendimento do Tronquinho (corpo limpo) do Híbrido Tambatinga em Função da Classe de Peso

Os pesos médios dos peixes eviscerados e do tronquinho para cada faixa de peso são apresentados na Tabela 11, na qual podem ser observadas diferenças significativas entre todas as classes dos pesos demonstrando que as mesmas estão bem definidas.

Tabela 11. Peso médio do peixe eviscerado com cabeça, na forma de tronquinho e rendimento por classe de peso.

Classe de peso	Peixe Eviscerado[1](g)	Tronquinho[2] (g)	Rendimento Tronquinho (%)[3]
A (≥ 300 g < 400 g)	364,58 ±32,70[d]	216,66 ±11,29[d]	59,42 ±2,25[a]
B (≥ 400 g < 500 g)	441,66 ±27,61[c]	255,00 ±15,87[c]	57,73 ±0,01[b]
C (≥ 500 g < 600 g)	546,66 ±26,64[b]	311,66 ±20,14[b]	57,01 ±0,91[b]
D (≥ 600 g < 700 g)	639,58 ±27,89[a]	385,00 ±27,34[a]	60,19 ±1,65[a]

[1] Peixe Eviscerado, com cabeça;
[2] Tronquinho: peixe eviscerado, descabeçado e sem pele;
[3] Rendimento do tronquinho, conforme Eq. 4
[ab]Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferenças significativas (p>0,05).

O rendimento da parte útil do peixe sem pele, aqui denominada “tronquinho”, considerada como a parte do corpo pronta para o consumo e/ou matéria prima para obtenção da CMS foi de 59,42%, 57,73%, 57,01% e 60,19%, respectivamente para as classes de peso A, B, C e D.

Os maiores rendimentos do tronquinho foram obtidos para as classes D (≥ 600 g e < 700 g) e A (≥ 300 g e < 400 g), mostrando potencial para o beneficiamento na forma de matéria prima para CMS. De acordo com os resultados obtidos pelas análises (Tabela 10), a classe A apresentou menor percentual de cabeça (%CP) peso da cabeça (PC) em relação ao peixe inteiro (PI), as classes C e D apresentaram valores maiores e sem diferenças significativas entre si (p>0,05), favorecendo o abate na faixa de peso entre 300g e 400g pela possibilidade de ter rendimentos proporcionalmente maiores da parte útil ou tronquinho, geralmente utilizada pela indústria.

A porcentagem do corpo limpo de um peixe permite comparar as espécies, avaliar fatores críticos e visualizar o potencial para a industrialização (SOUZA e INHAMUNS, 2011). Boscolo et al. (2006) ao estudarem o rendimento corporal do Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) cultivado em tanques-rede no reservatório de Itaipu, processado na forma de tronco limpo, encontraram percentual de 58,91%, 60,84% e 60,72% respectivamente para peixes com peso médios de 896,33 g, 968,29 g e 1.039,80 g, associando o aumento do rendimento ao aumento do peso corpóreo dos peixes estudados.

Basso e Ferreira (2011), ao estudarem o efeito da classe de peso no abate sobre o rendimento do processamento do Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) observaram que o rendimento do tronco limpo apresenta redução linearmente proporcional ao aumento da classe de peso, e sugerem que se a forma de comercialização for carcaça ou simplesmente peixes eviscerados não é necessário que o peso de abate dos peixes ultrapasse 600 g.

Os peixes redondos com peso de abate inferior a 1.000 g, geralmente são considerados de baixo valor comercial, pela pouca demanda de mercado, principalmente pela presença de espinhas intramusculares que dificultam a ingestão. Portanto, as classes de peso estudadas do híbrido Tambatinga podem ser direcionadas ao processamento na forma de CMS, uma opção alternativa para melhorar a rentabilidade da atividade de criação desse híbrido, ampliando mercado e aplicações em produtos derivados diversos.

5.3 Rendimento da CMS do Híbrido Tambatinga em Função da Classe de Peso

No presente estudo, dos 47,820 kg de peixes eviscerados com cabeça, quando beneficiados, resultaram em 28,040 kg e 24,866 kg, respectivamente de tronquinho e CMS. O rendimento médio da CMS com relação ao peixe eviscerado com cabeça foi de 51,99%, e de 88,68% com relação ao peixe na forma de tronquinho. Os valores foram superiores aos encontrados pelos pesquisadores Boscolo et al. (2010), os quais obtiveram para CMS de Pacu, processado na forma de tronco limpo, rendimento de 83%, representando cerca de 50% do peso do peixe inteiro.

Durães (2009) ao estudar a caracterização da carne mecanicamente separada de bagre africano (*Clarias gariepinus*) encontrou valores também inferiores, apresentando rendimento de CMS com relação ao peixe inteiro de 45,85%, relacionando o baixo rendimento ao fato deste peixe ter cabeça muito grande, mas aproveitamento relativamente alto na forma de CMS, considerado o peixe limpo, sem cabeça e vísceras, com rendimento de 85,85% valor próximo ao encontrado no presente estudo.

A Tabela 12 apresenta os valores dos rendimentos em CMS com relação aos peixes na forma de “tronquinho”, os menores valores foram encontrados nas Classes B (≥ 400 g < 500 g) e C (≥ 500 g <600 g), e os maiores valores nas Classes A (≥ 300 g < 400 g) e D (≥ 600 g < 700 g) e não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$) entre si. Boscolo et al. (2010) destacam que peixes redondos da espécie Pacu de maior tamanho não apresentam melhor aproveitamento em termos de CMS, dentre as sete classes de peso avaliadas (400 a 1.600 g); no seu estudo os melhores rendimentos de CMS com relação ao tronco limpo (tronquinho) (CMS/TL) foram obtidos com peixes de peso médio de 600 e 800 g, respectivamente 84,54% e 82,39%. No mesmo estudo os autores encontraram para a classe de menor peso (400 g) o rendimento de 74,92%, abaixo do rendimento na mesma classe B (≥ 400 g e < 500 g) do presente estudo (86,24%).

De acordo com Moreira et al. (2001), a relação entre a parte comestível e não comestível do pescado pode variar dependendo da estação do ano, área de pesca e da condição reprodutiva do pescado. No caso de peixes cultivados também irá depender das técnicas de cultivo aplicadas como a densidade de cultivo, tipo de alimentação, qualidade de água e obviamente dependente do peso médio do animal

despescado/processado. Além disso, o rendimento de CMS pode ser influenciado pelo tipo e características operacionais da máquina despolpadora (LUSTOSA-NETO, 2016).

Tabela 12. Rendimento médio e desvio padrão (n=3) da CMS para as classes de peso do híbrido Tambatinga em relação ao tronquinho.

Rendimento médio e desvio padrão (%)			
Classe A (≥ 300 g < 400 g)	Classe B (≥ 400 g < 500 g)	Classe C (≥ 500 < 600 g)	Classe D (≥ 600 g < 700 g)
89,03 ±8,34[a]	86,24 ±8,65[b]	88,39 ±4,55[b]	90,03 ±3,90[a]

[a]Valores na mesma linha com letras iguais não apresentam diferenças significativas (p>0,05).

Embora os valores de rendimento de CMS para o hibrido Tambatinga nas classes de peso estudadas A e D não tenham apresentado diferenças significativas (p>0,05), a utilização de peixes da classe A (≥ 300 g e < 400g) na produção de CMS mostra-se mais interessante, dada a relação custo benefício, uma vez que demanda menor tempo de cultivo. Segundo Boscolo et al. (2010) os peixes maiores não apresentam melhor aproveitamento em termos de CMS, pois apresentam grande quantidade de gordura e de resíduos.

O conhecimento da proporção de matéria-prima que será transformada em produto final para a comercialização é de suma importância, pois permite o planejamento logístico da produção e os cálculos para a avaliação produtiva da indústria e para determinação do preço do produto final (GONÇALVES e CEZARINI, 2009: SOUZA e INHAMUNS, 201). Portanto, a identificação da classe de peso de melhor rendimento de CMS poderá proporcionar maior eficiência no processamento e desenvolvimento de produtos de valor agregado.

5.4 Resultados das Análises Físico Químicas da CMS

5.4.1 Composição centesimal da carne de filé e da CMS

As médias da composição centesimal da carne de filé de Tambatinga *in natura* para as diferentes classes de peso estão apresentadas na Tabela 13, mostrando de forma geral aumento no teor de proteínas, lipídios com o aumento do peso. Os valores de proteínas encontrados na carne de file do Tambatinga *in*

*natur*a não apresentaram diferenças significativas para as classes A (18,62%), B (18,62%) e C (18,62%), diferindo apenas para classe D (20,10%) com peixes de maior peso e tamanho. Não houve diferenças entre os valores de lipídios das classes A e B, respectivamente 1,46 % e 1,48%, mas inferiores aos das classes C e D que também não diferiram estatisticamente entre si, 1,66% e 1,72% respectivamente.

Quanto aos valores de umidade encontrados, as classes A, B e C não apresentaram diferenças 78,43%, 77,97% e 77,70%, mas superiores aos da classe D (76,68%). Nas classes A e B, encontram-se os peixes de menor idade, e segundo os piscicultores de Itans, MA, com tempo de cultivo variando entre 100 a 120 dias, portanto considerados jovens. Os peixes mais jovens geralmente apresentam carne com mais água e menos gorduras pelo fato de estarem em fase de crescimento, que induz a redução de gorduras de reserva disponível (CONTRERAS-GUZMÁN,1994; SOUZA e MARANHÃO, 2011). Para o teor de cinzas, não houve diferença significativas (p>0,05) entre as classes.

Tabela 13. Composição centesimal da carne de filé do híbrido Tambatinga *in natura* para as diferentes classes de peso.

Classe	Proteínas (g/100g)	Umidade (g/100g)	Lipídios (g/100g)	Cinzas (g/100g)
A (≥ 300 < 400 g)	18,62 ±0,50^{b}	78,43 ±0,79^{a}	1,46 ±0,02^{b}	1,08 ±0,17^{a}
B (≥ 400 < 500 g)	18,82 ±0,18^{b}	77,97 ±0,26^{a}	1,48 ±0,02^{b}	1,08 ±0,07^{a}
C (≥ 500 < 600 g)	19,25 ±0,27^{b}	77,70 ±0,33^{a}	1,66 ±0,45^{a}	1,22 ±0,05^{a}
D (≥ 600 < 700 g)	20,10 ±0,5^{a}	76,68 ±0,02^{b}	1,72 ±0,20^{a}	1,25 ±0,07^{a}

^{ab}Valores na mesma coluna com letras iguais não apresentam diferenças significativas (p>0,05).

Os valores médios da composição centesimal da carne de filé do híbrido Tambatinga *in natura* com peso médio variando de 300 a 700 g foram 77,70% de umidade, 19,20% de proteínas, 1,58% de lipídios e 1,16% de cinzas. Esses valores foram próximos aos encontrados por Ritter (2015), ao avaliar a composição do hibrido Tambatinga, com peso médio entre 0,9 e 1,5 kg, tendo obtido 74,3% de umidade, 19,28% de proteínas, 0,68% de lipídios e 0,99% de cinzas. Sales e Maia (2013), para o parental Tambaqui (*Colossoma macropomum),* sem distinção de sexo e tamanho, mas com peso médio de 2,5 kg, para a composição centesimal obtiveram 68,0% de umidade, 22,6% de proteínas, 6,6% de lipídios e 2,7% de

cinzas. As diferenças também podem ser atribuídas aos pesos dos peixes, para os quais Ogawa e Maia (1999) consideraram que peixes mais velhos apresentam composição centesimal diferentes dos indivíduos jovens, apresentando maiores teores de proteínas e principalmente lipídios. Peixes de mais idade geralmente são mais ricos em gorduras e, portanto, contem menor proporção de água (ORDOÑEZ, 2005).

A Tabela 14 apresenta as médias dos valores da composição centesimal da CMS recém-processada obtida a partir do hibrido Tambatinga. Em comparação com a composição da carne de filé *in natura* (Tabela 13), foi observada redução da umidade e aumento do teor de lipídios, as quais em princípio, podem ser explicadas pela relação inversa entre umidade e lipídios citados por vários autores (CONTRERAS-GUSMÁN, 1994; OGAWA e MAIA, 1999; ORDOÑEZ, 2005).

Zuanazzi (2013) também encontrou diferenças na composição centesimal entre o filé e a CMS de Pacu, favorecido pelo aumento do percentual de gordura pelo fato de durante o processo de despolpamento foi utilizado o peixe inteiro descabeçado e eviscerado, incluindo a região ventral da carcaça, onde está presente a maior deposição de gordura, contribuindo para o maior percentual de gordura na CMS, enquanto o filé sem pele é a parte da carne com menor teor de gordura.

Pelos dados expostos na Tabela 14 observa-se que não houve diferenças significativas ($p>0,05$) para os teores de proteínas e de cinzas das carnes mecanicamente separadas (CMS) nas diferentes classes de peso, com valores médios para todas as classes de peso 19,02% em proteínas e 1,57% em cinzas. O músculo do pescado pode conter de 12 a 24% de proteínas (GALVÃO; OETTERER, 2014, OLIVEIRA SARTORI; AMANCIO, 2012). O teor de cinzas em peixes de água doce pode apresentar valores entre 0,90 a 3,39% (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994).

Para a umidade e lipídios houve diferenças significativas ($p>0,05$) nas classes de peso A e D, sendo que nas classes B e C não foram observadas diferenças, provavelmente pelo fato de que quanto mais próximos forem os intervalos de classes de peso é mais difícil detectar diferenças. A classe D, de maior peso médio, apresentou o maior teor de lipídios (5,56%) e de acordo com Contreras-Guzmán (1994), isto se deve à capacidade diferencial da acumulação de massa muscular em determinados pontos do corpo do animal durante seu crescimento, o que caracteriza o formato e influencia na composição centesimal.

Tabela 14. Composição centesimal da carne mecanicamente separada (CMS) do híbrido Tambatinga para as diferentes classes de peso.

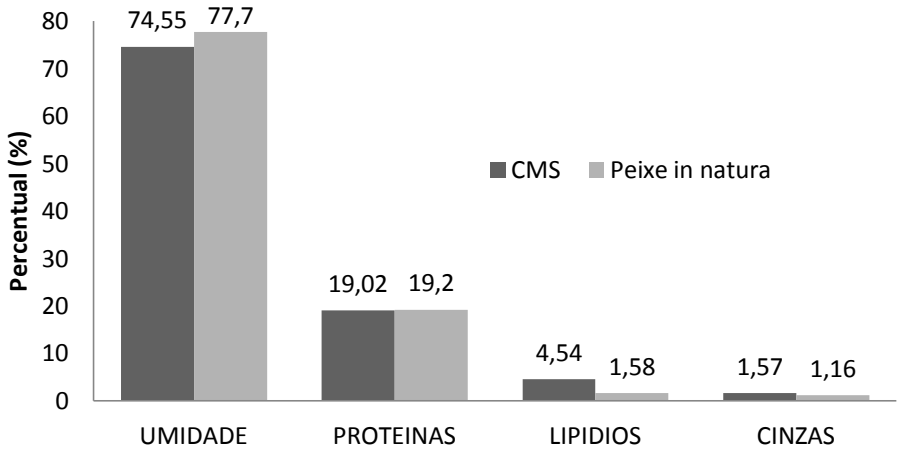
Classe	Proteínas (g/100g)	Umidade (g/100g)	Lipídios (g/100g)	Cinzas (g/100g)
A (≥ 300 < 400 g)	18,79 ±0,30[a]	75,97 ±0,53[a]	3,59 ±0,39[b]	1,51 ±0,33[a]
B (≥ 400 < 500 g)	18,77 ±0,40[a]	74,82 ±1,31[ab]	4,38 ±0,46[ab]	1,55 ±0,52[a]
C (≥ 500 < 600 g)	18,77 ±0,44[a]	74,75 ±0,52[ab]	4,61 ±0,49[ab]	1,43 ±0,44[a]
D (≥ 600 < 700 g)	19,76 ±0,71[a]	72,64 ±0,75[b]	5,56 ±0,51[a]	1,78 ±0,54[a]

[ab]valores na mesma coluna seguido de letras iguais não apresentam diferenças significativas (p>0,05).

As diferenças da composição centesimal entre a carne de filé *in natura* e a carne separada mecanicamente, podem ser visualizadas na Figura 12. Essas diferenças entre o percentual de lipídios da carne do filé do peixe *in natura* e da CMS de Tambatinga podem ser devido ao processamento por dessosamento utilizar o peixe inteiro descabeçado e eviscerado, abrangendo a região ventral da carcaça que contém a maior deposição de gordura, contribuindo para o incremento de gordura na CMS, o que reflete também na redução da umidade, uma vez que esses nutrientes apresentam relações inversas. Os teores de proteínas mantiveram-se muito próximos, portanto o processamento não interferiu no teor desse nutriente.

Com relação ao conteúdo de cinzas houve um pequeno acréscimo na CMS, já esperado, uma vez que ocorre a desintegração das espinhas no momento do processamento pelo tipo de equipamento utilizado. Segundo Lustosa-Neto (2016), a separadora de ossos com rosca sem fim (Figura 6), utiliza uma rosca que transporta o material a ser separado (carne separada dos ossos) contra um cilindro perfurado composto por uma série de anéis contendo reentrâncias (1 mm), que influencia a passagem de resíduos de espinhas para a CMS, influenciando no teor de cinzas. Variações no teor de cinzas de tecidos cárneos muitas vezes são devidas a presença de ossos ou espinhos, resultados da má filetagem ou de falhas na despolpagem (COSTA et al., 2014). Como o aumento no teor de cinzas foi pequeno é possível considerar que o processamento foi realizado de modo eficiente quanto à separação da carne dos tronquinhos.

Figura 12. Valores médios da composição centesimal do hibrido Tambatinga com peso entre 300 e 700 g, na forma de file *in natura* e na forma de CMS.



5.4.2 Perfil de ácidos graxos da CMS

Foram detectados 33 ácidos graxos nos lipídios totais da CMS do híbrido Tambatinga (Tabela 15), enquanto Almeida (2004) analisando o músculo do Tambaqui proveniente de cultivo detectou 61 ácidos graxos nos lipídios totais. Essa diferença provavelmente ocorreu devido ao sistema de cultivo semi-intensivo com baixa densidade de estocagem utilizado no caso do Tambaqui, onde, além da ração comercial, houve contribuição na alimentação com outro tipo de alimento, como o zooplancton, fitoplancton, etc., e o peso dos peixes estarem acima de 2,5 kg, podendo ter contribuído para uma maior variedade de ácidos graxos presente no músculo do Tambaqui.

Os ácidos graxos majoritários encontrados na CMS do híbrido Tambatinga, em ordem decrescente foram o ácido oleico (18:1n-9) (31,79 a 32,80%), ácido palmítico (16:0) (27,44 a 27,81%), ácido linoleico (C18:2n-6) (15,45 a 15,95%) e ácido esteárico (18:0) (9,68 a 10,05%). Estes valores foram diferentes aos encontrados nos estudos de Almeida (2004) sobre composição de ácidos graxos no músculo dos peixes Tambaqui (*C. macropomum*) criados em cativeiro, sendo majoritários os ácidos oleico (33,52%), seguido do palmítico, (24,66%), do esteárico (11,79%) e do linoleico (8,32%). Enquanto que Ramos Filho et al. (2008) ao estudarem o perfil de ácidos graxos do tecido muscular do Pintado (*P. coruscans*), Cachara (*P. fasciatum*), Pacu (*P. mesopotamicus*) e Dourado (*S. maxillosus*),

nativos do Rio Miranda na região do Pantanal Sul-Mato-Grossense, nas quatro espécies de peixes, o ácido oleico foi predominante (20,25 a 37,25%), seguido do ácido palmítico (19,96 a 21,37%) e esteárico (7,39 a 9,82%).

A predominância do ácido linoleico (C18:2n-6) sobre o ácido esteárico (18:0) observada na CMS do híbrido Tambatinga pode estar relacionada às condições de manejo e cultivo utilizadas para cada situação, principalmente o tipo de ração, pois de modo similar ao trabalho de Visentainer et al. (2003), a composição de ácidos graxos em Tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidas à dieta comercial prolongada, com grande quantidade de acido linoleico contida na ração (cerca de 38%) foi responsável pelo elevado nível desse ácido graxo no tecido muscular das espécies criadas em cativeiros.

A Tabela 15 contempla o perfil de ácidos graxos, expressos em percentual da área relativa, nas diferentes classes de peso da CMS, na qual observa-se o ácido oleico (18:1n-9) com maior percentual na classe D seguido pela classe C (32,80% e 32,22%) respectivamente, classe com maior peso e maior teor de lipídios. As classes A e B não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$) com valores de 31,96% e 31,79% respectivamente. Gutiérrez e Silva (1993) estudaram a composição em ácidos graxos de sete espécies de peixes de água doce e em nove de água salgada comercializadas no Brasil, também identificaram o ácido oleico como o mais abundante dos monoinsaturados e encontrados em maiores níveis nos peixes de água doce (Curimatá, Lambari, Mandi, Piaba, Pintado, Piramutaba e Traira) variando de 11,63 a 27,87%, valores esses abaixo dos encontrados no presente estudo, por serem de espécies provenientes de captura. Em peixes de água doce a composição de ácidos graxos sofre variações qualitativa e quantitativa de acordo com o tipo de alimentação a que são submetidos (MOREIRA et al., 2003).

A composição química dos peixes varia entre as espécies e dentro da mesma espécie, a fração lipídica é a que mais oscila, ao longo do ciclo de vida (OGAWA; MAIA, 1999). Os peixes de cultivo mantêm uma composição mais estável, para dado tempo de cultivo e alimentação controlada, variando apenas quanto a fase de crescimento (PAULA, 2009). Os ácidos graxos que compõem a fração lipídica refletem a variabilidade de ácidos graxos presentes na dieta destas espécies (SIMOPOULOS, 2002).

Tabela 15. Composição de ácidos graxos da carne mecanicamente separada (CMS) de Tambatinga nas diferentes classes de peso.

Ácido Graxo	Composição de ácidos graxos (% área relativa)			
	Classe A*	Classe B*	Classe C*	Classe D*
14:0	2,02 ± 0,12^{a}	1,93 ± 0,04^{a}	1,99 ± 0,12^{a}	1,84 ± 0,05^{a}
14:1n-9	0,20 ± 0,02^{a}	0,19 ± 0,01^{a}	0,04 ± 0,01^{a}	0,02 ± 0,00^{a}
14:1n-7	0,04 ± 0,01^{b}	0,05 ± 0,01^{b}	0,17 ± 0,01^{a}	0,16 ± 0,01^{a}
15:0	0,18 ± 0,01^{a}	0,18 ± 0,01^{a}	0,17 ± 0,01^{a}	0,16 ± 0,01^{a}
15:1n-9	0,10 ± 0,01^{b}	0,15 ± 0,02^{a}	0,11 ± 0,01^{b}	0,12 ± 0,01^{ab}
15:1n-7	0,04 ± 0,01^{a}	0,04 ±0,01^{a}	0,04 ± 0,01^{a}	0,03 ± 0,01^{a}
16:0	27,57 ± 0,43^{a}	27,76 ±0,12^{a}	27,81 ± 0,21^{a}	27,44 ± 0,19^{a}
16:1n-9	0,38 ± 0,02^{a}	0,37 ± 0,02^{a}	0,38 ± 0,01^{a}	0,39 ± 0,01^{a}
16:1n-7	3,75 ± 0,12^{a}	3,60 ± 0,06^{a}	3,70 ± 0,12^{a}	3,55 ± 0,05^{a}
16:1n-5	0,11 ± 0,01^{a}	0,10 ± 0,01^{a}	0,10 ± 0,01^{a}	0,09 ± 0,01^{a}
17:0	0,32 ± 0,01^{a}	0,32 ± 0,02^{a}	0,31 ± 0,01^{a}	0,31 ± 0,01^{a}
17:1n-9	0,14 ± 0,03^{a}	0,11 ± 0,01^{a}	0,10 ± 0,01^{a}	0,10 ± 0,01^{a}
17:1n-7	0,04 ± 0,01^{a}	0,04 ± 0,01^{a}	0,03 ± 0,01^{a}	0,03 ± 0,01^{a}
18:0	9,68 ± 0,29^{a}	9,78 ± 0,25^{a}	9,95 ± 0,18^{a}	10,05 ± 0,08^{a}
18:1n-9	31,96 ± 0,37^{b}	31,79 ± 0,16^{b}	32,22 ± 0,28^{ab}	32,80 ± 0,20^{a}
18:1n-7	1,78 ± 0,02^{a}	1,72 ± 0,04^{a}	1,73 ± 0,04^{a}	1,71 ± 0,02^{a}
18:1n-5	0,49 ± 0,02^{a}	0,48 ± 0,03^{a}	0,47 ± 0,02^{a}	0,46 ± 0,01^{a}
18:2n-6	15,88 ±0,24^{a}	15,95 ± 0,28^{a}	15,45 ± 0,11^{a}	15,54 ± 0,03^{a}
18:3n-6	0,40 ± 0,02^{b}	0,40 ± 0,02^{b}	0,43 ± 0,02^{ab}	0,46 ± 0,01^{a}
18:3n-3	1,13 ± 0,03^{a}	1,07 ± 0,04^{ab}	1,01 ± 0,02^{bc}	0,95 ± 0,02^{c}
20:0	0,05 ± 0,01^{a}	0,04 ± 0,01^{a}	0,04 ± 0,01^{a}	0,04 ± 0,01 ^{a}
20:1n-9	0,22 ± 0,11^{b}	0,27 ± 0,02^{a}	0,24 ± 0,02 ^{ab}	0,24 ± 0,01^{ab}
21:0	0,09 ± 0,02^{a}	0,09 ± 0,01^{a}	0,10 ± 0,01^{a}	0,09 ± 0,01^{a}
20:2n-6	0,55 ± 0,30^{b}	0,72 ± 0,04^{a}	0,74 ± 0,01^{a}	0,68 ± 0,01^{a}
20:3n-6	0,11 ± 0,01^{a}	0,12 ± 0,02^{a}	0,10 ± 0,01^{a}	0,10 ± 0,01 ^{a}
20:3n-3	0,47 ± 0,21^{a}	0,38 ± 0,02^{b}	0,36 ± 0,01^{bc}	0,33 ± 0,01 ^{c}
20:4n-6 (AA)	0,14 ± 0,09^{a}	0,21 ± 0,02 ^{a}	0,20 ± 0,02 ^{a}	0,21 ± 0,01^{a}
22:0	0,66 ± 0,03^{a}	0,70 ± 0,02 ^{a}	0,70 ± 0,01 ^{a}	0,69 ± 0,01^{a}
20:5n-3(EPA)	0,68 ± 0,01^{b}	0,73 ± 0,04^{ab}	0,72 ± 0,01^{ab}	0,75 ± 0,01^{a}
22:1n-9	0,05 ± 0,01^{a}	0,05 ± 0,02^{a}	0,05 ± 0,01^{a}	0,05 ± 0,01^{a}
22:2n-6	0,09 ± 0,01^{a}	0,10 ± 0,02^{a}	0,08 ± 0,01^{a}	0,07 ± 0,01^{a}
24:0	0,26 ± 0,01^{a}	0,26 ± 0,02^{a}	0,25 ± 0,02^{a}	0,27 ± 0,01^{a}
22:6n-3(DHA)	0,30 ± 0,02^{a}	0,29 ± 0,04^{a}	0,27 ± 0,02^{a}	0,29 ± 0,01^{a}

*A (≥ 300 g e < 400 g); B (≥ 400 g e < 500 g) C (≥ 550 g e < 600 g); D (≥ 600 g e < 700 g)
^{ab}Valores na mesma linha com letras iguais não apresentam diferenças significativas (p>0,05).

O acido linoleico (18: 2n-6) foi o acido graxo poli-insaturado dominante que participou em média com 15,70%, não apresentando diferenças significativas (p>0,05) entre as classes estudadas, superando em termos percentuais a presença do ácido esteárico no perfil de ácidos graxos, contrariando a maioria dos estudos citados anteriormente, provavelmente pela origem da matéria prima, o híbrido de Tambatinga cultivado. Os peixes de cultivo apresentam predominância de ácidos linoleico no perfil dos ácidos graxos, em função do uso de rações comerciais na alimentação (VISENTAINER et al., 2003). Tonial et al. (2011) ao estudarem a composição de ácidos graxos dos filés de Tilápia submetidas ao tratamento com ração suplementada com óleo de soja, associaram a alta concentração de ácidos graxos n-6 nos filés, ao fato desse óleo apresentar baixos teores de ácidos graxos poli-insaturados, AGPI n-3 e altos teores de AGPI n-6, de forma que os ácidos graxos presentes na dieta podem ser transferidos para o músculo dos peixes por meio da alimentação e podem ser utilizados no seu metabolismo e/ou transformados em outros ácidos.

Para as classes de peso estudadas, os níveis dos ácidos docosahexaenóico (DHA, 22:6n-3) e eicosapentaenóico (EPA, 20:5n-3), não apresentaram diferenças significativas entre eles (p>0,05) e estão em torno de 0,68 a 0,75% e 0,27 a 0,30% respectivamente; teores semelhantes aos encontrados por Almeida (2004), de DHA (0,75%) e EPA (0,13%), para Tambaqui (*Colossoma macropomum*) cultivado. E valores mais distantes dos observados por Visentainer et al. (2003) para Tilápia (*Oreochromis niloticus*), de DHA (2,0%) e EPA (0,04%). Gutierrez e Silva (1993) em seus estudos com peixes de água doce identificaram que a quantidade percentual de DHA e EPA foi menor em comparação aos peixes de água salgada, e concluíram que a maioria dos peixes de água doce não pode ser considerada como fonte de ácidos eicosapentaenóico e docosahexaenóico. Portanto, a CMS de Tambatinga deste estudo também não pode ser considerada como boa fonte de EPA e DHA, pois apresentou baixo percentual desses ácidos graxos.

A Tabela 16 mostra o resumo dos somatórios dos ácidos graxos saturados (AGS ou SFA), monoinsaturados (AGMI ou MUFA), poli-insaturados (AGPI ou PUFA) dos lipídios totais da CMS do híbrido Tambatinga para as diferentes classes de peso. Nas quatro classes de CMS analisadas não houve diferenças (p<0,05) no percentual de ácidos graxos saturados totais (AGS) com valor médio de 41,08%, os ácidos graxos insaturados variaram de 58,04% a 59,10%. Houve superioridade dos

ácidos monoinsaturados (39,33%) sobre os poli-insaturados (19,60%), e dentre esses, prevaleceu o ácido linolênico com percentual de 17,38%, 17,50%, 16,96 %, 17,05%, para as classes A, B, C e D respectivamente, valores próximos aos encontrados por Ramos Filho et al. (2008), estudando o perfil de ácidos graxos do tecido muscular dos peixes Pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*), Cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*), Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e Dourado (*Salminus maxillosus*), nativos do Rio Miranda na região do Pantanal Sul-Mato-Grossense. Os autores encontraram nessas quatro espécies de peixes analisadas predominância de ácidos graxos insaturados em relação ao total de lipídios (50,22 a 53,43%), com maior concentração de monoinsaturados variando entre 33,81 a 47,53% e poli-insaturados variando de 5,24% a 17,33%.

Tabela 16. Somatórios de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI), poli-insaturados (AGPI) e; e as razões entre n-6/n-3, presentes na carne mecanicamente separada (CMS) nas diferentes classes de peso.

Ácido Graxo	Classe de peso[1]			
	A	B	C	D
AGS[2]	41,01 ± 0,10[a]	41,06 ± 0,19[a]	41,31 ± 0,13[a]	40,91 ± 0,16[a]
AGMI[3]	39,28 ± 0,19[ab]	38,96 ± 0,20[b]	39,37 ± 0,19[ab]	39,74 ± 0,11[a]
AGPI[4]	19,76 ± 0,09[ab]	19,97 ± 0,35[a]	19,32 ± 0,14[b]	19,36 ± 0,06[b]
n-6	17,38 ± 0,19[ab]	17,50 ± 0,26[a]	16,96 ± 0,10[b]	17,05 ± 0,05[b]
n-3	2,37 ± 0,11[a]	2,47 ± 0,12[a]	2,36 ± 0,04[a]	2,31 ± 0,01[a]
n-6/n-3	7,34 ± 0,44[a]	7,09 ± 0,30[a]	7,19 ± 0,10[a]	7,39 ± 0,04[a]

[1]A (≥ 300 g e < 400 g); B (≥ 400 g e < 500 g) C (≥ 550 g e < 600 g); D (≥ 600 g e < 700 g).
[2]AGS= Somatório de ácidos graxos saturados; [3]AGMI= Somatório de ácidos graxos mono-insaturados;
[4]AGPI = somatório de ácidos graxos poli-insaturados; n-6= somatório de ômega-6; n-3= somatório de ômega-3; n-6/n-3 razão entre o somatório de ômega-6 e ômega-3
[ab]Valores na mesma linha com letras iguais não apresentam diferenças significativas (p>0,05)

Os ácidos graxos insaturados constituíram a maior porcentagem da fração lipídica das CMS do híbrido Tambatinga e os mais abundantes foram o oleico (C18: 1n-9) e o linoleico (C18:2n-6). A predominância do ácido linoleico também foi observada em diferentes espécies de água doce (MOREIRA et al., 2003, RAMOS FILHO et al., 2008; TONIAL et al., 2011).

Segundo Lima Viana et al. (2016), existem divergências entre os estudos que tentam apontar melhorias conquistadas pela mudança de hábito alimentar

relacionada ao aumento do consumo de peixes de forma a relacionar esse consumo ao aumento da ingestão de ômega 3. Pesquisas têm demonstrado que peixes de água doce contem menor proporção de ácidos graxos poli-insaturados da família ômega 3 (PUFA-n3) do que os peixes de origem marinha (ALMEIDA, 2004; REGO, 2012). A composição de ácidos graxos de peixes de água doce é caracterizada por alta proporção de PUFA-n6, especialmente o ácido linoleico, para o qual no presente estudo foi obtido teor médio de 15,70% (Tabela 15)

De acordo com os resultados da Tabela 16, a relação entre n-6/n-3, quociente determinado pela relação de ácidos graxos da família n-6 em relação aos da família n-3 foi de 7,25 e não apresentou diferenças significativas ($p>0,05$) entre as classes estudadas, mas superior ao valor encontrado por Almeida (2004) de 4,51 no músculo do Tambaqui de cultivo. Segundo esse mesmo autor não há consenso entre os pesquisadores quanto ao valor ideal da razão n-6/n-3 indicado para dieta humana. Simopoulos, Leaf e Salem (1999) recomendam a razão n-6/n-3 entre 5 e 10. Com base na razão média n-6/n-3 de 7,25, observada no presente estudo para a CMS do híbrido Tambatinga, pode-se considerar este peixe potencialmente saudável, de acordo com a recomendação de Simopoulos, Leaf e Salem (1999).

A função da razão n-6/n-3 na dieta sobre a patogênese de doenças cardiovasculares, inflamatórias e autoimunes tem sido objeto de bastante controvérsia nos últimos anos (LIMA VIANA et al., 2016; REGO, 2012). Em peixes de cultivo essa relação pode ser controlada, uma vez que a composição de ácidos graxos nos peixes é reflexo direto da variabilidade de ácidos graxos presentes na dieta das espécies, quando alimentados com rações comerciais com aporte de n3 podem favorecer a razão n-6/n-3 (VISENTAINER et al., 2003; REGO, 2012).

5.5 Resultados da Estabilidade da CMS sob Congelamento a -18ºC

5.5.1 Bases nitrogenadas voláteis, oxidação lipídica e pH da CMS

Bases nitrogenadas voláteis totais – BVT

Durante o período de estocagem sob congelamento houve um pequeno aumento nos valores das Bases Nitrogenadas Voláteis (BVT). Os resultados apresentam valores de BVT variando de 1,0 a 2,28 mg N/100g (Tabela 17) valores

inferiores aos encontrados por Ritter et al. (2016)**,** cujos resultados obtidos variaram de 11,2 mg N/100g no primeiro dia a 14,17 mg N/100g ao 18º dia de armazenamento em gelo, em Tambatinga com peso médio de 1,5 kg. Segundo Ogawa e Maia (1999), quando o valor de BVT atinge 5 – 10 mg N/100g de músculo caracteriza o produto como de excelente qualidade em termos de estado de frescor. Os baixos valores de BVT encontrados nesta pesquisa podem ser associados a condições de controle da despesca, manutenção de baixa temperatura de manuseio, transporte e estocagem aplicados aos peixes do presente estudo, tais procedimentos retardam as alterações físicas, químicas e biológicas *pos mortem* do animal e favorecem a obtenção de um produto de qualidade, e segundo Contreas-Guzmán (1994) fatores estressantes também promovem aumento no teor de BVT.

Entre as classe estudadas, a que apresentou menores valores de BVT foi a classe A (≥ 300 g e < 400 g), valores entre 1,0 a 1,4 mg N/100g, não apresentando diferenças significativas (p>0,05) ao longo do tempo de estocagem, mas significativo em relação as demais classes, que apresentaram valores crescentes em função do peso e tempo de estocagem. De modo geral os valores das bases voláteis totais durante o período de estocagem foram inferiores aos registrados por Cartonilho e Jesus (2011), ao estudarem o desenvolvimento da BVT em diferentes cortes de Tambaqui cultivado, durante 180 dias de estocagem a -25ºC, e observaram valores iniciais acima de 10 mg N/100g, comportando-se de forma crescente até os 90 dias, seguidos de oscilações decrescentes no período compreendido entre 90 e 150 dias, e, logo após esse período, observaram aumento dos valores de BVT até o final do experimento, não atingindo o limite de 30 mg N/100g estabelecido pela legislação brasileira (BRASIL, 1952).

Tabela 17. Valores de BVT (mg N /100g) da carne mecanicamente separada (CMS) para as classes de peso em diferentes tempos de estocagem a -18ºC.

Tempo (dias)	BVT (mg N /100g) / Classe de peso			
	A (≥ 300 < 400 g)	B (≥ 400 < 500 g)	C (≥ 500 < 600 g)	D (≥ 600 < 700 g)
0	1,00 ±0,0^{b}	1,00 ±0,0^{b}	1,00 ±0,0^{b}	1,34 ±0,0^{a}
30	1,12 ±0,4^{b}	1,24 ±0,2^{ab}	1,68 ±0,0^{ab}	1,79 ±0,2^{a}
60	1,00 ±0,0^{b}	1,90 ±0,2^{a}	1,90 ±0,2^{a}	1,90 ±0,1^{a}
90	1,40 ±0,2^{a}	2,24 ±0,2^{a}	2,24 ±0,2^{a}	2,28 ±0,2^{a}

^{ab}Valores na mesma linha seguido de letras iguais não apresentam diferenças significativas (p>0,05)

Os valores de BVT deste estudo também foram inferiores aos encontrados por Ribeiro et al. (2014), obtidos em estudos sobre atividade biológica de extratos de algas como agentes antimicrobianos e antioxidantes, como alternativa aos aditivos químicos aplicados na elaboração de CMS de Tilápia, nos quais foram encontrados valores de BVT para CMS variando de 1,55 a 4,99 mg N/100g para o período de 0 a 180 dias de estocagem.

A legislação brasileira estabelece o valor de 30 mg N/100g de músculo como limite máximo de BVT para pescado fresco (BRASIL, 1997), portanto, os valores de BVT encontrados na CMS do híbrido Tambatinga estocadas por noventa dias estão adequadas ao consumo.

Oxidação lipídica - TBARS

Não foram observadas diferenças significativas ($p>0,05$) nos valores de TBARS entre as diferentes classes de peso, no entanto, ao longo do período de estocagem das amostras (Tabela 18), os valores de TBARS foram crescentes, valores iniciais de 0,04 e 0,16 $mg.kg^{-1}$ aos 90 dias de estocagem. Em estudos de Kirschnik (2007) sobre avaliação da estabilidade da carne mecanicamente separada de Tilápia nilótica, o maior valor de TBARS observado após 180 dias de estocagem foi 0,49 mg de malonaldeido/kg na CMS não lavada com uso de aditivos (eritorbato de sódio 0,1% e tripolifosfato de sódio 0,5%). Os resultados das análises de TBARS foram consistentes considerando que o abaixamento da temperatura não é suficiente para impedir o processo de desenvolvimento da oxidação lipídica, que ocorre mesmo durante a estocagem sob congelamento (OGAWA; MAIA, 1999; OETTERER, 2002; ORDÓNEZ, 2005).

O processo de oxidação lipídica ocorreu durante a estocagem das amostras uma vez que os valores foram crescentes, no entanto, não comprometeu a estabilidade do produto, considerando que os valores de TBARS se apresentaram abaixo do que seria previsto como impróprio para o consumo. Segundo os autores Cartonilho e Jesus (2011), os quais observaram valores de TBARS para os cortes de Tambaqui abaixo de 3 $mg.kg^{-1}$ de malonaldeido, considerando que o peixe estava em bom estado de conservação, sem odor e sabor característicos de ranço até os 180 dias em estocagem sob congelamento -18ºC.

Tabela 18. Valores de TBARS (mg de malonaldeído/kg) da carne mecanicamente separada (CMS) para as classes de peso em diferentes tempos de congelamento (-18ºC).

Tempo (dias)	TBARS (mg de malonaldeído/kg) / Classe de peso			
	A (≥ 300 < 400 g)	B (≥ 400 < 500 g)	C (≥ 500 < 600 g)	D (≥ 600 < 700 g)
0	nd*	nd	nd	nd
30	0,04 ±0,00[a]	0,04 ±0,00[a]	0,04 ±0,00[a]	0,04 ±0,10[a]
60	0,06 ±0,00[a]	0,05 ±0,01[a]	0,05 ±0,01[a]	0,05 ±0,01[a]
90	0,16 ±0,02[a]	0,16 ±0,01[a]	0,16 ±0,00[a]	0,16 ±0,02[a]

*não detectado.
[ab]Valores na mesma linha seguidos de letras iguais não apresentam diferenças significativa (p>0,05)

Resultados de pH

Os resultados dos valores de pH para a CMS do híbrido Tambatinga podem ser observados na Tabela 19, mostrando não haver diferenças significativas (p>0,05) entre as classes de peso; apenas uma pequena variação de 6,62 inicial para 6,85 no final do período de estocagem. Conforme o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 1952), o pescado é considerado fresco quando o pH da carne externa é inferior a 6,8 e o da carne interna é inferior a 6,5.

Geralmente o pH da carne do pescado, logo após a morte, reduz de 7,0 para cerca de 6,5, subindo para 6,7. Essa queda do pH está relacionada as condições de captura. A formação de ácido lático durante o *rigor mortis* diminui o pH, induzido pelo estresse causado ao peixe pela despesca e abate (GALVÃO; OETTERER, 2014; SANTOS, 2013). Portanto, a variação de pH (6,59 inicial para 6,87 no final) durante a estocagem da CMS está de acordo com o esperado, uma vez que as etapas antes e após beneficiamento foram realizadas conforme as condições de bem estar animal, e as boas praticas de higiene operacionais.

O tempo de estocagem não causou modificações significativas no pH da CMS e segundo Ordonez (2005) é importante que o pH da carne de pescado deva ser mantido entre 6,5 e 7,0 para dar maior capacidade de retenção de água, de forma a manter a suculência.

Tabela 19. Valores médios e desvio padrão do pH das diferentes classes de CMS de Tambatinga estocadas por noventa dias (-18ºC).

Tempo (dias)	pH / Classe de peso			
	A (≥ 300 < 400 g)	B (≥ 400 < 500 g)	C (≥ 500 < 600 g)	D (≥ 600 < 700 g)
0	6,59 ±0,04[a]	6,66 ±0,03[a]	6,63 ±0,04[a]	6,62 ±0,06[a]
30	6,73 ±0,12[a]	6,79 ±0,07[a]	6,77 ±0,12[a]	6,79 ±0,04[a]
60	6,77 ±0,07[a]	6,79 ±0,07[a]	6,77 ±0,12[a]	6,79 ±0,04[a]
90	6,85 ±0,02[a]	6,84 ±0,02[a]	6,85 ±0,02[a]	6,84 ±0,02[a]

[ab]Valores na mesma linha seguidos de letras iguais não apresentam diferenças significativas (p>0,05).

5.5.2 Perdas por exsudação “drip loss” da CMS

As perdas por exsudação da CMS durante o período de estocagem não apresentaram diferenças significativas (p>0,05) entre as classes de peso estudadas, mas foram crescentes com relação ao tempo de estocagem, variando de 3,99 a 8,88% (Tabela 20). Essas perdas por exsudação foram menores do que 18% em CMS não lavada e sem uso de aditivos aos 90 dias de estocagem, encontrada por Kirschnik et al. (2013) ao avaliarem o efeito da lavagem e da adição de aditivos sobre a estabilidade de carne mecanicamente separada de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante estocagem a -18ºC.

Tabela 20. Valores das perdas por exsudação da CMS das classes de peso em diferentes tempos de congelamento (-18ºC)

Tempo (dias)	Perdas por Exsudação (%) / Classes de peso			
	A (≥ 300 < 400 g)	B (≥ 400 < 500 g)	C (≥ 500 < 600 g)	D (≥ 600 < 700 g)
30	3,99 ±0,76[a]	3,70 ±1,13[a]	5,04 ±0,49[a]	4,43 ±0,33[a]
60	4,65 ±1,04[a]	5,26 ±1,18[a]	5,63 ±1,54[a]	7,13 ±1,65[a]
90	4,05 ±0,64[b]	5,05 ±0,97[b]	8,88 ±0,85[a]	8,10 ±0,51[a]

[ab]Valores na mesma linha seguidos de letras iguais não apresentam diferenças significativas (p>0,05).

Ao final do período de estocagem de 90 dias foram verificadas perdas por exsudação de 4,05% para a classe A sem diferenças significativas para classe B de 5,05%, porém, apresentando diferenças significativas em relação às Classes C e D,

respectivamente com valores de 8,88 e 8,10%. Esses valores encontram-se próximos aos obtidos por Gryschek, Oetterer e Gallo (2003) ao estudarem a estabilidade da CMS de Tilápia do Nilo, para a qual foram obtidas perdas por exsudação da ordem de 6,03 e 11,07% respectivamente em CMS lavada e não lavada, após 30 dias de estocagem a -18ºC. Os autores citados utilizaram o método de congelamento rápido e ao longo da estocagem por 180 dias ocorreu leve desnaturação proteica, indicando que o processo de congelamento rápido aliado ao uso de aditivos químicos foi suficiente para inibir a desnaturação. Neste sentido, no presente estudo, o processo de congelamento e estocagem a -18ºC durante 90 dias da CMS de Tambatinga também não interferiu na desnaturação proteica, devido aos baixos valores de exsudação obtidos.

5.3 Resultados das Análises Microbiológicas da CMS

De acordo com os resultados das análises microbiológicas apresentados na Tabela 21 verificou-se que a CMS processada atendeu aos padrões microbiológicos exigidos pela legislação (BRASIL, 2001). Todos os procedimentos operacionais aplicados, desde a despesca, elaboração da CMS, uso correto do frio para sua preservação sob estocagem durante os 90 dias a -18ºC, bem como as boas práticas de fabricação, possibilitaram a obtenção de um produto saudável e seguro.

Tabela 21. Resultados das análises microbiológicas da CMS de Tambatinga recém-processada para as diferentes classes de peso.

Análise	Contagem / Classe de peso				Limite Max.***
	A (≥ 300 < 400 g)	B (≥ 400 < 500 g)	C (≥ 500 < 600 g)	D (≥ 600 < 700 g)	
Coliformes a 45º C (NMP* / g)	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	10^3
Staphylococcus coagulase (UFC**/g)	<10	<10	<10	<10	10^3
*Salmonella (*em 25 g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

*NMP: Número Mais Provável,
** UFC: Unidades Formadoras de Colônias
***Resolução RDC nº 12, (BRASIL, 2001)

Vários autores que estudaram a estabilidade da CMS elaboradas com diferentes espécies de peixes, obtiveram estabilidade por período de 180 dias de estocagem sob congelamento, desde que as boas práticas de fabricação (BPF) sejam aplicadas durante o processamento (OETTERER; SIQUEIRA; GRYSCHEK, 2014; KIRSCHNIK, 2007; RIBEIRO et al., 2014).

5.7 Caracterizações do Hambúrguer de CMS de Tambatinga

5.7.1 Caracterização química do hambúrguer de CMS Tambatinga cru com diferentes teores de fumaça líquida

A Tabela 22 apresenta os resultados obtidos da composição centesimal, não tendo sido observadas diferenças significativas para os valores de proteínas nas três dosagens de fumaça líquida do hambúrguer de CMS de Tambatinga, valores próximos aos observados para a CMS recém-processada (18,77 a 19,76%) (Tabela 16), portanto, a adição de 2% de proteína texturizada de soja não influenciou nos resultados. Os valores encontrados para o teor de proteínas estão de acordo com o exigido pelo padrão de identidade e qualidade do hambúrguer (mínimo de 15%) (BRASIL, 2000).

Dentre as formulações testadas, a formulação controle (sem fumaça líquida) obteve o menor teor de umidade e de cinzas, devido ao fato dessa formulação não haver adição de fumaça líquida, uma vez que as formulações contendo 1,0 e 0,5% de fumaça líquida apresentaram teores de umidade e cinzas pouco maiores e sem diferenças significativas ($p>0.05$) entre si.

Rocha (2013) em seus estudos sobre a elaboração de produtos tipo “hambúrguer” defumado de fígado bovino adicionado de aveia, utilizou percentual de fumaça líquida (0,2, 0,3 e 0,4%) e nas formulações sem adição de aveia encontrou valores para umidade variando de 70,4 a 71,4% e para cinzas de 2,3 a 2,8%, próximos aos observados no presente estudo, porém, o autor não relacionou esses valores ao percentual de fumaça líquida nas formulações. No presente estudo os teores de cinzas presentes nos hambúrgueres responderam ao aumento da dosagem de fumaça líquida, sendo de 2,24% de cinzas (para 0,0%), de 2,34% (para 0,5%) e de 2,45% (para 1,0% de fumaça líquida).

Tabela 22. Composição centesimal e pH dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga com diferentes teores de fumaça líquida.

Fumaça líquida (%)	Umidade (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)	Carboidratos (%)	pH
1,0	70,13±0,03[a]	18,58±0,40[a]	6,40±0,4[a]	2,45±0,05[a]	2,44±0,10[b]	6,18±0,01[b]
0,5	70,16±0,06[a]	18,66±0,60[a]	5,26±0,2[b]	2,34±0,09[a]	3,48±0,40[a]	6,13±0,05[b]
0,0	69,53±0,20[b]	19,11±0,50[a]	5,20±0,4[b]	2,24±0,02[b]	3,92±0,60[a]	6,31±0,02[a]

[ab]Valores na mesma coluna seguidos de letras iguais não apresentam diferenças significativas (p>0,05).

Os valores encontrados para o teor de lipídios foram de 5,20% e 5,26% respectivamente, para o hambúrguer controle (sem fumaça líquida) e hambúrguer contendo 0,5% de fumaça líquida, não apresentaram diferenças significativas (p>0,05), enquanto para o hambúrguer contendo 1,0% de fumaça líquida obteve-se 6,4% de lipídios. O aumento do teor de lipídios não deve estar relacionado somente ao aumento no percentual de fumaça líquida, mas também pela heterogeneidade da matriz amostral.

Silva, Bonnas e Silva (2015) ao estudarem a elaboração de *nuggets* aproveitando os resíduos gerados no processamento de postas de Surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*) prepararam amostras com 0,5% e 1% de fumaça líquida, tendo encontrado teores de lipídios 8,8% e 8,9% respectivamente; os autores associaram o elevado teor de lipídios no produto final pelo acréscimo de gordura vegetal hidrogenada nas formulações dos *nuggets* e pela utilização de proteína de soja texturizada, que também continha gordura.

A variação nos valores de pH não foram significativas (p>0,05) pra os hambúrgueres elaborados com 0,5 e 1,0% de fumaça líquida, 6,13 e 6,18 respectivamente, enquanto o hambúrguer controle (sem fumaça líquida), apresentou pH de 6,31, significativamente diferente dos demais. Os menores valores de pH encontrados nos hambúrgueres pode estar relacionado ao pH da fumaça liquida de nogueira utilizada em sua elaboração apresentar valor de 3,5.

5.7.2 Caracterização química do hambúrguer de CMS de Tambatinga cru adicionado com farinha de aveia ou mesocarpo de babaçu e fumaça líquida

De modo geral a composição centesimal não variou entre as formulações e não foram identificadas diferenças significativas nas frações lipídicas, nos teores de cinzas e carboidratos. Os ingredientes comuns a todas as formulações foram a CMS de Tambatinga e 2% de proteína texturizada de soja, geralmente utilizada para redução de custos, elevar o valor proteico e melhoria da textura, devido à capacidade dessa proteína reter água e emulsionar a gordura (COSTA, 2004; FERNANDES, 2007; ROCHA, 2013).

De acordo com os dados da Tabela 23, os menores valores de proteínas foram identificados nas formulações F3 (18,29%) e F6 (18,25%), ambas contendo 2% farinha de mesocarpo de babaçu, seguidas pelas formulações F2 (18,43%) e F5 (18,45%) ambas contendo 2% de farinha de aveia, sem diferenças significativas entre essas. As formulações F1 (19,38%) e F4 (19,01%) adicionadas somente da proteína texturizada de soja apresentaram teor proteico próximo aos da matéria prima CMS (Tabela 14). Observa-se que o valor proteico dos hambúrgueres foi mantido em função da adição da proteína texturizada de soja, sendo que a adição das fontes de fibras contribuiu para redução desse componente nutricional. Observação similar foi realizada por Rocha (2013) ao identificar teores de proteínas dos hambúrgueres de fígado bovino adicionado com farinha de aveia (0, 5 e 10%) e fumaça líquida (0,2, 0,3 e 0,4%) variando entre 13,5% a 14,6%, sendo os maiores valores para os produtos sem adição de farinha de aveia, de modo que o aumento do percentual de farinha de aveia reduziu o teor proteico.

Com relação ao ingrediente farinha de mesocarpo de babaçu, não foram encontrados dados na literatura sobre sua inclusão em produtos cárneos, no entanto observando os teores de proteínas encontrados nas formulações, constata-se que sua adição também não influenciou a parcela proteica do hambúrguer de CMS de Tambatinga.

Tabela 23. Composição centesimal do hambúrguer de CMS de Tambatinga em diferentes formulações.

Formulação*	Umidade (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)	Carboidratos (%)
F1	69,10 ±0,08^{b}	19,38 ±0,54^{a}	5,54 ±0,25^{a}	2,51 ±0,01^{a}	3,45 ±0,44^{a}
F2	69,53 ±0,48^{ab}	18,43 ±0,02^{ab}	5,38 ±0,36^{a}	2,71 ±0,06^{a}	3,93 ±0,06^{a}
F3	69,94 ±0,32^{ab}	18,29 ±0,13^{b}	5,60 ±0,12^{a}	2,33 ±0,22^{a}	3,83 ±0,65^{a}
F4	70,01 ±0,10^{ab}	19,01 ±0,01^{ab}	4,90 ±0,32^{a}	2,35 ±0,46^{a}	3,72 ±0,48^{a}
F5	70,63 ±0,64^{a}	18,45 ±0,45^{ab}	5,14 ±0,14^{a}	2,39 ±0,23^{a}	3,37 ±0,57^{a}
F6	70,62 ±0,45^{a}	18,25 ±0,23^{b}	4,99 ±0,68^{a}	2,55 ±0,06^{a}	3,58 ±0,32^{a}

*F1: Formulação Básica; F2: Formulação Básica + 2,0% (FA); F3: Formulação Básica + 2,0% (FMB); F4: Formulação Básica + 1,0% (FL); F5: Formulação Básica, +1,0% (FL) e 2% (FA); F6: Formulação Básica + 1,0% (FL) e 2,0% (FMB).
^{ab}Valores na mesma linha seguidos de letras iguais não apresentam diferenças significativas entre si (p>0,05).

De acordo com os resultados da análise da composição centesimal dos hambúrgueres (Tabela 23), a formulação F1 (sem fumaça líquida) apresentou menor valor de umidade 69,10%. Nas formulações F4, F5 e F6 foi utilizada fumaça líquida na dosagem de 1,0% estabelecida no experimento anterior, com a finalidade de minimizar os sabores e odores (“*off-flavor*”) indesejáveis na CMS, adquiridos por meio da absorção de certas substâncias presentes na água de cultivo (KUBITZA, 1999). As formulações F5 e F6 apresentaram maiores umidades, respectivamente 70,63% e 70,62% apresentando diferenças significativas (p>0,05) apenas com a formulação F1. Nos ensaios preliminares para avaliar os efeitos da fumaça líquida também foi identificado que as formulações contendo 1,0 e 0,5% de fumaça líquida apresentaram teores de umidades superiores e sem diferenças significativas (p>0,05) entre si, mas maiores do que a formulação sem fumaça líquida (Tabela 24).

O regulamento técnico de identidade e qualidade de hambúrguer indica valor máximo permitido de 3% de carboidratos (BRASIL, 2000). Todas as formulações avaliadas apresentaram valores muito próximos ao exigido pela legislação, e não apresentaram diferenças significativas (p>0,05). Vários autores que utilizaram aveia na composição de hambúrgueres elaborados com diferentes produtos cárneos, também encontraram valores de carboidratos acima do estabelecido pela legislação (BRAGA et al., 2008; SANTOS JUNIOR, 2009; VALENTE; MESQUITA; MAFIO, 2016; BIS, 2016).

As formulações não apresentaram diferenças significativas (p>0,05) nos teores de lipídios e cinzas, com valores médios de 4,25% e 3,47% respectivamente. Durães (2009), ao estudar formulações de hambúrgueres elaborados a partir de CMS de bagre africano adicionado de fécula de mandioca (2 e 4%) e como ingrediente comum a proteína texturizada de soja, também não observou diferenças significativas nos teores de lipídios 3,46% e de cinzas 3,11%.

5.7.3 Caracterização física do hambúrguer de CMS de Tambatinga adicionado com farinha de aveia ou mesocarpo de babaçu e fumaça líquida

Perda de peso por cocção do hambúrguer

Com base nos resultados apresentados na Tabela 24, o percentual de perda de peso pós-cozimento dos hambúrgueres apresentou diferenças significativas (p<0,05) entre as formulações F2 e F4, sendo que a F2 contendo 2% de farinha de aveia apresentou o menor percentual (15,50%) e a F4 o maior (19,51%). Um menor percentual de perda de peso implica em maior rendimento. Os autores Braga et al. (2008) avaliaram a cocção de hambúrgueres de polpa de Tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) adicionado de amido de mandioca e farinha de aveia na formulação e concluíram que a variável rendimento foi a única a apresentar diferenças significativas (p<0,05). Os autores observaram que a adição de amido de mandioca (2,5%) e de farinha de aveia (2,5%) promoveu aumento no rendimento dos hambúrgueres de 83,65% e 81,97%, respectivamente, quando comparadas a formulação de hambúrguer composta apenas com a base proteica de peixe (72,92%). No presente estudo a inclusão de farinha de aveia proporcionou menor perda de peso nos hambúrgueres testados, consequentemente maior rendimento.

A formulação F4 (formulação básica + 1,0% fumaça líquida) resultou em maior percentual de perda de peso, 19,51%, e não diferenciou significativamente da F1 (formulação básica), fato este que pode estar associado a ausência das fibras, proveniente da farinha de aveia e da farinha de mesocarpo de babaçu.

As formulações F1, F2, F3, F5 e F6 não apresentaram diferenças significativas para as perdas de peso por cocção, apresentando valor médio de 16,93%, e inferior aos observados por Paulo et al. (2015) ao estudarem o

hambúrguer da carne de filé triturado do híbrido Tambatinga (*C. macropomum* x *P. brachypomus*), submetidos ao descongelamento em refrigerador por 12 h, seguido de fritura em óleo de soja à temperatura de 180ºC até cocção aparente; encontrando valores para perda de peso por cocção de 18,65%. No presente estudo, a cocção realizada com o hambúrguer ainda congelado pode ter contribuído para reduzir as perdas de peso dos hambúrgueres.

Tabela 24. Resultados da perda de peso, encolhimento no cozimento e capacidade de retenção de água (CRA) dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga para as diferentes formulações.

Formulação*	Perda de peso (%)	Encolhimento (%)	CRA (%)
F1	18,61 ±1,31^{ab}	9,87 ±1,30^{a}	82,14 ±0,99^{c}
F2	15,50 ±0,64^{b}	6,00 ±0,87^{b}	89,77 ±0,72^{a}
F3	16,79 ±1,57^{ab}	6,24 ±1,52^{b}	85,02 ±0,64^{b}
F4	19,51 ±0,85^{a}	8,71 ±1,54^{ab}	82,13 ±2,37^{c}
F5	16,33 ±1,14^{ab}	8,26 ±1,64^{ab}	85,95 ±1.73^{b}
F6	17,51 ±1,38^{ab}	7,26 ±0,67^{ab}	85,87 ±1,02^{b}

***F1**: Formulação Básica (FB); **F2**: Formulação Básica + 2,0% (FA); **F3**: Formulação Básica + 2,0% (FMB); **F4**: Formulação Básica + 1,0% (FL); **F5**: Formulação Básica + 1,0% (FL) e 2% (FA); **F6**: Formulação Básica + 1,0% (FL) e 2,0% (FMB).
^{ab}Valores na mesma coluna seguidos de letras iguais não apresentam diferenças significativas (p>0,05).

Encolhimento na cocção do hambúrguer

O percentual de encolhimento está relacionado diretamente com a perda de peso na cocção. Segundo Paixão et al. (2013) menores valores para o encolhimento são importantes para evitar perdas econômicas e proporcionar maior rendimento ao consumidor. Os resultados sobre percentual de encolhimento apresentados na Tabela 24 mostram que o maior percentual de encolhimento ocorreu na formulação F1 (Formulação Básica) com valor de 9,87%, e o menor valor foi registrado nas formulações F2 (Formulação Básica + 2% de farinha de aveia) e F3 (Formulação Básica + 2% de farinha de mesocarpo de babaçu) com 6,00% e 6,24% respectivamente, os quais não apresentaram diferenças estatísticas entre si.

Portanto a adição das farinhas foi importante para a redução das perdas causadas pelo cozimento, consequentemente aumento de rendimento. Marques (2007) ao estudar a elaboração de um produto de carne bovina “tipo hambúrguer” adicionado de farinha de aveia observou que a formulação sem farinha de aveia na composição apresentou o menor rendimento (67,58 ± 4,68%) e maior perda por encolhimento 13,38%. No entanto, as formulações adicionadas de farinha de aveia apresentaram rendimentos maiores, demonstrando também a contribuição da farinha de aveia para a retenção de água e aumento no rendimento do produto.

As formulações F4, F5 e F6 com inclusão de 1% de fumaça líquida não diferiram estatisticamente, apresentando perdas por encolhimento de 8,71%, 8,26% e 7,26% respectivamente. Todas as formulações apresentaram perdas por encolhimento inferiores às encontradas por Paixão et al. (2013), observadas no hambúrguer de filé de Bagre marinho com adição de amido de milho (1 e 2%), os quais verificaram não haver diferenças ($p>0,05$) entre os percentuais de encolhimento dos tratamentos, de 10,6% e 9,2% respectivamente.

Capacidade de retenção de água do hambúrguer

Alguns autores afirmam que a principal vantagem da utilização da fibra ou farinha de aveia é a excelente capacidade em reter água evitando que o produto resseque durante o cozimento, além da capacidade de reter o aroma da carne (SEABRA et al., 2002; MARQUES, 2007; BRAGA et al., 2008). A formulação F2 resultou o maior valor de CRA (89,77%), seguida das formulações F3, F5 e F6. As formulações sem adição de fontes de fibras foram as que apresentaram menor capacidade de retenção de água (F1 e F4) com valores 82,14% e 82,13%.

Os valores de CRA expostos na Tabela 24 ficaram abaixo dos encontrados por Paixão et al. (2013), ao estudarem duas formulações de hambúrgueres de filés de Bagres marinhos com adição de diferentes níveis de amido de milho (1 e 2%) e 4% de proteína texturizada de soja como ingrediente comum. Os autores encontraram maior capacidade de retenção de água (CRA) para o tratamento com adição de 2% de amido (91,8%) em relação à adição de 1% de amido (91,2%).

5.8 Resultados das Análises Microbiológicas do Hambúrguer

A contagem de Coliformes a 45ºC, pesquisa de *Staphilococcus* coagulase positiva e *Salmonella* sp para avaliação da qualidade microbiológica dos hambúrgueres (Tabela 25 e 26) antes de serem submetidos a cocção, demonstraram estarem de acordo com a legislação brasileira vigente (BRASIL, 2001) para hambúrguer à base de pescado refrigerado ou congelado.

Tabela 25. Resultados das análises microbiológicas realizadas no hambúrguer de CMS de Tambatinga com diferentes teores de fumaça líquida.

Análise	Fumaça líquida (%)			Limites Max.***
	0,0	0,5	1,0	
Coliformes a 45º C (NMP* / g)	< 3,0	< 3,0	< 3,0	10^3
Staphylococcus coagulase positiva (UFC**/g)	4,0 x 10^2	8,0 x 10^2	3,3 x 10^2	10^3
*Salmonella (*em 25g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

*NMP: Número Mais Provável,
** UFC: Unidade Formadoras de Colônias
***Resolução nº 12, (BRASIL, 2001)

Tabela 26 Resultados das análises microbiológicas realizadas nas diferentes formulações do hambúrguer de CMS de Tambatinga contendo farinha de aveia ou farinha de mesocarpo de babaçu e fumaça líquida.

Formulação	*Coliformes* a 45º C (NMP* / g)	*Staphylococcus coagulase* positiva (UFC**/g)	*Salmonella (*em 25g)
F1	< 3,0	4,0x 10^2	Ausência
F2	< 3,0	8,0 x 10^2	Ausência
F3	< 3,0	8,0 x 10^2	Ausência
F4	< 3,0	8,0 x 10^2	Ausência
F5	< 3,0	3,3 x 10^2	Ausência
F6	< 3,0	8,0 x 10^2	Ausência
Limites Max.***	10^3	10^3	Ausência

***F1**: Formulação Básica; **F2**: Formulação Básica + 2,0% (FA); **F3**: Formulação Básica + 2,0% (FMB); **F4**: Formulação Básica + 1,0% (FL); **F5**: Formulação Básica + 1,0% (FL) e 2% (FA); **F6**: Formulação Básica + 1,0% (FL) e 2,0% (FMB).
*NMP: Número Mais Provável,
** UFC: Unidade Formadoras de Colônias
***Resolução RDC nº 12, (BRASIL, 2001)

A ausência de *Salmonella sp.* e a baixa contagem de Coliformes 45°C e de *Staphylococcus coagulase* positiva confirmaram que os procedimentos higiênicos sanitários foram corretamente seguidos em todas as etapas do processamento, desde a despesca dos peixes usados na elaboração, estocagem sob congelamento da CMS, emprego dos ingredientes, bem como as boas práticas de fabricação, possibilitaram a obtenção de um produto saudável e seguro.

5.9 Resultados das Avaliações Sensoriais do Hambúrguer de CMS de Tambatinga

Resultados do teste de ordenação das formulações de hambúrguer com diferentes teores de fumaça líquida

Os resultados no teste de ordenação quanto à preferência de sabor para os hambúrgueres elaborados com diferentes teores de fumaça líquida estão apresentados na Tabela 27, em ordem crescente de preferência. Os resultados foram avaliados de acordo com a Tabela Newell e Mac Farlane, ao nível de 5% de significância, por meio da qual, a diferença entre as somas das ordens deveria ser 23 no mínimo (DMS - diferença mínima significativa). Não houve preferência entre os hambúrgueres sem fumaça líquida e com 0,5 % de fumaça líquida, os julgadores preferiram o hambúrguer com 1,0% de fumaça líquida em relação aos demais.

Tabela 27. Resultados da avaliação sensorial de preferência e ordenação pelo sabor dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga com diferentes teores de fumaça líquida.

Ordem comparada (fumaça líquida)	Diferença	Significância
0% – 0.5%	11	ns
0% - 1,0%	35	*
0,5% – 1,0%	46	*

ns: não significativo
*significativo ao nível 5%

Resultados do teste de aceitação das formulações do hambúrguer com adição de farinha de aveia ou farinha de mesocarpo de babaçu e fumaça líquida

Participaram da análise de aceitação sensorial 75 potenciais consumidores não treinados, sendo 22 do sexo masculino e 53 do sexo feminino, entre 15 e 66 anos, todos potenciais consumidores de hambúrguer, dentre os quais 63% relataram consumir mensalmente, 23% quinzenalmente, 16% semanalmente e 8% diariamente.

Na Tabela 28 são apresentadas as médias de aceitação por atributos da análise sensorial dos hambúrgueres. As médias atribuídas pelos provadores para os atributos avaliados variaram entre 6,78 e 7,90. Não foram identificadas diferenças significativas ($p<0,05$) entre as médias relacionadas aos atributos sensoriais de cada amostra das formulações dos hambúrgueres.

Tabela 28. Aceitação das formulações dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga com adição de farinha de aveia ou farinha de mesocarpo de babaçu e fumaça líquida.

Formulação	ATRIBUTO			
	Aroma	Textura	Sabor	Aceitação global
F1	6,82 ±2,6[a]	6,86 ±3,6[a]	6,78 ±3,6[a]	7,3 ±1,40[a]
F2	7,34 ±1,3[a]	6,94 ±3,2[a]	6,94 ±4,0[a]	7,6 ±1,08[a]
F3	7,26 ±2,2[a]	7,02 ±2,3[a]	7,48 ±3,4[a]	7,7 ±1,19[a]
F4	7,54 ±1,7[a]	7,24 ±2,1[a]	7,56 ±2,9[a]	7,7 ±1,11[a]
F5	7,30 ±2,3[a]	7,36 ±2,6[a]	7,72 ±2,2[a]	7,9 ±1,07[a]
F6	7,44 ±1,7[a]	7,40 ±2,0[a]	7,46 ±2,9[a]	7,7 ±1,19[a]

***F1**: Formulação Básica; **F2**: Formulação Básica + 2,0% (FA); **F3**: Formulação Básica + 2,0% (FMB); **F4**: Formulação Básica + 1,0% (FL); **F5**: Formulação Básica + 1,0% (FL) e 2% (FA); **F6**: Formulação Básica + 1,0% (FL) e 2,0% (FMB).
[ab]Valores na mesma coluna seguidos de letras iguais não apresentam diferenças significativas entre si ($p>0,05$).

Para o atributo aroma, a formulação F4 apresentou média de 7,54 e pode estar associada a inclusão da fumaça líquida, bem superior ao valor encontrado por Lima et al. (2014) os quais elaboraram hambúrguer de CMS de Tilápia adicionado 10% de proteína texturizada de soja, 5% de farinha de aveia e 3% de condimentos

desidratados (alho, cebola, orégano e salsa) tendo obtido média de 4,0 para os quesitos aroma e o sabor. Portanto, a adição de fumaça líquida favoreceu a aceitação dos hambúrgueres elaborados com CMS de peixes cultivados. A formulação F5 obteve a maior média 7,72 para o atributo sabor.

Para o atributo textura a formulação F6 apresentou média 7,40 podendo ser um indicativo de que a farinha de mesocarpo de babaçu contribuiu para a textura por ser componente rico em amido e fibras, 50% e 10%, respectivamente (ALMEIDA et al., 2011). Esta farinha pode ser utilizada como coadjuvante de tecnologia de produção para melhorar a aglutinação e para enriquecimento do hambúrguer devido suas funções terapêuticas (SILVA, 2011).

Tabela 29: Índice de Aceitação (IA) em percentual (%) das formulações dos hambúrgueres de CMS de Tambatinga adicionados a farinha de aveia ou farinha de mesocarpo de babaçu e fumaça líquida.

Formulação	Aroma	Textura	Sabor	Aceitação global
F1	75,78	76,22	75,33	81,11
F2	81,56	77,11	77,11	85,11
F3	80,67	78,00	83,11	85,56
F4	83,78	80,44	84,00	86,22
F5	81,11	81,78	85,78	87,78
F6	82,67	82,22	82,89	85,56

***F1**: Formulação Básica; **F2**: Formulação Básica + 2,0% (FA); **F3**: Formulação Básica + 2,0% (FMB); **F4**: Formulação Básica + 1,0% (FL); **F5**: Formulação Básica + 1,0% (FL) e 2% (FA); **F6**: Formulação Básica + 1,0% (FL) e 2,0% (FMB).

Segundo Teixeira, Meinert e Barbetta (1987) para que um produto seja bem aceito deve apresentar índice de aceitabilidade igual ou superior a 70%, e com base nos dados da Tabela 30 todas as formulações foram aceitas confirmando o potencial tecnológico da CMS de Tambatinga para a elaboração de hambúrgueres. Uma vez que, para o atributo aceitação global não houve diferenças significativas entre os tratamentos, todos os produtos foram bem aceitos pelos provadores.

Observa-se que a adição da fumaça líquida aumentou o índice de aceitabilidade, pois estas formulações apresentaram índices acima de 80%.

A aceitabilidade para as formulações F1 e F5, ambas contendo 2% de farinha de aveia, foi de 85,11% e 87,78% respectivamente. Portanto, a inclusão de

fumaça líquida melhorou a aceitabilidade, fato este também verificado nos estudos de Fernanda et al. (2013), ao avaliarem sensorialmente os hambúrgueres de aparas de jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*) submetidos a três tratamentos, sem defumação, defumação a quente e defumação líquida pulverizada (6:1) sobre os hambúrgueres conduzidos ao desidratador por 60min a 60ºC. Quanto ao sabor, textura e aceitação geral identificaram que os hambúrgueres sem defumação e os com defumação líquida foram preferidos.

As formulações F3 e F6 contendo farinha de mesocarpo de babaçu (2%) alcançaram índices de aceitabilidade de 85,56 e 85,56% respectivamente, confirmando o potencial de seu uso na composição de hambúrgueres independente da adição de fumaça líquida.

A farinha de mesocarpo de babaçu não se constitui no principal produto comercial extraído do Babaçu, mas apresenta potencial para fortalecer a cadeia produtiva do babaçu, por suas propriedades farmacológicas, como suplemento alimentar e na indústria alimentícia, utilizada no processo de enriquecimento nutricional, e no processo tecnológico, uma vez que, o amido presente na sua composição apresenta comportamento semelhante aos amidos de cereais (ALMEIDA et al., 2011). Este fato foi confirmado no presente estudo pelas excelentes respostas físicas, químicas e sensoriais obtidas para o hambúrguer de CMS de Tambatinga adicionado com farinha de mesocarpo de babaçu.

6 CONCLUSÃO

A classe de peso A (≥ 300 g e < 400 g) do híbrido Tambatinga apresentou maior potencial para o beneficiamento na forma de matéria prima para CMS, pois apresentou o menor percentual (%PC) do peso da cabeça em relação ao peso do peixe inteiro. As classes de peso A (≥ 300 g e < 400 g) e D (≥ 600 g e < 700 g) do híbrido Tambatinga apresentaram potencial para o beneficiamento, por apresentarem maior rendimento em CMS, podendo ambas classes serem utilizadas para a industrialização, no entanto para o piscicultor a comercialização dos peixes pertencentes à classe de peso A (≥ 300 g e < 400 g) pode ser mais vantajosa por demandar menor tempo de cultivo.

O teor de lipídios da CMS obtida do híbrido Tambatinga foi menor para a classe de menor peso e maior para as demais classes; resultado atribuído ao processamento por despolpamento, utilizando o peixe inteiro descabeçado e eviscerado (tronquinho), abrangendo a região ventral da carcaça que contém a maior deposição de gordura, que contribui para o incremento de gordura na CMS, refletindo também na redução da umidade. Os teores de proteínas e cinzas não foram influenciados pelo processamento.

O perfil de ácidos graxos para a CMS de Tambatinga apresentou-se dentro do esperado para peixes tropicais cultivados em águas continentais, sendo os ácidos graxos majoritários o ácido oleico (31,79 a 32,80%), acido palmítico (27,44 a 27,81%), ácido linoleico (15,45 a 15,95%) e ácido esteárico (9,68 a 10,05%), confirmando-se como fonte de AGPI. O quociente entre os ácidos graxos n-6 e n-3 (relação ômega-6/ômega-3) foi em média de 7,25 para a CMS do híbrido Tambatinga para todas as classes de peso; portanto, podendo ser considerado potencialmente saudável neste aspecto.

A CMS do hídrido Tambatinga apresentou-se estável no período de estocagem investigado (90 dias) à -18°C, sob os aspectos de estabilidade oxidativa, conteúdo das bases nitrogenadas voláteis totais (BVT), e apresentou reduzida perda por exsudação caracterizando o produto de pescado como de excelente qualidade.

Os resultados das análises microbiológicas realizadas na CMS e de todas as formulações dos hambúrgueres elaboradas neste estudo estiveram de acordo com

os padrões estabelecidos pela legislação brasileira, considerados seguros para consumo.

O hambúrguer elaborado com a CMS de Tambatinga adicionado de 1,0% de fumaça liquida foi suficiente para mascarar os sabores e odores indesejáveis associados ao gosto de terra ou barro, típico em peixes de água doce e oriundos da piscicultura. Todas as formulações de hambúrgueres avaliadas por consumidores apresentaram índice de aceitabilidade superior a 70%, com aumento deste índice pela adição de fumaça líquida, confirmando potencial tecnológico da CMS de Tambatinga para a elaboração de hambúrguer. A adição da farinha de aveia ou da farinha de mesocarpo de babaçu contribuiu para maior retenção de água após o cozimento e de modo geral resultando em menor perda de peso e encolhimento do hambúrguer.

Os resultados deste estudo indicam que o uso de peixes com peso médio entre 300 e 400 g são viáveis para a obtenção de CMS. A estocagem sob congelamento a -18ºC da CMS por 90 dias foi suficiente para manter sua qualidade física química e microbiológica, desde que elaborada sob rigoroso controle de qualidade. Observou-se que a adição de fumaça líquida alterou o sabor do produto interferindo positivamente no índice de aceitabilidade dos hambúrgueres. A elaboração de hambúrgueres adicionados de farinha de mesocarpo de babaçu está associada ao desenvolvimento de produtos alimentícios saudáveis, funcionais e práticos para o consumo, que atendam a demanda em ascensão por essa fatia de mercado. A CMS obtida de hibrido Tambatinga abaixo do peso de abate é uma alternativa viável para diversificar a comercialização de peixes abaixo do peso comercial.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A produção do hibrido Tambatinga já é uma realidade no Estado do Maranhão, o tradicional mercado de consumo de peixe inteiro eviscerado *in natura* poderá tornar-se saturado. Neste contexto, a carne mecanicamente separada (CMS) mostrou-se viável tecnologicamente em sua conservação sob congelamento e na utilização para produção de hambúrguer. Entretanto, muitos desafios ainda se apresentam para a pesquisa e desenvolvimento neste tema, e como perspectivas futuras de estudos sugere-se uma avaliação criteriosa sobre os custos dessas operações, qual a escala de produção que pode ser realizada de forma a manter a economicidade do investimento, e mitigação dos impactos ambientais da atividade.

Outras pesquisas podem ser conduzidas para aprimorar ainda mais a viabilidade técnica da CMS de qualidade e sua aplicação em outros produtos derivados prontos ou semi prontos, além de realizar estudos com diferentes tipos de embalagens, equalizando o custo benefício, funcionalidade e qualidade.

Portanto, há inúmeras possibilidades que poderão dar continuidade ao presente estudo, considerando peixes híbridos cultivados como a Tambatinga e derivados com valor agregado de significativo valor nutricional, voltados também para alimentação institucional para estudantes da rede pública de ensino.

REFERÊNCIAS

AIURA, F. S. **Ação do extrato de alecrim e fontes de óleo na qualidade de filés de Tilápia do Nilo**. 2007, 83 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007.

ALMEIDA, R. R. et al. Thermal analysis as a screening technique for the characterization of babassu flour and its solid fractions after acid and enzymatic hydrolysis, **Thermochimica Acta**, v. 519, p. 50-54, 2011.

ALMEIDA, N. M. de. **Composição de ácidos graxos e quantificação de EPA e DHA de matrinxã (Brycon cephalus) e tambaqui (Colossoma macropomum) cultivados e capturados na Amazonia Central**. 2004. 237 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP, 2004.

ANGELO, A. J. Lipid oxidation in foods. **Food Science Nutrition**, v. 36, n. 3, p. 175-224, 1996.

ARAÚJO, R. A. C.; ARAÚJO, W. M. C. Fibras alimentares. **Rev. Bras. Nutr. Clin**., v.13, p. 201- 209, 1998.

ARBELÁEZ-ROJAS, G. A.; FRACALOSSI, D. M.; FIM, J. D. I. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em Igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1059-1069, 2002.

BAINY, E. M. **Processamento de Fishburguer: estudo teórico-experimental do congelamento e cocção**. 2014, 118 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Curitiba, 2014.

BARTLEY, D. M.; RANA, K.; IMMINK, A. J. The use of inter-specific hybrids in aquaculture and fisheries, **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, London, v. 5, n. 3, p. 325-337, 2001.

BASSO, L.; FERREIRA, M. W. Efeito do peso ao abate nos rendimentos dos processamentos do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Agrarian**, v. 4, n. 12, p. 134-139, 2011.

BEVILACQUA, M.; D'AMORE, A.; POLONARA, F. A multi-criteria decision approach to choosing the optimal blanching-freezing system. ***Journal of Food Engineering***, v.63, p. 253-263, 2004.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BOMBARDELLI, R. A.; SYPERRECK, M. A.; SANCHES, E. A. Situação atual e perspectivas para o consumo, processamento e agregação de valor ao pescado. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v.8, n.2, p. 181-195, 2008.

BORDERÍAS, A. J.; SÁNCHEZ-ALONSO, I.; PÉREZ-MATEOS, M. New applications of fibres in foods: addition to fishery products. **Trends in Food Science & Technology**, v.16, n.10, p. 458-465, 2005.

BOSCOLO, W. R. et al. Rendimento corporal do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) cultivados em tanques-rede no reservatório de Itaipu, alimentados com diferentes níveis de proteína bruta In: I Simpósio Brasileiro de Engenharia de Pesca. **Anais... Toledo, PR**, 2006.

BOSCOLO, W. R. et al., Manual Técnico: Criação de pacu em tanque rede para a produção de carne mecanicamente separada (CMS), **GEMAq/UNIOESTE/ITAIPU BINACIONAL**, Toledo, PR, 50 p, 2010.

BRAGA, G. C. et al. Adição de amido e farinha de aveia na formulação de hamburguer de polpa de tilápia-do-nilo (Oreochromis niloticus). **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 7, p. 45-54, 2008.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA). Pescado e derivados, C.7, seção 1. Brasília, 1952.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução nº104, de 14 de maio de 1999b. Regulamento técnico sobre aditivos aromatizantes/aromas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil,** Brasília, DF, 17 maio 1999.

BRASIL, Instrução Normativa nº 20 de 31 de julho de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2000.

BRASIL, Ministério da Saúde. Resolução nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 10 de janeiro de 2001.

BRASIL. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária (DISPOA). Instrução Normativa n0 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial da União,** Brasília, 26 de agosto de 2003.

BRASIL, **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2010**, Ministério da pesca e Aquicultura, 2010. http//mpa.gov.br/preps_cms/download/boletim_2010/boletim_ estatistico_mpa_2010.pdf, acesso em 05 de julho de 2014.

BRASIL, Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011, Ministério da Pesca e Aquicultura, Brasília. 2011. www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/.../estatistica/est_2011_bol__bra.pd, acessado em 02/02/2014

BRASIL, **Plano de Desenvolvimento da Aquicultura Brasileira** - 2015/2020, Ministério da Pesca e Aquicultura, Brasília, 61 p, 2015. https://pt.scribd.com/.../Plano-de-Desenvolvimento-Da-Aquicultura-2015-2020, acesso em 02/02/2016.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A. rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 46, n. 8, p. 31-37, 1959.

BOMBARDELLI, R. A.; SANCHES, E. A. Avaliação das características morfométricas corporais, do rendimento de cortes e composição centesimal da carne do armado (*Pterodoras granulosus*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 2, p. 221-229, 2008.

BRENNAN, C. S. Dietary fiber, glycemic response, and diabetes. **Mol. Nutr. Food Res.**, v.49, p.560-570, 2005.

CABRAL, I. S. R., et al. Estabilidade de Carne Mecanicamente Separada de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em função do uso de diferentes aditivos químicos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**. Campo Mourão (PR), v.3, n.1, p.44-49, 2012.

CARTONILHO, M. M.; JESUS, R. S. de. Qualidade de cortes congelados de tambaqui cultivado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 4, p. 344-350, 2011.

CATALANI, A. L. et al. Fibras alimentares. ***Rev. Bras. Nutr. Clin**.,* v.18, p.178-182, 2003.

CICERO, L. H. et al. Int Study of distillation methodologies for the quantifi cation of nitrogen in the total volatile bases of hake, tilapia and shrimp. **Braz. J. Food Technol**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 192-197, 2014.

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

COSTA, L. O. **Processamento e diminuição do reprocesso do hambúrguer bovino (HBV).** 2004.127 f. (Monografia) Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2004

COSTA, T. V. et al. Caracterização físico-química e rendimento do filé e resíduos de diferentes espécies de Jaraqui (*Semaprochilodus spp*.). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 35 – 47, 2014.

COSTA, A. C. **Medidas morfométricas na avaliação de pesos e rendimentos corporais de pacu *Piaractus mesopotamicus* e tambaqui *Colossoma macropomum*** , 2011, 64 F, Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Larvas, 2011.

CORREIA FILHO, F. L, **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão:** relatório diagnóstico do município de Matinha, Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 31 p, 2011.

CRUZ, A. G. et al.. **Densidade x biomassa**: piscicultura. Seagro Boletim Técnico, Palmas (TO),13p, 2006.

DURÃES, J. P. **Obtenção, caracterização da carne mecanicamente separada de bagre africano (*Clarias gariepinus*) e avaliação de sua estabilidade durante estocagem sob congelamento**. 2009, 71 f, Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Departamento de Difusão de Tecnologia, Programa Nacional de Pesquisa do Babaçu. Brasília, 87 p, 1984.

FAO, **The State of World Fisheries and Aquaculture 2014**, Rome, 243 p, 2014 http://fao.org/2/sofia14e

FAO/WHO. Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation on the Risks and Benefits of Fish Consumption. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations; Geneva, World Health Organization, 50 pp. 2011. www.fao.org/docrep/014/ba0136e/ba0136e00.pdf

FAOa. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all.* Rome. 200 p. 2016.

FAOb. 2016. FAO yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics. 2014/FAO annuaire. Statistiques des pêches et de l'aquaculture. 2014/FAO anuario. Estadísticas de pesca y acuicultura. 2014. Rome/Roma, Italy/Italie/Italia.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos**: princípios e práticas. São Paulo: Artmed, 2006.

FREIRE, C. E. C.; GONÇALVES, A. A. Diferentes métodos de abate do pescado produzido em aquicultura, qualidade da carne e bem estar do animal. **HOLOS**, v. 6, p. 33-41, 2013.

FERNANDES, V. R. T. et al. Hambúrgueres de aparas de jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*) submetidos a diferentes técnicas de defumação. **Arq. bras. med. vet. zootec**, v. 65, n. 3, p. 927-933, 2013.

FOGAÇA, F. H. dos S. et al. **Métodos para análise de pescados**. Embrapa Meio-Norte-Documentos (INFOTECA-E), 40 p. 2010. http://www.embrapa.br/web/mobile/publicacoes/-/publicacao/663797/metodos-para-analise-de-pescados, acessado 05/05/2014

GALVÃO, A. J; OETTERER, M. Qualidade e processamento do pescado,1ª Ed, Rio de Janeiro: **Elsevier**, 237 p, 2014.

GONÇALVES, A. A. **Estudo do processo de congelamento de camarão associado ao uso do aditivo fosfato**, 2005, 190 f. Tese (Doutorado), Engenharia de Produção), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

GONÇALVES, A. A; CEZARINI, R. Agregando valor ao pescado de água doce: defumação de filés de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 3, n. 2, p. 63-79, 2009.

GONÇALVES, A. A.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Defumação líquida de anchova (*Pomatomus saltatrix*): efeito do processamento nas propriedades químicas e microbiológicas. **Ciênc Tecnol Aliment**, v. 18, n. 4, p. 438-43, 1998.

GONOLALAN, Z.; KOSE, A.; YETIM, H. Effetcs of liquid smoke on quality characteristics of Turkish standards smoke beef tange. **Meat science**, v. 66, p.165-170, 2003.

GUERRA, H. F. et al. Hibridacion de paco, *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) por gamitana, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) en Iquitos – Peru. **Folia Amazonica, Iquitos**, v.4, n.1, p.107-114, 1992.

GUTIERREZ, L. E.; SILVA, R. C. M. Fatty composition of commercially important fish from Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 3, p. 478-483, 1993.

GRAU, R; HAMM, R. Eineeinfache method bestiming der waserbinding in muskel. **Naturwessenchaft**, v. 40, p. 29.1953.

GRYSCHEK, S. F. B.; OETERER, M.; GALLO, C. R. Characterization and frozen storange stability of minced Nile tilapia (Oreochromis niloticus) and red tilapia (*Oreochromis spp.*). **Journal os Aquatic Food Product Techology**, v. 12, n. 3, p. 57-69, 2003.

HASHIMOTO, D. T. et al. Interspecific fish hybrids in Brazil: management of genetic resources for sustainable use. **Reviews in Aquaculture**, v. 4(2), p. 108-118, 2012.

HOWGATE, P. Determination of total volatile bases. Aberdeen: **Torry Research Station**, ITD 564, Appendix 4, 1976.

HOSSAIN, M. A. Fish as source of n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFAs), which one is better-farmed or wild. **Advance Journal of Food Science and Technology**, v. 3, n. 6, p. 455-466, 2011.

HARTMAN, L. R.; LAGO, C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids, **Lab. Pract**. v. 22, p. 475-476, 1973.

HILSDORF, A. W. S. et al. Hibridação em peixes: vantagens e riscos, **Revista Panorama da Aquicultura**, janeiro/fevereiro, p 30 – 35, 2014.

IAL, INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4ª Edição. 1ª Edição Digital. Capítulo IV – Análise Sensorial, 2008.

IBGE, **Pesquisa Pecuária Municipal 2015**, Tabela 3940 - Produção da aquicultura, por tipo de produto, 2016. http://www.sidra.ibge.gov.br/, acessado em 02/03/2017.

IBGE, **Diretrizes Territorial gerais para a ordenação: zoneamento geo ambiental do Estado do Maranhão**. Manuel Lamartin Montes (Supervisor de Projeto), Salvador, 44 p. 1997.

JESUS, R. S. de; LESSI, E; TENUTA-FILHO, A. Estabilidade química e microbiológica de “minced fish” de peixes amazônicos durante o congelamento. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, v. 21, n. 2, p. 144-148, 2001.

KIRSCHNIK, P. G. **Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de Carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**, 2007, 91 f, Tese (Doutorado), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Centro de Aquicultura/UNESP - Jaboticabal. 2007.

KIRSCHNIK, P. G. et al., Estabilidade em armazenamento da carne de Tilápia do Nilo mecanicamente separada, lavada, adicionada de conservantes e congelada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p. 935-942, ago. 2013.

KUBITZA, F. “Off-flavor”, Nutrição, Manejo Alimentar e Manuseio Pré-Abate Afetam a Qualidade do Peixe Destinado à Mesa. **Panorama da Aquicultura**, p.39-43. 1999.

LIBARDONI, E. **Determinação de glúten em cultivares brasileiros de aveia e produtos derivados**.52 f, 2001 Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Santa Catarina. 2001

LIMA, M. C. C. **Desenvolvimento embrionário e larval de *Colossoma macropomum, Piaractus brachypomus* e do híbrido Tambatinga**. 2014, 60 f, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Goiás, 2014.

LIMA, J. S. et al. Análise microbiológica e sensorial de “fishburger” elaborado com tilápia do nilo (Oreochoromis niloticus) com adição de conservantes naturais. GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias, v. 4, n. 1, p. 560-567, 2014

LIMA VIANA, D. E. de, et al. Ácidos graxos das séries ômega-3 e ômega-6 e sua utilização no tratamento de doenças cardiovasculares: uma revisão. **Revista Saúde & Ciência Online**, v. 5, n. 2, p. 65-83, 2016.

LISTON, J. **Microbial hazards of sea food consumption.** Food Technology, p. 56-62, Dec. 1990.

LITTLE, D. C. et al. Whitefish wars: Pangasius, politics and consumer confusion in Europe. **Marine Policy**, v. 36, n. 3, p. 738-745, 2012.

LUSTOSA NETO, A. D. **Elaboração e caracterização de almôndegas de tilápia do nilo (Oreochromis niloticus) e pirarucu (Arapaima gigas) cultivados: aplicação na merenda escolar**. 2016, 98 f, Tese (Doutorado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

MACEDO-VIEGAS, E. M. et al. Efeito das classes de peso sobre a composição corporal e o rendimento de processamento de matrinxã (Brycon cephalus). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 22, n. 1, p. 725-728, 2000.

MALLE, P.; POUMEYROL, M. A New Chemical Criterion for the Quality - Control of Fish - Trimethylamine Total Volatile Basic Nitrogen (Percent). **Journal of Food Protection**. v. 52, p. 419- 423, 1989.

MARQUES, J. M. **Elaboração de um Produto de Carne Bovina “Tipo Hambúrguer” Adicionado de Farinha de Aveia**. 2007. 71 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

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

MESQUITA, S. C. **Alternativas Tecnológicas para Agregação de Valores ao Pescado Beneficiado.** Anais do Seminário, Fortaleza: FAEC, 98 p, 2005.

METRI, J. C. et al. Controle bacteriológico de carne caprina para elaboração de hambúrguer caprino defumado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 3, 2006.

MINOZZO, M. G. **Patê de pescado: alternativa para incremento da produção nas indústrias pesqueiras.** 2010. 206p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

MORA, J. A. Rendimento de la canal em cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y el híbrido *Colossoma macropomum* x *P. brachypomus*. Procesamiento primario y productos con valor agregado. **Bioagro**, Barquisimeto-Venezuela, v.17, n.3, p.161-169, 2005.

MOREIRA, H. L. M. et al. **Fundamentos da moderna aquicultura**. Canoas: Editora ULBRA, 200 p, 2001.

MOREIRA, A. B. et al. Composição de ácidos graxos e teor de lipídios em cabeças de peixes: matrinxã (B. Cephalus), piraputanga (B. Microlepis) e piracanjuba (B. Orbignyanus), criados em diferentes ambientes. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v. 23 n. 2, p.179-183, 2003.
.

MOREIRA, A. B. et al. Fatty acids profile and cholesterol contents of three Brazilian Brycon freshwater fishes. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 14, n. 6, p. 565-574, 2001.

NEIVA, C. R. P. Aplicação da tecnologia de carne mecanicamente separada – CMS na indústria de pescado. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DO PESCADO, 2., 2006, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: Instituto da Pesca, 2006. Available at: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/IIsimcope/palestra_cristiane_neiva.pdf>. acessado em 02/03/2014.

NEIVA, C. R. P. **Obtenção e caracterização de *minced fish* de sardinha e sua estabilidade durante a estocagem sob congelamento**. 2003. 78 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, SP. 2003.

NINAN, G.; BINDU, J.; JOSEPH, J. Frozen storage studies of mince based products developed from tilapia (*Oreochromis mossambicus*, Peter 1852). **Fishery Technology, Ernakulam**, v. 45, n. 1, p. 35-42, 2008.

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

OETTERER, M.; SAVAY-DA-SILVA, L. K; GALVÃO, J. A. Congelamento é o melhor método para a conservação do pescado, **Revista Visão Agrícola,** nº11 jul / dez, p. 137 a 139. 2012.

OETTERER, M.; SIQUEIRA, A. A. Z. C.; GRYSCHEK, S. B. **Tecnologias emergentes para o processamento do pescado produzido em piscicultura**. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E C.; FRACALOSSI, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Eds.). Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**.** São Paulo: TecArt, p 481-500, 2014.

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

OLIVEIRA FILHO, P. R. C. de. **Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo**, 2009, 115 f, Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

OLIVEIRA SARTORI, A. G. de; AMANCIO, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança alimentar e nutricional**, v. 19, n. 2, p. 83-93, 2012.

ORDÓNEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos de origem animal.** Porto Alegre: Artmed, v. 2, 2005. 280p

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

OSTRENSKY, A.; BOEGE, W. **Piscicultura**: fundamentos e técnicas de manejo, Guaíba : Agropecuária, 211 p, 1998.

PAIXÃO FILHO, M. J. **Piscicultura no Maranhão em água doce: situação atual e perspectivas de crescimento futuro**. 2003, 91 f, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2003.

PAIXÃO, P. H. G. et al. Avaliação física e sensorial de fishburgueres de filés de bagres marinhos submetidos a diferentes níveis de inclusão de amido. In**:** XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2013, 09 a 13 de dezembro – UFRPE: Recife, 2013.

PAULA, F. G. **Desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*), da pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) e do híbrido tambatinga (*C. Macropomum* X *P. brachypomum*) mantidos em viveiros fertilizados na fase de engorda**. 2009, 57 f. Dissertação (Mestrado). Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Goiás. 2009.

PEREDA, J. A. O. et al.Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal. São Paulo: Artmed, v. 2, 2005.

PORTO-FORESTI, F. et al. A hibridação interespecífica em peixes. **Panorama da Aquicultura**. 12: p, 28-33, 2011.

RAMOS FILHO, M. M. Perfil lipídico de quatro espécies de peixes da região pantaneira de Mato Grosso do Sul. **Ciênc. Tecnol. Aliment**., vol.28, n.2 p.361-365, 2008.

REGO, F. L. T. **Estudo do perfil de ácidos graxos e a razão entre ômega 6 / ômega3 em pescado**. 2012, 196 f, Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, Salvador, 2012.

REINECCIUS, G. A. Symposium on meat flavor off-flavors in meat and fish-a review. **Journal of Food Science**, v. 44, n. 1, p. 12-24, 1979.

RIBEIRO, I. S. et al. Shelf Life and Quality Study of Minced Tilapia with Nori and Hijiki Seaweeds as Natural Additives. **The Scientific World Journal**, v. 2014, 2014,

RITTER, D. O. **Estabelecimento de critérios para a avaliação da qualidade de piraputanga (*Brycon microleps*) e tambatinga (*Colossoma macropomum* X *Piaractus brachypomum*) evisceradas e estocadas em gelo**, 2015, 82 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2015.

ROCHA, C. M. de A. **Elaboração de produtos tipo "hambúrguer" defumado de fígado bovino adicionado de aveia**. (Tese Mestrado) 2013, 91f, Universidade Federal de Pernambuco, 2013.

RODRIGUES, O. P. A. et al. **Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos,** Brasília, DF: Embrapa, 440 p, 2013.

SALES, R. O.; MAIA, E. L. Composição química e classes de lipídios em peixe de água doce tambaqui, *Colossoma macropomum,* **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 07, n. 2, p. 31-44, jul-dez, 2013.

SANTOS, E. C. B. dos. **Métodos de abate e qualidade da tilápia do Nilo,** 2013, 100 f. Tese (Doutorado), Centro de Aquicultura. UNESP Jaboticabal, São Paulo, 2013.

SCHINDLER, J. Processo de defumação com um toque diferente. **Revista Nacional da Carne**, v. 241, p. 60-70, 1997**.**

SCORVO FILHO, J. D. **O agronegócio da aquicultura: perspectivas e tendências**. Texto apresentado no Zootec, SP, 2004. ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/agronegocio_aquicultura.pdf, acessado em 12/12 2014.

SEABRA, L. M. et al. **Fécula de mandioca e farinha de aveia como substituinte de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina**. Ciênc. Tecnol. Aliment., v. 22, n. 3, p. 245-248, 2002.

SEBBEN, C. L. et al. Rendimento e avaliação sensorial de hambúrgueres de carpa (Cyprinus carpio) com diferentes condições de processamento e armazenamento sob congelamento**. Boletim CEPPA**, v. 16, n. 1, p. 2-12, 2000.

SERAFINI, A. M. **Cruzamento dialélico interespecífico entre pacu *Piaractus mesopotamicus* e tambaqui *Colossoma macropomum***, 2010, 68 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

SIKORSKI, Z. E.; KOLAKOWSKA, A.; SUN-PAN, B. Composición nutritiva de los principales grupos de organismos alimenticios marinos. **Tecnología de los productos del mar: recursos. Zaragoza: Acribia**, p. 41-72, 1990.

SILVA, R. A; BONNAS, D. S; SILVA, P. F. Aproveitamento dos resíduos gerados no processamento de postas de surubim (Pseudoplatystoma corruscans) para elaboração de nuggets. **Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade** Vol. 3 n. 2, 2015.

SILVA, F. A. M. et al. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.

SILVA, A. P. S. **Caracterização físico-química e toxicológica do pó de mesocarpo de babaçu (*Orbignya phalerata,* Mart):** subsídio para o desenvolvimento de produtos. 2011, 119 f, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Piauí, 2011.

SILVA-ACUÑA, A.; GUEVARA, M. Evaluación de dos dietas comerciales sobre el crecimiento del híbrido de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* Evaluation of two commercial diets on growth of the hibryd *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*. **Zootecnia Tropical**, v. 20, n. 4, p. 449-459, 2002.

SILVA MACIEL, E. et al. **Recomendações técnicas para o processamento da tilápia – Teresina**, Embrapa Meio-Norte, 65 p, 2012.

SIMÕES, D. R. S. et al. Hambúrgueres formulados com base proteica de pescado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 4, p. 414-420, 1998.

SIMOPOULOS, A. P. The Importance of the ratio of omega – 6/ omega-3 essential fatty acids. **Biomedice & Pharmacotherapy**, v. 56, p.365-379, 2002.

SIMOPOULOS, A. P.; LEAF, A.; SALEM, N. Essentiality and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids. **Annals of Nutrition and Metabolism**. v. 43, p. 127-30, 1999.

SOUZA, A. F. L.; INHAMUNS, A. J. Análise de rendimento cárneo das principais espécies de peixes comercializados no estado do Amazonas, Brasil. Acta Amazonica, 41(2): 289–296, 2011.

SOUZA, M. L. R.; MACEDO-VIEGAS, E. M.; KRONKA, S.N. Influência do método de filetagem e categorias de peso sobre rendimento de carcaça da tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus). Rev. bras. zootec., v.28, n.1, p.1-6, 1999.

SOUZA, M. L. R.; MARANHÃO, T. C. F. Rendimento de carcaça, file e subprodutos da filetagem da Tilápia do nilo, *Oreochomis niloticus*, em função do peso corporal. **Acta Scientiarum,** Maringá, v. 23, n. 4, p. 897-901, 2001.

PAIXÃO, P. H. G. et al. Avaliação física e sensorial de fishbúrgueres de filés de bagres marinhos submetidos a diferentes níveis de inclusão de amido. In: XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO–JEPEX, Recife 2013.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. Análise sensorial de alimentos. Florianópolis: Ed: UFSC, 180p, 1987.

TENUTA-FILHO, A.; JESUS, R. S. **Aspectos da utilização de carne mecanicamente separada de pescado como matéria-prima industrial**. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.37, p.59-64, 2003.

TEODORO, A. J.; ANDRADE, E. C. B.; MANO, S. B. Avaliação da utilização de embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de sardinhas (*Sardinella brasiliensis*)**. Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n.1, p. 158-161, 2007.

TOLDRÁ, F. Muscle Foods: water, structure and Functionality. **Food Science Technology Internationa**l, v. 9, n. 3, p.173-177, 2003.

TOKUR, B. et al. Changes in the quality of fishburger produced from Tilapia (*Oreochromis niloticus*) during frozen storage (-18ºC). **European Food Research Technology**, v. 218, p. 420-423, 2004.

TORRES, E. A. F. S.; OKANI, E. T. Teste de TBA: ranço em alimentos. **Revista Nacional da Carne**, v. 243, p. 68-76, 1997.

VALENTE, T. P.; MESQUITA, M. O. de; MANFIO, M. Produto cárneo acrescido de fibra com baixo teor de sódio. **Disciplinarum Scientia Saúde**, v. 15, n. 1, p. 91-100, 2016.

VISENTAINER, J. V. et al. Composição química e de ácidos graxos em tilápias (Oreochromis niloticus) submetidas à dieta prolongada. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 28, n. 313, p. 164-173. 2003.

VYNCKE, W. Direct Determination of the Thiobarbituric Acid Value in Trichloracetic Acid Extracts of Fish as a Measure of Oxidative Rancidity. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v.72, n.12, p.1084-1087, 1970.

WILKINSON, R. J.; NICHOLAS, P.; MARK, J.R. P. The effects of pre-harvest stress and harvest method on the stress response, rigor onset, muscle pH and drip loss in barramundi (*Lates calcarifer*). **Aquaculture,** v.282.1. p 26-32, 2000.

WHITTLE, K. J.; HOWGATE, P. **"Glossary of fish technology terms."Prepared under contract to the Fisheries Industries Division of the Food & Agriculture Organisation of the United Nations**, 2002.

ZUANAZZI, J. S. G, **Aditivos na conservação da carne mecanicamente separada de pacu cultivado em tanques-rede**, 2013, 78 f, Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, Paraná, 2013.

ANEXOS

ANEXO I

UFMA - UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Rendimento e aplicação da carne mecanicamente separada congelada do híbrido Tambatinga (Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus) de menor valor comercial

Pesquisador: OCILENE MARIA CORREIA FERREIRA MACENA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 64549916.5.0000.5087

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.999.605

Apresentação do Projeto:

O cultivo de peixes de águas continentais é uma atividade econômica em crescimento, destacando-se o hibrido Tambatinga por apresentar excelente taxa de crescimento, no entanto sua aceitação comercial apresenta restrições, em função da existência de espinha intramuscular. A carne mecanicamente separada (CMS) de pescado produto obtido a partir do processo de separação mecanizada da parte comestível desponta como uma solução bastante interessante para ampliar as possibilidades econômicas da espécie. Os objetivos deste projeto de pesquisa foram avaliar o rendimento para obtenção da carne mecanicamente separada (CMS) do híbrido Tambatinga (Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus)
com tamanhos de menor valor comercial e a avaliação da aplicação da CMS na produção de hambúrguer. Inicialmente foi determinado o rendimento do processo de obtenção da CMS em quatro diferentes classes de peso variando entre 250 a 650 g, seguindo da avaliação da estabilidade sob congelamento por três meses, com relação a aspectos microbiológicos e físico-químicos: composição centesimal, pH, oxidação lipídica, bases voláteis totais e perda por exsudação. Após 90 dias a CMS será utilizada para elaboração de hambúrguer de Tambatinga, os quais foram avaliados suas características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais. O processamento do hibrido Tambatinga de menor valor comercial,principalmente compreendido na

Endereço: Avenida dos Portugueses, 1966 CEB Velho
Bairro: Bloco C,Sala 7, Comitê de Ética **CEP:** 65.080-040
UF: MA **Município:** SAO LUIS
Telefone: (98)3272-8708 **Fax:** (98)3272-8708 **E-mail:** cepufma@ufma.br

classe de menor peso, na forma de CMS pode ser uma alternativa interessante, agregando valor aos produtos da piscicultura com restrições de consumo.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar a estabilidade e a aplicação da carne mecanicamente separada (CMS) do peixe híbrido Tambatinga, de menor valor comercial.

Objetivo Secundário:

Avaliar o hambúrguer de Tambatinga defumado obtido a partir da CMS quanto ao valor nutricional e características físicas e sensoriais.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

O estudo será realizado através de análises sensoriais. Os riscos físicos à saúde são mínimos, embora o produto seja de consumo comum, além de ser manipulado utilizando-se as Boas Práticas de Fabricação. No caso de eventual problema de saúde (efeito adverso) decorrente de sua participação nos testes sensoriais, você será encaminhado à Seção Técnica de Saúde do Campus São Luis Maracanã, que tomará as devidas providências.

Benefícios:

O estudo fornecerá subsídios e informações importantes para o estabelecimento de um padrão de qualidade de um produto de valor agregado ao peixe cultivado Tambatinga, além de informações para orientar ações de manejo, processamento, uso e consumo do hambúrguer desta espécie de peixe.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa esta bem elaborada atendendo a todos os itens necessários ao seu bom desenvolvimento.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados e estão de acordo com a resolução 466/12 do CNS.

Recomendações:

Não existem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não existem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

UFMA - UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_799961.pdf	02/02/2017 16:54:42		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.docx	02/02/2017 16:54:09	OCILENE MARIA CORREIA FERREIRA MACENA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DECLARACAODEANUNCIA.pdf	02/02/2017 16:52:07	OCILENE MARIA CORREIA FERREIRA MACENA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	02/02/2017 16:51:35	OCILENE MARIA CORREIA FERREIRA MACENA	Aceito
Folha de Rosto	Untitled.PDF	17/11/2016 11:53:08	OCILENE MARIA CORREIA FERREIRA MACENA	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

SAO LUIS, 04 de Abril de 2017

Assinado por:
FRANCISCO NAVARRO
(Coordenador)

Endereço: Avenida dos Portugueses, 1966 CEB Velho
Bairro: Bloco C,Sala 7, Comitê de Ética **CEP:** 65.080-040
UF: MA **Município:** SAO LUIS
Telefone: (98)3272-8708 **Fax:** (98)3272-8708 **E-mail:** cepufma@ufma.br

ANEXO II

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/2012)

Você está sendo convidado a participar como voluntário do projeto de pesquisa Rendimento e aplicação da carne mecanicamente separada congelada do híbrido Tambatinga (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*) de menor valor comercial sob responsabilidade da pesquisadora Ocilene Maria Correia Ferreira Macena. Esta pesquisa pretende realizar o estudo de análise sensorial de produtos do tipo hambúrguer de Tambatinga, desenvolvido para avaliação da aceitabilidade pelos mesmos. Os riscos físicos à sua saúde são mínimos, embora os produtos tenham sido elaborados seguindo as Boas Práticas de Fabricação. Serão excluídos indivíduos com patologias relacionadas à ingestão de alimentos, como diabéticos, hipertensos, com intolerância à lactose e ao glúten, e assim por diante. Você poderá consultar a pesquisadora responsável em qualquer época, pessoalmente ou pelo telefone da instituição, para esclarecimento de qualquer dúvida. Você está livre para, a qualquer momento, deixar de participar da pesquisa. Todas as informações por você fornecidas e os resultados obtidos serão mantidos em sigilo, e estes últimos apenas serão utilizados para divulgação em reuniões e revistas científicas. Você será informado de todos os resultados obtidos, independentemente do fato destes poderem mudar seu consentimento em participar da pesquisa. Você não terá quaisquer benefícios ou direitos financeiros sobre os eventuais resultados decorrentes da pesquisa. No caso de eventual problema de saúde (efeito adverso) decorrente de sua participação nos testes sensoriais, você será encaminhado à Seção Técnica de Saúde, situado à Avenida dos Curiós, s/n, Vila Esperança, Campus São Luis Maracanã– Telefones (98) 3313.8509 Diante das explicações, se você concorda em participar deste projeto, por favor, informe seus dados abaixo e assine este Termo.

Nome:_____R.G._____

Endereço:_____Fone:_____ Data: _____

Usuário ou responsável legal	Pesquisador responsável

OBS.: Termo apresentado em duas vias, uma destinada ao usuário ou seu representante e a outra ao pesquisador.

Nome: Ocilene Maria Correia Ferreira Macena	Cargo/Função: doutoranda Dinter Unesp/IFMA
Instituição: Campus São Luis Maracanã, IFMA	
Endereço: Av dos Curiós, s/n, Vila Esperança, São Luis – MA, CEP: 65.000-000	
Contato da pesquisadora responsável: (98) 98836 5116/ (88) 99949 3883	
Projeto a ser submetido a Comitê de Ética em Pesquisa	