



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS DE LARANJEIRAS DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

CRISTIAN JOSÉ CRISTOFEL

**ELABORAÇÃO DE HAMBÚRGUER DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*)
ENRIQUECIDO COM INGREDIENTE FUNCIONAL E RESÍDUO DE
GUABIROBA (*Campomanesia xanthocarpa*): CARACTERÍSTICAS FÍSICAS,
QUÍMICAS E SENSORIAIS**

LARANJEIRAS DO SUL

2014

CRISTIAN JOSÉ CRISTOFEL

**ELABORAÇÃO DE HAMBÚRGUER DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*)
ENRIQUECIDO COM INGREDIENTE FUNCIONAL E RESÍDUO DE
GUABIROBA (*Campomanesia xanthocarpa*): CARACTERÍSTICAS FÍSICAS,
QUÍMICAS E SENSORIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de grau de
Bacharel em Engenharia de Alimentos da
Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Larissa Canhadas Bertan

LARANJEIRAS DO SUL

2014

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Cristofel, Cristian José

ELABORAÇÃO DE HAMBÚRGUER DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) ENRIQUECIDO COM INGREDIENTE FUNCIONAL E RESÍDUO DE GUABIROBA (*Campomanesia xanthocarpa*): CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E SENSORIAIS / Cristian José Cristofel. -- 2014.

76 f.:il.

Orientadora: Larissa Canhadas Bertan.

Co-orientador: Luciano Tormen.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Engenharia de alimentos , Laranjeiras do Sul, PR, 2014.

1. Hambúrguer. 2. Tilápia (peixe). 3. Guabiroba (fruta). 4. Ingrediente funcional . I. Bertan, Larissa Canhadas, orient. II. Tormen, Luciano, co-orient. III. Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

CRISTIAN JOSÉ CRISTOFEL

**ELABORAÇÃO DE HAMBÚGUER DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*)
ENRIQUECIDO COM INGREDIENTE FUNCIONAL E RESÍDUO DE
GUABIROBA (*Campomanesia xanthocarpa*): CARACTERÍSTICAS FÍSICAS,
QUÍMICAS E SENSORIAIS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos na Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul-PR.

Orientador: Professora Dr^a. Larissa Canhadas Bertan

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 05 / 12 / 14

BANCA EXAMINADORA



Prof. Larissa Canhadas Bertan



Prof. Catia Tavares dos Passos



Prof. Luciano Tormen

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Larissa Canhadas Bertan, pela orientação, incentivo, palavras de apoio e paciência durante a graduação.

Ao Prof.^o Dr.^o Luciano Tormen pela coorientação, auxílio nas atividades de laboratório e conversas produtivas durante a graduação.

À Prof.^a Dr.^a Cátia Tavares dos Passos pela coorientação e auxílio durante as atividades de laboratório.

Aos professores membros da banca examinadora por terem aceitado o convite para avaliar o meu trabalho e por suas contribuições.

À minhas colegas de graduação Anne Herenize Lemos, Naiane Miriam Malherbi, Remili Cristiani Grando, e Simone Segunda, pelo tempo disponibilizado para me auxiliar na realização e conclusão de meu TCC.

À todos meus colegas de graduação da UFFS.

Aos meus amigos que sempre me incentivaram durante a graduação e tornaram minha vida mais feliz.

Aos meus pais, Adão e Nelice, e meus irmãos, João Paulo e Suelen, por todo apoio e incentivo durante a graduação.

*"Se você vai tentar, vá até o fim
caso contrário, nem comece."*

Charles Bukowski

RESUMO

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), é uma espécie de peixe abundante no Brasil devido a sua fácil adaptação em diferentes ambientes, porém seu consumo no país ainda é pequeno. Nesse contexto, a elaboração de produtos a base de tilápia com a adição de ingredientes funcionais ricos em fibras (amaranto, chia e quinoa) e substância antioxidante (resíduo de guabiroba) pode ser uma alternativa para o mercado atual. Deste modo, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do resíduo de guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) na oxidação lipídica, como nas propriedades físicas e químicas do hambúrgueres de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) enriquecido com agentes funcionais. Na primeira etapa do projeto foram elaborados hambúrgueres com ingredientes funcionais e foram caracterizados quanto a perda de massa por cocção (PPC), redução de diâmetro (RD), redução de espessura (RE), rendimento de cocção (RC), cor, pH e Aw (atividade de água). Os agentes funcionais utilizados apresentaram valores para (PPC), (RD), (RE) e (RC) melhores que o obtido pelo padrão (apenas com a proteína texturizada de soja). O amaranto se destacou entre todos as demais formulações, gerando resultados para os parâmetros analisados de 18,4% para PPC, 7,7% para RD, 12,5% para RE e 81,6% para RC, assim, o mesmo foi selecionada para a segunda etapa do projeto. Na segunda e terceira etapa foi avaliado o efeito da adição de resíduo de guabiroba na formulação selecionada através de análise sensorial (aparência, cor, aroma sabor e textura) e também caracterizados quanto aos mesmos parâmetros que na primeira etapa, perda de peso por congelamento (PPCong), proteínas, lipídios, fibras, umidade, cinzas e substâncias reativas com ácido tiobarbitúrico (TBARS). A análise sensorial apresentou valor médio aproximado de 7,0 para todos os parâmetros avaliados, sendo que não houve diferença entre as formulações. A adição de resíduo de guabiroba proporcionou alteração na cor mas não afetou significativamente os resultados de pH, Aw, (PPC), (RD), (RE) e (RC) obtidos na etapa anterior, no entanto apresentou valor de PPcong entre 0,52 e 0,53%, teor de proteínas entre 14,43 e 15,47%, teor de lipídios entre 6,14 e 7,23%, teor de fibras entre 3,22 e 4,84% e umidade entre 56,32 e 67,82%. Verificou-se que a adição do resíduo de guabiroba retardou o processo inicial de oxidação, obtendo-se valores de 0,20 Unid. de Abs/g e 0,17 Unid. de Abs/g para a formulação sem e com resíduo de guabiroba respectivamente, no entanto tais valores não se alteraram significativamente durante os 25 dias de estocagem.

Palavras-chave: Tilápia. Hambúrguer. Guabiroba. Oxidação. Funcional

ABSTRACT

The Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is a species of fish abundant in Brazil due to its easy adaptation to different environments, but its consumption in the country is still small. In this context, the development of products based on tilapia with the addition of functional ingredients rich in fiber (amaranth, quinoa and chia) and antioxidant substance (guabiroba residue) can be an alternative to the current market. Thus, this study aimed to evaluate the effect of guabiroba residue (*Campomanesia xanthocarpa*) in lipid oxidation, as the physicochemical properties of Nile tilapia burgers (*Oreochromis niloticus*) enriched with functional agents. In the first stage of the project were prepared hamburguer de tilapia with functional ingredients and were characterized by mass cooking loss (PPC) diameter reduction (DR), thickness reduction (SR), cooking yield (CR), color, pH, and Aw. All functional agents used showed values (PPC) (RD) (RE), and (RC) better than that obtained by the standard (only with soy protein). Amaranth stood out among all the other formulations generating results for the parameters analyzed in 18.4% PPC to 7.7% RD, RE and 12.5% to 81.6% for CS, thus it was selected for the second stage of the project. In the second and third steps was evaluated effect of adding the formulation guabiroba residue selected via sensory evaluation (appearance, color, aroma, taste and texture) and also characterized with respect to the same parameters as in the first stage weight loss by freezing (PPCong), proteins, lipids, fiber, moisture, ash and reactive substances with thiobarbituric acid (TBARS). Sensory analysis showed a similar average value of 7.0 for all parameters and there was no difference between the formulations. Adding guabiroba residue afforded change in color but did not significantly affect the pH results, Aw, (PPC), (RD) (RE) and (RC) obtained in the previous step, however showed a value of between 0 PPCong, 52% and 0.53%, protein content between 14.43 and 15.47, lipid content between 6.14% and 7.23%, fiber content between 3.22% and 4.84% and humidity between 56.32 and 67.82. It has been found that the addition of guabiroba residue slowed the initial oxidation process, obtaining values of 0.20 Units. Abs/g and 0.17 Units. Abs/g for the formulation with and without guabiroba residue respectively, however these values did not change significantly during the 25 days of storage.

Keywords: Tilapia. Burger. Guabiroba. Oxidation. Functional.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3. 1 - Fluxograma de produção de hambúrguer	18
Figura 3. 2 – Flocos de semente de quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>)	19
Figura 3. 3 – Sementes de chia (<i>Salvia hispanica L.</i>).....	21
Figura 3. 4 – Flocos de semente de amaranto (<i>Amaranthus</i>)	22
Figura 3. 5 – Fruto de guabiroba (<i>Campomanesia xanthocarpa</i>).....	24
Figura 3. 6 – Reação do teste de TBA entre o ácido 2-tiobarbitúico e o malonaldeído.....	28
Figura 4. 1 - Fluxograma das atividades realizadas durante o trabalho.	31
Figura 4. 2 - Representações tridimensionais dos espaços de cor dos sistemas Munsell (a) e NCS (Natural Colour System) (b)	34
Figura 4. 3 – Equações usadas para determinação da média e erro padrão da média.	38
Figura 5. 1 - Hambúrgueres com a adição de agente funcional (1-amaranto, 2-quinoa, 3-padrão e 4-chia) após o processo de assamento.	42
Figura 5. 2 - Hambúrgueres com a adição de agente funcional e guabiroba (1-controle (sem guabiroba) e 2- com guabiroba) após o processo de assamento.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Matéria-prima utilizada para as formulações dos hambúrgueres.....	33
Tabela 5.1 - Valores de Luminosidade (L*), a*, b*, croma e ângulo hue para as formulações com agente funcional.....	40
Tabela 5.2 - Leitura do pH para as quatro formulações de hambúrguer cru e assado.....	42
Tabela 5.3 - Leitura do Aw para as quatro formulações de hambúrguer cru e assado.....	44
Tabela 5.4 - Perda de peso por cocção (PPC), redução do diâmetro (RD), redução da espessura (RE) e rendimento na cocção (RC) para os hambúrgueres crus e assados.	44
Tabela 5.5 - Perda de massa no Congelamento (PPCong), Perda de peso por cocção (PPC), redução do diâmetro (RD), redução da espessura (RE) e rendimento na cocção (RC) para os hambúrgueres crus e assados.....	47
Tabela 5.6 - Valores de luminosidade L*, a*, b*, croma e ângulo hue para as formulações com agente funcional.....	49
Tabela 5.7 - Leitura do pH e Aw para as quatro formulações de hambúrguer cru e assado com e sem a adição do resíduo de guabiroba.	51
Tabela 5.8 - Valores de umidade, cinzas, lipídios, fibras e proteína para as formulações de hambúrguer de tilápia cru e assado.....	52
Tabela 5.9 - Análises microbiológicas realizadas para as duas formulações de hambúrguer de tilápia cru.	58
Tabela 5.10 – Aceitabilidade das formulações de hambúrguer de peixe com e sem a adição de resíduo de guabiroba.....	59
Tabela 5.11 – Intenção de compra das formulações de hambúrguer de peixe com e sem a adição de resíduo de guabiroba.	60
Tabela 5.12 - Valores obtidos para o teste de substâncias reativas com o ácido tiobarbitúrico (TBARS).....	61

LISTA DE SIGLAS

a*	- Coordenada na faixa do verde ao vermelho
ABTS	- 2,2-azino-bis (ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid)
AGE	- Ácido gálico equivalente
AGPI	- Ácidos graxos poli-insaturados essenciais
ANVISA	- Agência de Vigilância Sanitária
ATP	- Adenosina trifosfato
Aw	- Atividade de água
b*	- Coordenada na faixa do azul ao amarelo
CMS	- Carne mecanicamente separada
CRA	- Capacidade de retenção de água
CV	- Coeficiente de variação
FAO	- Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
L*	- Luminosidade
MAPA	- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDA	- Aldeído malônico
NMP	- Numero mais provável
OMS	- Organização Mundial da Saúde
PPC%	- Perda de massa na cocção (%)
PPCong%	- Perda de massa com o congelamento (%)
PTS	- Proteína texturizada de soja
RC%	- Rendimento na cocção (%)
RD%	- Redução de diâmetro (%)
RE%	- Redução de espessura (%)
TBA	- Ácido tiobarbitúrico
TEP	- 1,1,3,3-tetraetoxipropano
TMP	- 1,1,3,3-tetrametoxipropano
UFC	- Unidade formadora de colônia

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVO	16
2.1	OBJETIVO GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1	TILÁPIA DO NILO (<i>Oreochromis niloticus</i>)	17
3.2	HAMBÚRGUER DE PESCADO	18
3.3	QUINOA	19
3.4	CHIA	20
3.5	AMARANTO	22
3.6	GUABIROBA (<i>Campomanesia xanthocarpa</i>)	23
3.7	DETERIORAÇÃO DE PESCADO	25
3.8	MÉTODOS DE ANÁLISE DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA	27
4	MATERIAS E MÉTODOS	30
4.1	MATÉRIA PRIMA	30
4.2	EQUIPAMENTOS	30
4.3	REAGENTES	30
4.4	FLUXOGRAMA DO PROCESSO	30
4.5	ELABORAÇÃO DE HAMBÚRGUER DE TILÁPIA COM AGENTES FUNCIONAIS	32
4.6	ELABORAÇÃO DE HAMBÚRGUER DE TILÁPIA COM AGENTE FUNCIONAL ADICIONADO DE RESÍDUO DE GUABIROBA	33
4.7	PROCESSO DE COCÇÃO	33
4.7.1	Análise de cor	33
4.7.2	Análise de pH	34
4.7.3	Atividade de água	34
4.7.4	Rendimento de cocção (RC)	35
4.7.6	Perda de massa por cocção (PPC)	35
4.7.7	Redução de diâmetro (RD)	35
4.7.8	Redução de espessura (RE)	35
4.7.9	Determinação de Umidade	35
4.7.10	Determinação de lipídios	36
4.7.11	Determinação de cinzas	36
4.7.12	Determinação de Fibras	36
4.7.13	Determinação de Proteína	36
4.7.14	Oxidação de lipídios	36
4.7.15	Análise microbiológica	37
4.7.16	Análise sensorial	37
4.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA	38
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
5.1	ELABORAÇÃO DE HAMBÚRGUER DE TILÁPIA COM AGENTES FUNCIONAIS	39
5.1.1	Análise Colorimétrica	39
5.1.2	Leitura do pH	42
5.1.3	Leitura da Atividade de Água (Aw)	43
5.1.4	Análise física	44
5.2	CARACTERIZAÇÃO DE HAMBÚRGUER DE TILÁPIA COM AGENTE FUNCIONAL ADICIONADO DE RESÍDUO DE GUABIROBA	47
5.2.1	Análise física	47
5.2.3	Determinação do pH e Aw	51
5.2.4	Composição centesimal	52

5.2.2 Análise Microbiológica	57
5.2.3 Análise Sensorial	59
5.3 AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DO RESÍDUO DE GUABIROBA (<i>Campomanesia xanthocarpa</i>) SOBRE O HAMBÚRGUER DE TILÁPIA CONGELADO	61
6 CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIAS	65
ANEXO I - Teste Afetivo	74
ANEXO II - Teste de atitude de compra	75
ANEXO III - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)	76

1 INTRODUÇÃO

A produção de pescado do Brasil, em 2010, foi de 1,26 milhões de toneladas, um incremento de 2% em relação a 2009. A pesca extrativa marinha continuou sendo a principal fonte de produção de pescado nacional, sendo responsável por 536 mil toneladas (42,4% do total de pescado), seguida pela aquicultura continental (394 mil toneladas; 31,2%), pesca extrativa continental (248 mil toneladas; 19,7%) e aquicultura marinha (85 mil toneladas; 6,7%) (BRASIL, 2012). Em 2013 as estimativas apontaram para um volume acima de 2,5 milhões de toneladas de pescado, o que estava estabelecido como meta do Plano Safra da Pesca e Aquicultura apenas para o final de 2014 (BRASIL, 2013).

Segundo o balanço realizado em 2013 pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) a produção mundial de pescado em 2010 foi de 148 milhões de toneladas, dos quais 128 milhões foi usado para o consumo humano, portanto o consumo per capita de pescado foi de 19 kg. No entanto a média de consumo brasileiro per capita ficou em torno de 9 kg, sendo que a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda um consumo de 12 kg/hab por ano.

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), nativa de países africanos é a espécie mais cultivada no mundo todo. Embora seja uma espécie introduzida, é sem dúvida uma das principais espécies da fauna aquática brasileira com potencial para alicerçar a expansão da piscicultura industrial (MACARI, 2007).

Atualmente o consumo de produtos cárneos emulsionados e cozidos deve-se à sua conveniência, variedade, preço e valor nutricional. (VICTORINO, 2009). Além disso, traz a praticidade que o consumidor moderno busca, disponibilizando alimentos com benefícios à saúde aliado ao prazer de se alimentar (COSTA, 2004).

A Embrapa Pantanal (Corumbá-MS), vinculada ao MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), desenvolve desde 2006, o projeto de pesquisa “Aproveitamento Agroindustrial de Espécies de Peixes Nativos do Pantanal”, onde diversos produtos a base de carne de pescado vêm sendo desenvolvidos e testados. Os primeiros alimentos desenvolvidos foram: o quibe e o hambúrguer de peixe, derivados de carne mecanicamente separada, nugget e patê de peixe, sendo que atualmente estão sendo realizados testes e

aprimoramentos no processo de defumação da carne de pescado (BRUNELLI, 2012).

Segundo Victorino (2009) também estão sendo realizadas pesquisas sobre a aplicação de diversos tipos de proteínas não cárneas, extensores ou substitutos de gordura em produtos cárneos emulsionados, resultando em melhor rendimento durante o cozimento e redução de custos da formulação.

A proteína texturizada de soja (PTS) e o amido são os extensores mais utilizados, no entanto com o aumento da demanda por alimentos saudáveis e com características funcionais, a indústria e institutos de pesquisa estão investindo na utilização de outras fontes de proteínas e fibras como o trigo e a aveia. No Brasil a grande procura pela utilização de fibras em produtos cárneos se dá principalmente devido à sua capacidade de retenção de água (CRA) e consequente possibilidade de redução de custos, além do apelo comercial que os itens mais saudáveis podem apresentar no contexto atual de consumo sem culpa (CARRARO, 2012).

No peixe se encontra uma das principais fontes de proteína para o ser humano, tendo como maior destaque o elevado teor de lisina proporcionando uma alta digestibilidade proteica. Além disso, fornece também outros nutrientes importantes, como vitaminas e minerais. Em relação aos lipídios apresenta aproximadamente 70% de ácidos graxos insaturados, alguns destes contem ligações ômega-3 atuantes nos processos de controle do colesterol. Entretanto, o peixe é também um dos alimentos mais suscetíveis à deterioração devido à elevada atividade de água, teor de gorduras insaturadas facilmente oxidáveis e, principalmente, um pH próximo à neutralidade. Desse modo, é recomendado que a temperatura de armazenamento de pescados e frutos do mar esteja em valores abaixo de -18°C (MACARI, 2007).

A oxidação dos lipídios é a maior preocupação tanto para os consumidores como para os fabricantes (TOSCO, 2004). Durante a oxidação lipídica são formados diversos compostos, entre eles os hidroperóxidos, que podem originar novos compostos responsáveis pelo surgimento de odor e sabor de ranço em óleos de peixes, estes compostos podem ainda se ligar às proteínas formando complexos insolúveis (LAROSA, 2011).

Com o aumento da competitividade por mercado, os processadores de carne buscam constantemente alternativas para a geração de produtos mais saudáveis

que atendam a necessidade do consumidor. Em estudos publicados nos últimos anos, foi observada a aplicação de antioxidantes naturais abrangendo toda cadeia de produção de carnes, não se restringindo apenas nos produtos finais. Uma diversidade de antioxidantes naturais tem sido estudadas para tal fim (PEREIRA, 2009).

Substância antioxidante, por definição é aquela capaz de diminuir ou inibir a oxidação, mesmo presente em baixas concentrações em relação a seu substrato. A sua provável ação em sistemas biológicos está em prolongar a fase de iniciação ou então inibir a fase de propagação de oxidação, porém não previne completamente a mesma (LAROSA, 2011). Adicionalmente, as frutas são fontes naturais de diversos grupos de antioxidantes, onde alguns estudos relataram a atividade antioxidante de diferentes frutas do cerrado brasileiro (casca de pequi, semente e casca de araticum etc.).

A fruta guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) se distribui de maneira ampla no Brasil, ocorrendo dos Estados do Espírito Santo ao Rio Grande do Sul. Quanto à composição nutricional, a guabiroba apresenta elevados teores de umidade e fibra alimentar, resultando em baixa densidade energética, além de altas concentrações de potássio, fósforo, magnésio e ferro. Ainda, contém quantidades apreciáveis de compostos bioativos, como o ácido ascórbico e os compostos fenólicos sugerindo boa atividade antioxidante (ALVES et al., 2013).

Os antioxidantes são compostos fenólicos que promovem a remoção ou inativação dos radicais livres formados durante a iniciação ou propagação da reação de oxidação. Os principais e mais conhecidos antioxidantes são os polifenóis, usados para retardar a deterioração de produtos cárneos e estender a vida de prateleira (PEREIRA, 2009).

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito do resíduo de guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) na oxidação lipídica, como nas propriedades físicas, químicas e sensoriais do hambúrgueres de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), enriquecido com agente funcional.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaboração do hambúrgueres de tilápia (*Oreochromis niloticus*) adicionados de quinoa, chia, amaranto e padrão.
- Seleção da melhor formulação quanto a análise de cor, pH, perda de peso por cocção (%PPC), rendimento de cocção (%RC), porcentagem de redução de diâmetro (%RD) e porcentagem de redução de espessura (%RE).
- Avaliação do efeito da adição de resíduo de guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) sobre as propriedades físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais do hambúrgueres de tilápia (*Oreochromis niloticus*).
- Avaliar a capacidade antioxidante do resíduo de guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) sobre o hambúrguer de tilápia congelado.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

A Tilápia do Nilo, nativa de países africanos é a espécie de tilápia mais cultivada no mundo todo. (MACARI, 2007). É um peixe com grande capacidade de adaptação, elevada resistência a doenças, atingindo peso comercial em pequeno intervalo de tempo e além da alta qualidade de sua carne, apresenta elevada aceitação no mercado consumidor (SOUSA e MARANHÃO, 2001). Os estados de Paraná e de Santa Catarina são os maiores produtores, produzindo juntos cerca de 18 mil toneladas de tilápia ao ano (MACARI, 2007).

A tilápia é um peixe com grande potencial para a aquicultura por diversas características, tais como: (i) rápido crescimento, (ii) responde com a mesma eficiência a ingestão de proteínas de origem vegetal e animal, (iii) possui capacidade de adaptar-se em diferentes ambientes e sistemas de produção, (iv) resistente a doenças, (v) a carne é saborosa e com baixo teor de gordura (0,9 g/100 g de carne) e de calorias (117 kcal/100 g de carne), (vi) alto rendimento de filé (35 a 40%) e (vii) ausência de espinhos em forma de “Y”, o que a torna apropriada para industrialização, e possui elevado valor comercial, principalmente nos países desenvolvidos (AYROZA, 2009).

O pescado como alimento é uma fonte de nutrientes de fundamental importância para o organismo humano, principalmente pelo valor biológico de suas proteínas, como também suas propriedades funcionais que possibilitam a elaboração de outros produtos à base de carne de pescado (MACARI, 2007). No Brasil, é ofertado ao consumidor via piscicultura, para comercialização na forma “fresca”, consiste na oferta de poucas espécies e de forma intermitente. É possível, porém, obter-se novos produtos como carne desossada, com maior rendimento que a filetagem e sem características especiais, exigindo, no entanto, tecnologia mais complexa e de maior investimento (OETTERER, 2003).

Agregar valor aos produtos da piscicultura vem sendo uma preocupação constante em função do crescimento da mesma a nível nacional em torno de 100 mil toneladas/ano, acreditando-se que 40% a 45% destes seja tilápia. Neste contexto a indústria pesqueira tem partido para novas formas de comercialização

como carcaças de atum e afins para exportação, além de pescado processado a partir de poupa, como os hambúrgueres (MACARI, 2007).

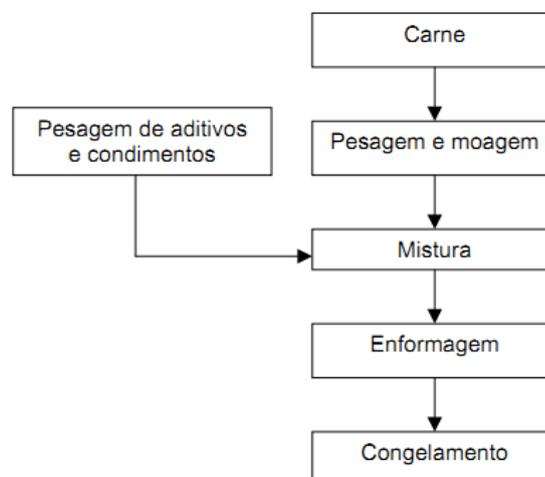
3.2 HAMBÚRGUER DE PESCADO

A expressão “hambúrguer” é a definição para bifés pequenos, redondos, feitos com carne bovina moída temperada com sal e pimenta, originado na região de Hamburgo, Alemanha, sendo assim, seu nome derivativo do bife hamburguês. Já o hambúrguer de peixe é elaborado à base de carne de peixe desossada, sem pele e vísceras, moída temperada e moldada, podendo ser ou não congelado. Pode ser preparado também com aparas de filetagem para reaproveitar a musculatura aderida aos ossos. Esta maneira de preparo diversifica as opções tecnológicas para produtores (BARROS, 2009).

Segundo o “Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrgueres” na instrução normativa nº 20 estabelecido pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento, são definidos os parâmetros: adição máxima de proteína não cárnea na forma agregada de 4%, teor mínimo de carboidratos totais 3%, gordura máxima de 23%, proteína mínima de 15% e teor máximo de cálcio em base seca de hambúrguer cozido 0,45% e nos crus de 0,1% (BRASIL, 2000).

Um esquema simplificado de produção de hambúrguer está apresentado na Figura 3.1.

Figura 3. 1 - Fluxograma de produção de hambúrguer



Fonte: SEBRAE/SENAI, 2000.

3.3 QUINOA

A quinoa (*Chenopodium quinoa*) é uma planta alimentícia da região dos Andes e seu cultivo data de 5000 anos a.C. É um cereal que produz uma semente pequena, comestível, rica em proteínas, vitaminas e minerais (DANELLI, 2010).

A Figura 3.2 apresenta a quinoa em flocos.

Figura 3. 2 – Flocos de semente de quinoa (*Chenopodium quinoa*)



Fonte: Autor.

Apesar de seu consumo estar restrito a alguns países, o potencial do uso como fonte nutricional é elevado. O interesse no seu aproveitamento é reconhecido por órgãos internacionais (BORGES, 2010). A FAO elegeu o ano de 2013 como o ano internacional da quinoa. Diante do desafio alimentar mundial num contexto de mudanças climáticas, a quinoa aparece como uma alternativa para países que sofrem com insegurança alimentar, em função da facilidade de seu cultivo, de se adaptar à seca, a solos pobres e diferentes altitudes (UNOBR, 2012).

Segundo a edição, 93 da revista “Funcionais & Nutraceuticos” a quinoa além de ser ótima fonte de carboidratos de baixo índice glicêmico, vitaminas, minerais e gordura saudável, contém todos os aminoácidos essenciais. Além disso, apresenta quantidade superior de tocoferol, se comparada ao óleo de milho; garantindo maior tempo de conservação devido ao poder antioxidante do γ -tocopherol, também possui elevado teor de vitaminas E riboflavina, substâncias que também apresentam atividade antioxidante, reduzindo a presença de radicais livres e promovendo atividades quelantes de metais e minerais (DANELLI, 2010). Adicionalmente, segundo a mesma edição a quinoa é rica em fibras, ajuda a aumentar a sensação de saciedade durante as refeições, melhora o funcionamento intestinal e favorece o controle dos níveis de colesterol, glicemia e triglicérides no sangue.

Estudos utilizando a quinoa em hambúrgueres já vem sendo realizado a algum tempo. Scheffer (2010) utilizando 18% de quinoa na elaboração de hambúrguer obteve valores de aceitabilidade de 69% para a aparência, 66% para aroma, 67% para sabor e 73% para textura. Dias et al. (2009) avaliaram através de análise sensorial a aceitabilidade de dois tipos de hambúrgueres, um com 20% de quinoa e outro com 40% de quinoa, sendo que o hambúrguer com 20% teve melhor aceitação pelos participantes.

3.4 CHIA

A chia (*Salvia hispanica L.*) é uma planta herbácea que pertence à família das *Lamiaceae* (RAMOS, 2013). Possui semente de forma oval, de tamanho pequeno e de cor castanha, cinza, preta e branca, foi descoberta em terras colombianas e mexicanas há centenas de anos (COSTA, 2011).

Atualmente a chia é cultivada comercialmente por suas sementes, que são ricas em ômega-3, uma excelente fonte de fibras solúveis e antioxidantes. (TOSCO, 2004). Adicionalmente, é rica em minerais tais como cálcio, potássio e ferro e é uma fonte de proteína que fornece todos os aminoácidos essenciais (COSTA, 2012). Além disso, contribuindo de modo determinante para a riqueza nutricional da chia devem referir-se também as vitaminas. Tais como a vitamina A, vitamina C-ácido ascórbico, vitamina B1, vitamina B2 e vitamina B3 (COATES, 2012 apud RAMOS, 2013).

A Figura 3.3 apresenta a semente de chia.

Figura 3.3 – Sementes de chia (*Salvia hispanica* L.)



Fonte: Autor.

Segundo Ramos (2013) a farinha de chia apresenta quantidades apreciáveis de compostos polifenólicos que têm um papel determinante na atividade antioxidante. Estudos destacam a presença de quercitina, canferol e miricitina.

Tosco (2004) afirma que a chia possui habilidade de absorver mais de 12 vezes seu peso de água. O efeito do intumescimento da chia ocorre devido à presença de hidrocarbonetos com grupos polares livres, levando à formação do gel, que quando consumida a semente, a mesma auxilia no aumento no volume das fezes, facilitando os movimentos peristálticos do intestino.

As propriedades físico-químicas e funcionais ligadas a semente de chia são importantes para a fabricação de produtos como sobremesas, bebidas, pães, geleias, biscoitos, emulsões, entre outros (TOMBINI, 2013).

Sousa et al. (2013) em trabalho utilizando chia como coproduto na composição de ácidos graxos em hambúrgueres, verificou uma melhora na composição em ácidos graxos e a qualidade nutricional do produto. A adição do

coproduto de chia é uma alternativa para aumentar os teores de ácido alfa linolênico e obter alimentos nutricionalmente balanceados.

3.5 AMARANTO

O gênero *Amaranthus* compreende varias espécies de plantas dicotiledôneas cujas folhas e sementes são regularmente consumidas como alimento em diversos países (AMAYA-FARFAN et. al., 2005). É cultivado na América a cerca de 5000 a 7000 anos (BECERRA, 2000). No entanto, por não ser nativa no Brasil, a planta e o grão tem sido pouco estudados e seu consumo chega a ser praticamente desconhecido. Existe, entretanto, um esforço técnico-científico desenvolvido pela Embrapa-Cerrados, no sentido de adaptar três espécies graníferas americanas aos solos e ao clima do Cerrado brasileiro (AMAYA-FARFAN et. al., 2005).

A Figura 3.4 apresenta o amaranto em flocos.

Figura 3. 4 – Flocos de semente de amaranto (*Amaranthus*)



Fonte: Autor.

Segundo Capriles (2009) os grãos de amaranto apresentam aproximadamente 15% de proteína, 13% de fibra alimentar, 8% de lipídeos e 4% de cinzas. Apresenta altos teores de ácidos graxos insaturados, representando cerca de 75% do óleo do amaranto, além de esqualeno (5-12%). No entanto a composição pode variar com a variedade e ambiente em que é cultivado.

Em geral as quantidades de minerais do grão são suficientes para satisfazer as recomendações nutricionais diárias, sendo superiores aos cereais comerciais como centeio, arroz e trigo. Os minerais predominantes são cálcio, ferro e fosforo. É um produto isento de glúten, desse modo sua utilização vem sendo recomendada para pessoas celíacas (MARCÍLIO et al., 2005).

Apesar dos benefícios nutricionais e do seu potencial como alimento funcional o amaranto ainda é um alimento pouco difundido no Brasil. No entanto seus grãos têm sido incorporados em diferentes produtos para melhorar o valor nutricional e estimular o seu consumo. Ele pode ser consumido inteiro, cozido ou expandido, ou ainda na forma de farinhas, utilizado como produto substituto de farinhas como a de trigo, arroz ou milho (BIANCHINI, 2010).

3.6 GUABIROBA (*Campomanesia xanthocarpa*)

A Guabiroba é uma planta alimentícia popularmente conhecida e amplamente utilizada, pertence à família *Myrtaceae*, sendo nativa do Brasil e encontrada em quase todas as formações florestais, desde o estado de Minas Gerais até o extremo sul do Rio Grande do Sul. (SANT'ANA, 2012). Os frutos são de formato redondo e de cor verde, quando jovens, e amarelos, suculentos, ácidos e levemente adocicados, quando maduros, apresentando potencial para serem utilizados *in natura* na indústria de alimentos (VALLILO et al., 2008).

Devido a presença de substâncias pécticas o fruto é aproveitado na produção de refrescos, sorvetes e licores, além da produção de doces caseiros. As pectinas são utilizadas na indústria alimentícia e farmacêutica, devido às suas propriedades geleificantes e estabilizantes. Os frutos de guabiroba apresentam propriedades nutricionais devido ao seu alto teor de vitamina C, sais minerais e compostos fenólicos, o que permite considerá-la como um alimento funcional (SANT'ANA, 2012).

A Figura 3.5 apresenta o fruto guabiroba em seu formato *in natura*.

Figura 3. 5 – Fruto de guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*)



Fonte: GUIZILINI, 2010.

VALLILO et al. (2008) afirma que a utilização de frutos desta espécie é promissora como complemento nutricional na dieta, devido ao seu teor de lipídios, carboidratos totais, fibra alimentar, ácido ascórbico (17,8 mg/100 g de fruta), e de minerais essenciais. A guabiroba contém 0,2% (v/m) de óleos essenciais, no entanto os resultados indicam que o conteúdo de óleo volátil e os teores de hidrocarbonetos terpênicos e sesquiterpênicos, bem como os dos minerais, são dependentes de cada espécie botânica.

Segundo ALVES (2013) o teor de fenólicos totais da polpa de guabiroba foi de 1,22 g AGE (ácido gálico equivalente)/100 g, sendo superior aos valores relatados para polpa de frutos tropicais, como a acerola (1,06 g AGE/100 g) e o camu-camu (1,17 g AGE/100 g), e em polpas de frutos procedentes do Cerrado, como murici (0,33 g AGE/100 g) e marolo (0,74 g AGE/100 g). O conteúdo de compostos fenólicos totais do resíduo de guabiroba foi de 1,78 g AGE/100 g, resultado superior aos valores observados para casca de jatobá (*Hymenaea courbaril*) (1,71 g AGE/100 g) e semente de araçá-boi (*Eugenia estipitata*) (1,62 g AGE/100 g).

Ainda segundo ALVES (2013) o valor observado de atividade antioxidante da polpa de guabiroba (107,96 $\mu\text{mol TE/g}$) foi próximo dos valores relatados

para atividade antioxidante, pelo método ABTS, (método utilizado para determinar a capacidade antioxidante *in vitro* Sucupira, 2012) de polpa de frutos como puçá-preto (125 $\mu\text{mol TE/ g}$) e murici (131,58 $\mu\text{mol TE/ g}$). A atividade antioxidante do resíduo de guabiroba (197,13 $\mu\text{mol TE/ g}$) foi superior à da polpa e à relatada para casca de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) (65,3 $\mu\text{mol TE/ g}$).

No organismo humano, os compostos fenólicos podem atuar na eliminação de radicais livres, proteção de antioxidantes dietéticos (vitamina E e C) e complexação de íons metálicos, promovendo benefícios adicionais à saúde (SOUSA, 2013). Devido tais propriedades, foi sugerido seu uso nos setores alimentício e farmacêutico. Considerando as características físicas, nutricionais e funcionais da guabiroba, é recomendado o consumo deste fruto e a inserção de seus resíduos na alimentação, de forma adequada, para contribuir com a ingestão diária de antioxidantes e proteção do organismo contra os danos oxidativos (ALVES, 2013).

3.7 DETERIORAÇÃO DE PESCADO

O termo deterioração refere-se às alterações que ocorrem no alimento, tornando-o menos palatável ou até mesmo impróprio para consumo. Essas alterações, geralmente, se caracterizam por mudanças no sabor, odor, aparência ou textura (VIEIRA et. al. 2013). O pescado é extremamente perecível devido às características intrínsecas de sua carne, como: elevada atividade de água, composição química, teores de gorduras insaturadas facilmente oxidáveis e, principalmente ao pH próximo da normalidade (FOGAÇA e SANT'ANA, 2009).

Após a morte do animal, o músculo não se converte em carne. Uma reserva limitada de nutrientes, na forma de glicogênio muscular, segue possibilitando a síntese de Adenosina trifosfato (ATP) e então se estabelecem os fenômenos *post mortem*. Ocorre o enrijecimento da carne e o aumento da acidez. (OETTERER, 2003).

De acordo com o grau de utilização do ATP remanescente no músculo *post mortem* e o grau de contração muscular, as alterações no pescado ocorrem em três etapas: pré-rigor mortis, rigor mortis e pós-rigor mortis. A fase de pré-rigor é compreendida entre a morte do animal e o início da contração muscular. O rigor mortis está associado aos estágios iniciais de deterioração do pescado e pode ser

considerado como uma contração muscular irreversível. É caracterizada pelo desenvolvimento de uma condição de rigidez e inflexibilidade no músculo, o que ocorre quando o pH do músculo diminui, estando associado à formação do complexo actomiosina no músculo do peixe. Na fase de pós-rigor, a carne torna-se gradualmente mais macia e sensorialmente aceitável durante o progresso da maturação, porém é nesta fase que começam a aparecer sinais de deterioração (VIEIRA et. al. 2013). Esses processos deteriorativos envolvem a atividade enzimática, a rancificação de gorduras e a ação de micro-organismos presentes em sua superfície, guelras e trato intestinal (FOGAÇA e SANT'ANA, 2009).

A mais importante alteração química deteriorativa é causada pela oxidação lipídica. No pescado, a maioria dos lipídeos como os triglicerídeos e fosfolípidos contém ácidos graxos altamente insaturados suscetíveis à oxidação (rancidez), formando compostos que apresentam *flavors* característicos. Estes compostos também causam alteração na cor e são muito reativos com outros compostos (NEIVA, 2003). Essas alterações na qualidade do pescado ocorrem mesmo quando estocados sob congelamento, pois esse método de conservação não interrompe completamente as reações de oxidação (CAMPOS, 2009).

A oxidação na carne é influenciada pelo ambiente em que se encontram os lipídios. No peixe inteiro o oxigênio se difunde através da pele e, particularmente em espécies com peles mais densas, a concentração de oxigênio junto aos lipídios é reduzida. Ao contrário, quando os lipídios estão livremente expostos à atmosfera, como em superfícies cortadas (filés) ou muito subdivididas, como na CMS (carne mecanicamente separada), a oxidação se processa rapidamente. A desidratação que ocorre na estocagem sob congelamento também propicia o acesso do oxigênio aos lipídeos e promove a autooxidação (NEIVA, 2003).

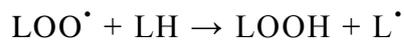
No músculo, a rancificação da gordura é causada por compostos químicos ou espécies reativas ao oxigênio que causam quebra das ligações duplas nas frações fosfolipídicas das membranas celulares. Isto prejudica sua fluidez e altera sua função como barreira semipermeável devido à perda de ácidos graxos poli-insaturados essenciais (AGPI) e à formação de hidroperóxidos, aldeídos e outros produtos tóxicos secundários (FOGAÇA e SANT'ANA, 2009).

Segundo Fogaça e Sant'Ana (2009) a autooxidação pode ser dividida em três fases: iniciação, propagação e terminação, onde a iniciação é a reação que

envolve a geração de um radical livre (L[•]) a partir de um ácido graxo insaturado (LH). Essa fase é muito lenta e depende de um iniciador (I), representado pelo calor, metais e certas enzimas catalisadoras.



Propagação: A propagação inicia-se pela ação de uma espécie reativa que retira um átomo de hidrogênio do carbono central de uma estrutura pentadieno encontrada nas cadeias de ácidos graxos que contenham mais de uma ligação dupla. Ao contrário de sua molécula original o radical lipídico gerado reage rapidamente com o oxigênio da atmosfera, formando um radical peróxido que novamente retirará um hidrogênio de outra cadeia acil, resultando em um hidroperóxido e uma nova espécie reativa ao oxigênio, conforme as reações abaixo.



Terminação: Essa propagação continua até que o radical peróxido seja removido por uma reação com outro radical, formando produtos inativos ou não radicais.



Os íons metálicos são muito importantes no processo inicial da autooxidação lipídica, pois catalisam a formação de espécies reativas do oxigênio (EROS) como radicais hidroxilas (OH[•]). Este radical reage imediatamente com lipídios e outras moléculas que estão próximas a onde ele foi gerado. Os hidroperóxidos formados são rapidamente quebrados, em oxidações secundárias, produzindo aldeídos, cetonas, álcoois e ácidos carboxílicos que dão às carnes odores característicos e, em alguns casos, coloração amarelada (FOGAÇA e SANT'ANA, 2009).

3.8. MÉTODOS DE ANÁLISE DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA

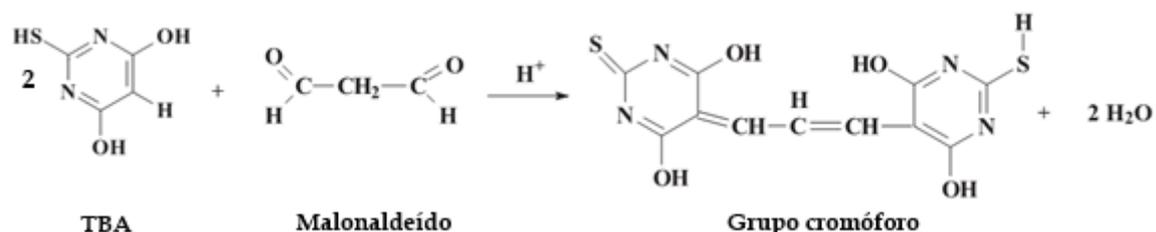
Muitos métodos químicos e físicos têm sido propostos para quantificar a formação dos compostos resultantes da oxidação lipídica em carnes (FOGAÇA e

SANT'ANA, 2009). Testes como o índice de peróxidos, ácidos graxos livres, anisidina, Kreis, TBA (ácido 2-tiobarbitúrico), valor tottox (valor total de oxidação) e compostos voláteis são utilizados no controle da qualidade de óleos, gorduras e produtos que os contenham, por fornecerem informações valiosas e essenciais a respeito do estado oxidativo, na predição da rancidez do alimento analisado. No entanto o método usual na avaliação da oxidação de lipídios em carnes e produtos cárneos é o teste de TBA, devido à simplicidade e rapidez (OSAWA et al., 2005).

O teste do TBA e o teste de para-anisidina medem o total de carbonilas (malonaldeído), ou compostos seletivos de carbonila e a ocorrência de odores do *off flavour* devido à formação de produtos voláteis de decomposição de hidroperóxidos (CAVA, 2007).

O teste de TBA quantifica o malonaldeído (MDA), um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poli-insaturados, formado durante o processo oxidativo – o MDA é um dialdeído de três carbonos, com grupos carbonilas nos carbonos C-1 e C-3. (SILVA et al., 1999; OSAWA et al., 2005; ELIAS, 2007; CAVA, 2007; FOGAÇA e SANT'ANA, 2009; SUCUPIRA et al. 2012). É um teste altamente empírico e foi sugerido primeiramente por Patton, Keeney e Kurtz, em 1951, para leites e produtos lácteos (OSAWA et al., 2005). A reação envolve o ácido 2-tiobarbitúrico com o malonaldeído (Figura 3.6), produzindo um composto de cor vermelha, medido espectrofotometricamente entre 532 a 535 nm (SILVA et al. 1999).

Figura 3. 6 – Reação do teste de TBA entre o ácido 2-tiobarbitúrico e o malonaldeído.



Fonte: OSAWA et al., 2005; SILVA et al. 1999

A formação do composto TBA-MDA, na proporção de 2:1, é possivelmente iniciada pelo ataque nucleofílico, envolvendo o carbono 5 do TBA e o carbono 1 do MDA, seguido de desidratação e reação similar subsequente do composto

intermediário com uma segunda molécula de TBA, na proporção de 1:1. A quantificação de malonaldeído é feita a partir de curvas de calibração construídas com concentrações conhecidas de malonaldeído. Os padrões mais frequentemente utilizados são 1,1,3,3-tetrametoxipropano (TMP) e 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP) que, nas condições ácidas do teste, sofrem hidrólise, resultando na liberação do malonaldeído. Os resultados são expressos em unidades de absorvância por unidade de massa de amostra ou em “valor de TBA” ou “número de TBA”, definidos como a massa, em mg, de malonaldeído por kg de amostra (OSAWA et al., 2005, CAVA, 2007).

Particularmente para carnes, pescados e derivados, a informação do número de TBA é bastante relevante. Na elaboração de produtos cárneos, processos que incluem moagem, homogeneização e cozimento favorecem a formação do malonaldeído, sendo fundamental o emprego do teste na avaliação na qualidade do produto final (CAVA, 2007).

4 MATERIAS E MÉTODOS

4.1 MATÉRIA PRIMA

As matérias primas utilizadas foram: (i) Filé de Tilápia (Agropeixes Casagrande, São Carlos-SC), (ii) sal iodado (Moscal Com. e Serv. Salineiros Ltda), (iii) pimenta branca moída (Yoki Alimentos Ltda, Cambará-PR), (iv) alho desidratado (Geriba Alimentos Ltda, Cascavel-PR), (v) cebola desidratada (Camartins Comercio de Alimentos Ltda, Cascavel-PR), (vi) ervas finas (Geriba Alimentos Ltda, Cascavel-PR), (vii) fonte de proteína não cárnea: proteína texturizada de soja (Vitão Industria de Alimentos Ltda, Curitiba-PR), (viii) quinoa (Vitalin Alimentos, Jaraguá do Sul-SC), (ix) chia (Vitalin Alimentos, Jaraguá do Sul-SC), (x) amaranto (Vitale Produtos Naturais Ltda, Chapecó-SC) e (xi) resíduo de guabiroba.

4.2. EQUIPAMENTOS

Os equipamentos utilizados foram: (i) estufa, (ii) mufla, (iii) bloco digestor, (iv) capela, (v) vortex, (vi) destilador de Kjeldahl, (vii) centrífuga, (viii) forno a gás, (ix) pHmetro, (x) medidor de atividade de água, (xi) espectrofotômetro, (xii) autoclave, (xiii) freezer, (xiv) chapa elétrica, (xv) balança analítica, (xvi) paquímetro e (xvii) moedor de carne.

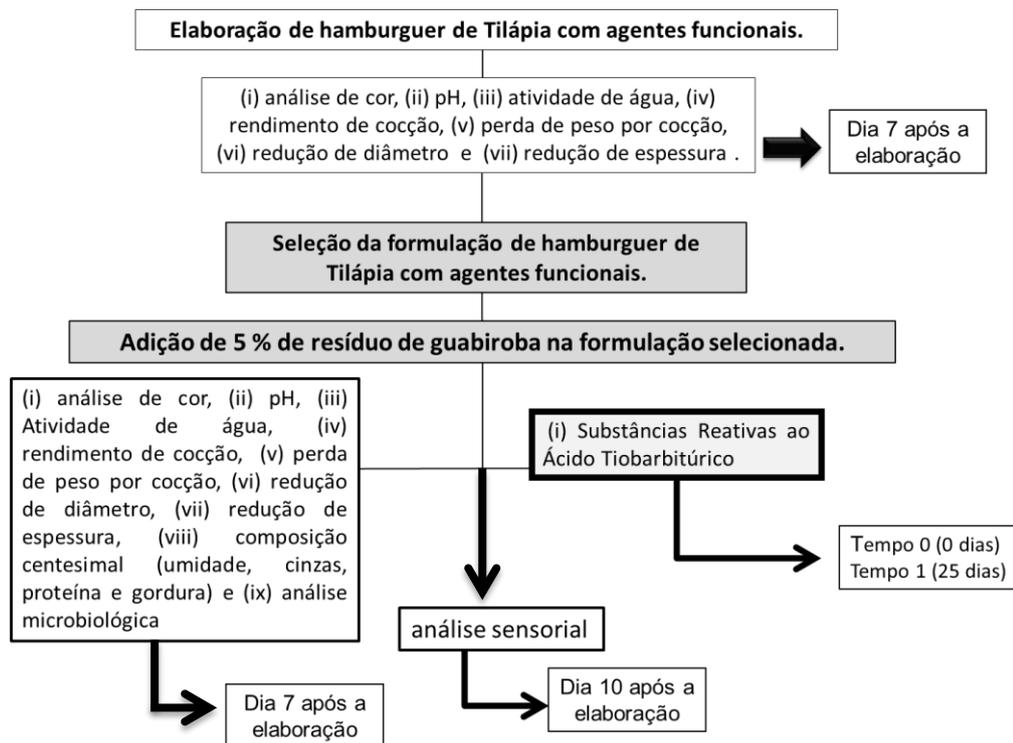
4.3. REAGENTES

Os reagentes utilizados foram: (i) ácido sulfúrico P.A., (ii) hidróxido de sódio P.A., (iii) sulfato de cobre P.A., (iv) sulfato de potássio P.A., (v) clorofórmio P.A., (vi) metanol P.A., (vii) cloreto de potássio P.A., (viii) ácido tricloroacético P.A., (ix) ácido tiobarbitúrico P.A. e (x) 1-butanol P.A.

4.4 FLUXOGRAMA DO PROCESSO

No fluxograma (Figura 4.1) apresenta à ordem e os períodos aos quais foram realizadas as análises dos hambúrgueres.

Figura 4. 1 - Fluxograma das atividades realizadas durante o trabalho.



O projeto foi dividido em três etapas, onde a primeira etapa foi a elaboração e caracterização de hambúrguer de Tilápia com ingredientes funcionais, onde foram elaboradas quatro formulações, sendo elas: (F1) formulação base com proteína texturizada de soja (PTS), (F2) PTS + Amaranto, (F3) PTS + Chia e (F4) PTS + Quinoa.

As formulações dos hambúrgueres com ingredientes funcionais foram caracterizadas quanto (i) análise de cor, (ii) pH, (iii) atividade de água (Aw), (iv) rendimento de cocção (RC), (v) perda de peso por cocção (PPC), (vi) redução de diâmetro (%RD) e (vii) redução de espessura (%RE). Todas as análises foram realizadas em quadruplicatas após 7 dias de congelamento.

Na segunda etapa o hambúrguer de tilápia com agente funcional que obteve o melhor resultado na etapa anterior quanto aos parâmetros físico-químicos, foi selecionado para elaboração com a adição de resíduo de guabiroba, sendo elaborado da mesma forma apresentada na Tabela 1, porém foi adicionando 5% (m/m) de resíduo de guabiroba. Para verificar o efeito da adição do resíduo foi elaborada uma formulação controle (sem o resíduo).

Os hambúrgueres com e sem resíduo foram caracterizados quanto: (i) análise de cor, (ii) pH, (iii) atividade de água (Aw), (iv) rendimento de cocção

(%RC), (v) perda de massa na cocção (%PPC), (vi) redução de diâmetro (%RD), (vii) redução de espessura (%RE), (viii) perda de massa por congelamento, (ix) composição centesimal (umidade, cinzas, lipídios, fibras e proteína), (xii) análise microbiológica e (x) análise sensorial. As análises foram realizadas após 7 dias de congelamento, com exceção da análise sensorial que foi realizada após 10 dias.

Na terceira etapa para verificar o efeito da adição do resíduo de guabiroba no perfil lipídico, os hambúrgueses de Tilápia foram caracterizados quanto: (i) oxidação de lipídeos (Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico) Os hambúrgueses foram avaliados no tempo 0 (sem terem sido congelados) e tempos 1 (25 dias - congelado).

4.5 ELABORAÇÃO DE HAMBÚGUER DE TILÁPIA COM AGENTES FUNCIONAIS

Os filés de tilápia foram higienizados com água gelada por 10 min, e então os mesmos foram moídos em um moedor de carne elétrico (G.Paniz, Caxias do Sul-RS) com disco de 7,9 mm de orifício previamente higienizado. Os hambúrgueses de tilápia foram então elaborados segundo metodologia proposta por Hautrive et al. (2008) e Bueno et al. (2007) com modificações. As porcentagens dos ingredientes estão apresentadas na Tabela 4.1.

Todas as formulações foram misturadas manualmente utilizando luvas de látex, até a obtenção de uma massa homogênea e moldada com moldeira manual para hambúrguer de 11 cm de diâmetro obtendo hambúrgueses com massa líquida de 100 g cada e embalados individualmente em embalagem de polietileno de alta densidade, acondicionadas em bandejas de poliestireno e armazenadas à $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Tabela 4.1 - Matéria-prima utilizada para as formulações dos hambúrgueres

Ingredientes	Formulação			
	01	02	03	04
Polpa de pescado (g)	750,00	750,00	750,00	750,00
Sal (%)	0,56	0,56	0,56	0,56
Pimenta branca moída (%)	0,16	0,16	0,16	0,16
Alho desidratado (%)	0,45	0,45	0,45	0,45
Cebola desidratada (%)	0,45	0,45	0,45	0,45
Ervas finas (%)	0,15	0,15	0,15	0,15
Gelo moído (%)	5,4	5,4	5,4	5,4
PTS (%)	4,00	4,00	4,00	4,00
Amaranto (%)	-----	20,00	-----	-----
Chia (%)	-----	-----	20,00	-----
Quinoa (%)	-----	-----	-----	20,00

4.6 ELABORAÇÃO DE HAMBÚRGUER DE TILÁPIA COM AGENTE FUNCIONAL ADICIONADO DE RESÍDUO DE GUABIROBA

O hambúrguer de Tilápia com agente funcional selecionado adicionado de resíduo de guabiroba (5% m/m) foi elaborado na mesma maneira que na etapa anterior (item 4.3). Para verificar o efeito da adição do resíduo, também foi elaborada uma formulação controle (sem o resíduo).

4.7 PROCESSO DE COCÇÃO

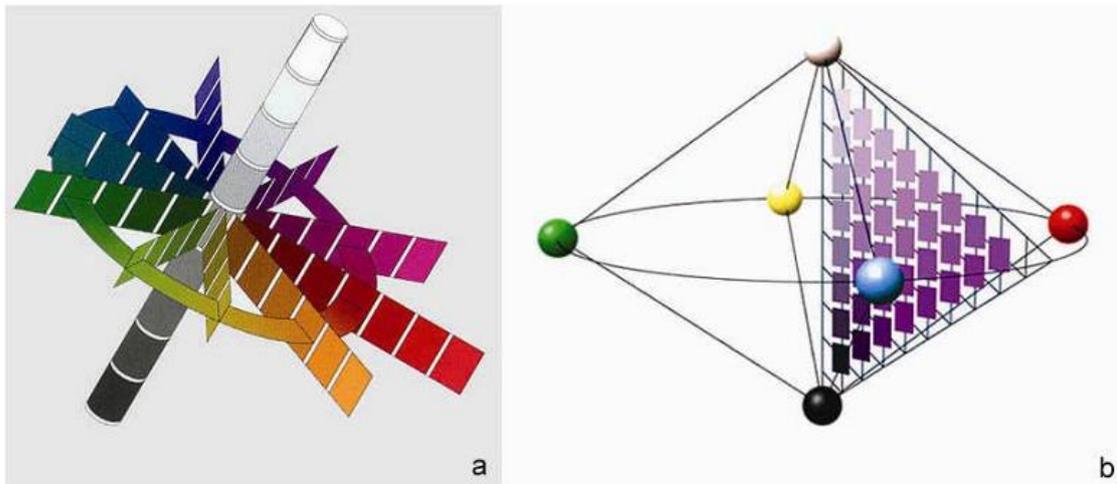
Os hambúrgueres de Tilápia (n=4) foram assados por aproximadamente 1 h e 15 min em forno doméstico a gás (Eletrolux 52SX, São Carlos-SP) pré-aquecido por 10 min a temperatura média de 150°C. A temperatura foi monitorada no centro do produto até atingir a temperatura final de 71°C (TAVARES e SERAFIM, 2006), com auxílio de um Termometro tipo vareta (Icel Td-100, Brasil) (SEABRA, 2002). Após a cocção, os hambúrgueres foram esfriados em temperatura ambiente por 1h para posterior análise.

4.7.1 Análise de cor

Para determinação da cor, os resultados foram expressos pelo sistema CIE $L^*a^*b^*$. Segundo Del Bem et. al. (2012, p.104) o parâmetro L indica a luminosidade, onde L=0 indica coloração preta e L=100 indica coloração branca. Os valores de croma próximos ao zero são indicativos de cores mais neutras

(branco e/ou cinza) e aqueles ao redor de 60 indicam cores mais vívidas e/ou intensas. Os resultados para ângulo Hue indicam atributo da cor vermelha a 0° , amarelo a 90° , verde a 180° e azul a 270° . A Figura 02 representa esquematicamente como é a relação entre os parâmetros L^* , ângulo hue e Croma.

Figura 4. 2 - Representações tridimensionais dos espaços de cor dos sistemas Munsell (a) e NCS (Natural Colour System) (b)



Fonte: BIRREN, 1969.

A análise colorimétrica foi realizada utilizando colorímetro (Minolta CR-400, Osaka, Japão). O colorímetro foi direcionado para a amostra analisada e as leituras foram realizadas em quatro locais diferentes do hambúrguer. A análise de cor foi realizada no hambúrguer cru e assado. (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

4.7.2 Análise de pH

A determinação de pH foi realizada segundo metodologia descrito pelo Instituto Adolfo Lutz, (2008).

4.7.3 Atividade de água

A atividade de água (A_w) foi determinada utilizando o equipamento Aqualab (Novasiva AG, Suíça) segundo metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz, (2008).

4.7.4 Rendimento de cocção (RC)

O percentual de rendimento na cocção foi calculado pela diferença entre o peso da amostra crua e da assada, de acordo com adaptação de Seabra, (2002).

Para cálculo o calculo foi utilizada a Equação (4.1)

$$\% \text{ rendimento} = \frac{\text{massa da amostra assada}}{\text{massa da amostra crua}} * 100 \quad (4.1)$$

4.7.6 Perda de massa por cocção (PPC)

A PPC foi calculada usando a Equação (4.2). Adaptado de Rodrigues, (2012).

$$\% \text{ PPC} = \frac{\text{massa hambúrguer crú} - \text{massa hambúrguer assado}}{\text{peso hambúrguer crú}} * 100 \quad (4.2)$$

4.7.7 Redução de diâmetro (RD)

A medição do diâmetro foi realizada com auxílio de um paquímetro digital (Insize-1112, China), considerando 3 medidas de diâmetro em diferentes pontos. Metodologia adaptada de Seabra, (2002).

O calculo foi realizado de acordo com a Equação (4.3)

$$\% \text{ redução} = \frac{\text{diam. hambúrguer crú} - \text{diam. hambúrguer assado}}{\text{diam. hambúrguer crú}} * 100 \quad (4.3)$$

4.5.8 Redução de espessura (RE)

A medição da espessura foi realizada com auxílio de um paquímetro (Insize-1112, China), considerando 4 medidas de espessura em diferentes pontos. Metodologia adaptada de Seabra, (2002).

O calculo será realizado de acordo com a Equação (4.4)

$$\% \text{ redução} = \frac{\text{espes. hambúrguer crú} - \text{espes. hambúrguer assado}}{\text{espes. hambúrguer assado}} * 100 \quad (4.4)$$

4.7.9 Determinação de Umidade

A determinação da umidade foi realizada segundo metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz, (2008).

4.7.10 Determinação de lipídios

Determinação de lipídios totais foi realizada segundo método de Bligh-Dyer modificado descrita pelo Instituto Adolfo Lutz, (2008).

4.7.11 Determinação de cinzas

A determinação de cinzas foi realizada segundo metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz, (2008).

4.7.12 Determinação de Fibras

A determinação de fibras foi realizada segundo metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz, (2008).

4.7.13 Determinação de Proteína

Determinação de proteínas foi realizada pelo método de Kjeldahl descrita pelo Instituto Adolfo Lutz, (2008)

4.7.14 Oxidação de lipídios

4.7.14.1 Determinação de TBARS

Mediu-se aproximadamente 1 g da amostra previamente triturada em tubo de ensaio. Adicionou-se 5,0 mL de cloreto de potássio 1% e homogeneizou-se em vortex (Marconi – MA- 162, Brasil) por 2 min até a completa dissolução da amostra. Centrifugando (Hermile Z36HJ, Alemanha) então a mistura por 10 min à 4000 rpm. Posteriormente transferiu-se 1,0 mL do sobrenadante para um tubo de ensaio, adicionando 250 µL de ácido tricloroacético 30% (m/v), 500 µL de ácido tiobarbitúrico 0,8% (m/v) e água destilada suficiente para completar o volume final de 2,0 mL. Após a adição de cada componente a mistura foi novamente homogeneizada em vortex seguindo a sequência indicada acima. Os tubos foram então aquecidos em banho maria fervente por 30 minutos. Após o processo de aquecimento, adicionou-se sobre a mistura 5,0 mL de 1-butanol, homogeneizado

em vortex durante 2 min e centrifugado a mistura a 4000 rpm durante 15 min. Mediu-se então em espectrofotômetro (Thermo Scientific, China) a absorvância da fase orgânica em 535 nm.

4.7.15 Análise microbiológica

4.7.15.1 Determinação de Coliformes totais e termotolerantes à 45°C

A qualidade microbiológica foi avaliada por contagem de coliformes totais e coliformes termotolerantes a 45°C segundo metodologia descrita pela APHA, (KORNACKI & JOHNSON, 2001).

4.7.15.2 Determinação de *Estafilococos* coagulase positiva

A determinação de *Estafilococos* coagulase positiva foi realizada segundo metodologia APHA - 2001 pelo laboratório de análise de alimentos LENALI, localizado na rodovia BR 467 - Km 07 na cidade de Cascavel-PR, sob numero de pedido 00141449 e 00141450.

4.7.15.3 Pesquisa de *Salmonela* sp

A pesquisa de *Salmonela* foi realizada segundo metodologia AOAC 2013.09 pelo laboratório de análise de alimentos LENALI, localizado na rodovia BR 467 - Km 07 na cidade de Cascavel-PR, sob numero de pedido 00141449 e 00141450.

4.7.16 Análise sensorial

Para a realização da análise sensorial, o trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) o qual teve parecer de liberado sob o numero CAAE: 33713214.4.0000.5564.

Antes da análise sensorial os provadores foram devidamente esclarecidos quanto à amostra a ser avaliada, sendo que para efetuar a analise os mesmos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (ANEXO III).

As amostras de hambúrgueres foram submetidas à análise sensorial imediatamente após a cocção. Na análise sensorial foi aplicado o teste afetivo e o

de intenção de compra para 50 julgadores não treinados, os quais receberam as amostras dos tratamentos uma de cada vez, segundo metodologia descrita por Seabra (2002).

Os atributos analisados para o teste afetivo foram aparência, cor, aroma, sabor e textura, com uma escala hedônica de 9 pontos (1 desgostei extremamente e 9 gostei extremamente) (ANEXO I). O teste de intenção de compra foi aplicado utilizando escala de 5 pontos (5=eu certamente compraria o produto, 1= eu certamente não compraria o produto) (ANEXO II), segundo metodologia adaptada de Hautrive, (2008).

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram representados nas tabelas de resultados como média \pm desvio padrão da média. O cálculo da média é dada pela Equação (4.5) e o desvio padrão da média é dado por (4.7), conforme Equações da Tabela 4.3, descritas por Voulo (1996).

Figura 4. 3 – Equações usadas para determinação da média e erro padrão da média.

Valor médio verdadeiro	Desvio padrão do conjunto de medições	Desvio padrão do valor médio
$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n - 1}}$	$\sigma_m \cong \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
(4.5)	(4.6)	(4.7)

Fonte: VUOLO, 1996.

O coeficiente de variação (CV) foi calculado como a razão do desvio padrão do valor médio (Equação 4.7) e o valor médio (Equação 4.5). Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para determinar diferenças significativas com 95 % de significância ($p < 0,05$). A comparação de médias foi realizada usando o Teste de Tukey. As diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0,05$. Os dados foram analisados usando o *software* – Statistica 8.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ELABORAÇÃO DE HAMBÚRGUER DE TILÁPIA COM AGENTES FUNCIONAIS

A formulação de cada hambúrguer de tilápia apresentou características bem distintas devido a terem sido elaboradas com ingredientes funcionais com características variadas. A massa obtida com a utilização da chia apresentou maior dificuldade de emulsão, devido talvez à oleaginosa se apresentar na forma de sementes (Figura 3.3). Além disso, a massa ficou mais escura em virtude da coloração bem escura da mesma, característica esta que foi essencial para a coloração do hambúrguer de tilápia.

Já a formulação com quinoa e amaranto apresentaram características de massa semelhantes, devido aos dois agentes se apresentarem em forma de flocos (Figuras 3.2 e 3.4), o que facilitou no processo de homogeneização. No entanto o amaranto gerou um produto melhor emulsionado, formando uma liga resistente ao produto final.

5.1.1 Análise Colorimétrica

A análise de cor dos hambúrgueres com os diferentes agentes funcionais cru e assados, para os parâmetros L^* , a^* , b^* , Croma e Ângulo hue, estão apresentados na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 Valores de Luminosidade (L*), a*, b*, croma e ângulo hue para as formulações com agente funcional.

FORMULAÇÕES	HAMBÚRGUER	
	CRU	ASSADO
L*		
Chia	45,86 ± 0,03 ^{bb}	49,36 ± 0,05 ^{dA}
Amaranto	59,61 ± 0,05 ^{aB}	53,49 ± 0,04 ^{cA}
Quinoa	64,05 ± 0,09 ^{aB}	57,19 ± 0,01 ^{bA}
Padrão	46,66 ± 0,04 ^{bb}	62,95 ± 0,07 ^{aA}
a*		
Chia	1,87 ± 0,01 ^{abB}	2,53 ± 0,02 ^{bcA}
Amaranto	2,21 ± 0,01 ^{aB}	4,19 ± 0,07 ^{abA}
Quinoa	1,57 ± 0,01 ^{bB}	3,24 ± 0,02 ^{aA}
Padrão	1,96 ± 0,01 ^{abA}	1,79 ± 0,01 ^{cA}
b*		
Chia	8,74 ± 0,02 ^{cB}	18,16 ± 0,07 ^{cA}
Amaranto	16,10 ± 0,02 ^{aB}	25,12 ± 0,02 ^{aA}
Quinoa	17,08 ± 0,03 ^{aB}	26,37 ± 0,36 ^{aA}
Padrão	11,37 ± 0,03 ^{bb}	21,64 ± 0,03 ^{bA}
Ângulo Hue		
Chia	77,64 ± 0,02 ^{cB}	81,57 ± 0,04 ^{bcA}
Amaranto	82,10 ± 0,03 ^{bA}	80,5754 ± 0,03 ^{cA}
Quinoa	84,72 ± 0,02 ^{aA}	82,9960 ± 0,04 ^{bA}
Padrão	80,22 ± 0,05 ^{bb}	85,3723 ± 0,03 ^{aA}
Croma		
Chia	8,94 ± 0,02 ^{cB}	18,33 ± 0,07 ^{cA}
Amaranto	16,24 ± 0,02 ^{aB}	25,49 ± 0,02 ^{aA}
Quinoa	17,15 ± 0,03 ^{aB}	26,57 ± 0,03 ^{aA}
Padrão	11,53 ± 0,03 ^{bb}	21,69 ± 0,03 ^{bA}

* Média e desvio padrão de quadruplicatas. ^{a-d} Médias com letras minúsculas iguais, numa mesma coluna, não diferem ao nível de $P \leq 0.05$. ^{A-B} Médias com letras maiúsculas iguais, numa mesma linha, não diferem ao nível de $P \leq 0.05$.

O parâmetro luminosidade L* para as amostras cruas, demonstrou que não houve diferença estatística entre as formulações com chia e a padrão e entre as formulações com amaranto e quinoa, sendo que após processo de assamento a mesma diferença foi observada. Verificou-se também que as formulações com chia e padrão mais escuras (menor valor de L*) quando cruas, após o processo de assamento se tornaram mais claras (maior valor de L*). Sendo que o processo inverso foi observado para as formulações com amaranto e quinoa.

Para três das formulações com ingredientes funcionais o parâmetro a* se elevou com o assamento, ficando o mesmo mais próximo da cor vermelha, esse fenômeno só não foi verificado na formulação padrão onde não houve diferença estatística no valor do parâmetro a*. Desta forma, pode-se relacionar a presença

dos ingredientes funcionais com a intensificação da cor do produto final, ou seja, os carboidratos presentes nos ingredientes funcionais intencificaram a reação de maillard que ocorreu processo de assamento para todos os hambúrgueres.

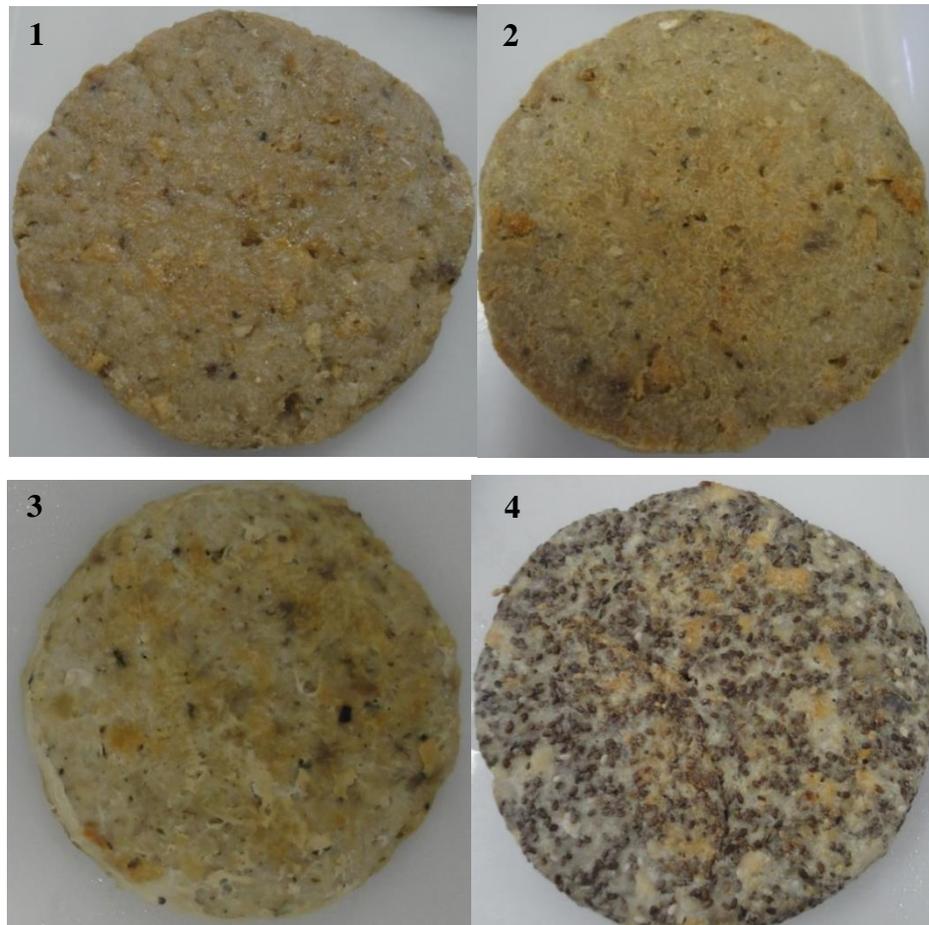
Já para o parâmetro b^* todas as formulações apresentaram um acréscimo em seu valor, após o assamento, ficando o valor mais próximo da cor amarela.

O processo de assamento afetou significativamente a intensidade da cor (croma ou índice de saturação), verificando para todas as formulações um acréscimo em seu valor. Sendo que todas as formulações tenderam a ficar próximas do eixo amarelo (valor de ângulo hue 90°) após o assamento.

Verificou-se também que os agentes funcionais geraram significativa alteração nas variáveis colorimétricas, modificando claramente os resultados obtidos entre as formulações. Como pode ser observado na Figura 5.1.

Assim, o procedimento de assamento alterou significativamente a cor dos hambúrgueres. O hambúrguer cru se apresentava mais claro (valor de L^* mais alto), com uma cor menos amarela (menor valor de b^*) e menos intensa (croma mais baixo). Os resultados obtidos para os hambúrgueres assados estão de acordo com a literatura, Bayne, (2014) trabalhando com variação no processo de cocção de hambúrguer de tilápia obteve após o processo de assamento resultados de 65,5 para L^* , 2,6 para a^* , 21,5 para b^* , 21,7 para croma e 83,1 para valor de ângulo hue.

Figura 5.1 - Hambúrgueres com a adição de agente funcional (1-amaranto, 2-quinoa, 3-padrão e 4-chia) após o processo de assamento.



Fonte: Autor.

5.1.2 Leitura do pH

Na Tabela 5.2 estão apresentados os valores de pH obtidos para as quatro formulações de hambúrguer cru e assado.

Tabela 5.2- Leitura do pH para as quatro formulações de hambúrguer cru e assado.

FORMULAÇÕES	CRU	ASSADO
Chia	6,4 ± 0,1 ^{bA}	6,4 ± 0,1 ^{cA}
Amaranto	6,5 ± 0,1 ^{aB}	6,6 ± 0,1 ^{aA}
Quinoa	6,5 ± 0,1 ^{aA}	6,5 ± 0,1 ^{bA}
Padrão	6,4 ± 0,1 ^{bB}	6,5 ± 0,1 ^{bA}

*Média e desvio padrão de triplicatas. ^{a-b}Médias com letras minúsculas iguais, numa mesma coluna, não diferem ao nível de P>0.05. ^{A-B}Médias com letras maiúsculas iguais, numa mesma linha, não diferem ao nível de P>0.05.

Para os hambúrgueres crus, as formulações com amaranto e quinoa não apresentaram diferença estatística e as formulações com chia e a padrão também não diferiram entre si. Já para os hambúrgueres assados, apenas as formulações com quinoa e padrão não diferiram entre si. Ao comparar o efeito do processo de cocção nos hambúrgueres verificou-se que apenas as formulações elaboradas com amaranto e a padrão diferiram estatisticamente entre os estados cru e assado.

Essa diferença entre os pHs das formulações pode se dar em virtude da interação entre os agentes funcionais e os ingredientes utilizados na formulação do hambúrguer de peixe

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 5.2, pode-se observar que o pH do hambúrguer de tilápia cru ficou entre 6,4 e 6,5. Trabalho realizado por Silva e Fernandes (2010) com aproveitamento da Corvinha (*Argyrosomus regius*) para elaboração do hambúrguer de tilápia obteve valores de 6,5 para pH. Segundo o autor valores de pH como este, indicam frescor do produto, elaborado a partir de matéria-prima em perfeitas condições de consumo.

Os resultados obtidos neste trabalho para o índice de pH foi semelhante ao encontrado por Sales; Cól e Souza, (2012) em sua pesquisa, onde o mesmo encontrou um valor de 6,5 para o pH em hambúrgueres elaborados a partir de carne de caranha. Bayne, (2014) ao estudar o efeito do congelamento sobre as propriedades de hambúrguer de tilápia encontrou valores de pH de 6,3 com 2 meses de armazenamento e valores de 6,4 com período de 6 meses. A mesma autora ao estudar o efeito do método de cocção (assado e grelhado) nos hamburguers de tilápia observou um aumento do pH de 6,1 (cru) para 6,3 (assado e grelhado)

5.1.3 Leitura da Atividade de Água (Aw)

Na Tabela 5.3 estão apresentados os valores para a atividade de água (Aw) das diferentes formulações de hambúrgueres.

Tabela 5.13 - Leitura da Aw para as quatro formulações de hambúrguer cru e assado.

FORMULAÇÕES	CRU	ASSADO
Chia	0,97 ± 0,01 ^{aA}	0,97 ± 0,01 ^{aA}
Amaranto	0,97 ± 0,01 ^{aA}	0,97 ± 0,01 ^{aA}
Quinoa	0,97 ± 0,01 ^{aA}	0,97 ± 0,01 ^{aA}
Padrão	0,97 ± 0,01 ^{aA}	0,97 ± 0,01 ^{aA}

* Média e desvio padrão de triplicatas. ^{a-b}Médias com letras minúsculas iguais, numa mesma coluna, não diferem ao nível de P>0.05. ^{A-B}Médias com letras maiúsculas iguais, numa mesma linha, não diferem ao nível de P>0.05.

Verifica-se a partir da Tabela 5.3 que não houve diferença estatística para entre os resultados obtidos nas diferentes formulações. Este fato também ocorreu entre o hambúrguer cru e assado

Jamas (2012) em trabalho avaliando a adição de amido de mandioca na formulação de hambúrguer de peixe, obteve valores de atividade de água entre 0,96 e 0,97 tanto para hambúrguer de surimi de tilápia quanto para hambúrguer de surimi de tilápia com adição de 10% de amido de mandioca.

Oliveira et al. (2010) avaliando a adição de 5% e 2,5% de farinha de resíduo de camarão em hambúrguer de tilápia elaborado com filé de tilápia obteve valores para atividade de água de 0,96 e 0,95 respectivamente. Valores semelhantes foram encontrados para hambúrguer de carne bovina 0,96 (LIMA, 2008) e 0,97 a 0,98 (MARQUES, 2007).

5.1.4. Análise física

Na Tabela 5.4 estão apresentados os valores para as análises físicas realizada para as diferentes formulações de hambúrgueres.

Tabela 5.14 - Perda de peso por cocção (PPC), redução do diâmetro (RD), redução da espessura (RE) e rendimento na cocção (RC) para os hambúrgueres crus e assados.

FORMULAÇÕES	PPC(%)	RD(%)	RE(%)	RC(%)
Chia	23,23±0,01 ^b	9,75±0,01 ^b	7,75±0,24 ^b	76,76±0,01 ^c
Amaranto	18,37±0,01 ^d	7,76±0,05 ^b	12,50±0,17 ^b	81,62±0,01 ^a
Quinoa	21,48±0,01 ^c	7,83±0,03 ^b	11,53±0,10 ^b	78,51±0,01 ^b
Padrão	40,68±0,04 ^a	14,58±0,02 ^a	32,34±0,21 ^a	59,31±0,04 ^d

* Média e desvio padrão de triplicatas. ^{a-b}Médias com letras minúsculas iguais, numa mesma coluna, não diferem ao nível de P>0.05.

Avaliando a Tabela 5.4 observa-se que a formulação que gerou melhores resultados quanto a o PPC(%) e RC(%) foi a formulação elaborada com o agente funcional amaranto, seguido da quinoa, chia e por ultimo o padrão. A PPC (%) foi maior para o padrão (40,68%) e menor para a formulação com amaranto (18,37%). O amaranto apresenta aproximadamente 60% de amido e 13% de fibra alimentar (CAPRILES, 2009), o que pode ter contribuído para esse resultado. A gelatinização do amido à temperatura de cozimento de hambúrgueres confere retenção de água e, conseqüentemente, contribui para melhorar o rendimento e a suculência do produto (SEABRA et al., 2002).

Segundo Desmond et al. (1998), o amido apresenta efeitos positivos sobre a manutenção e retenção de umidade, além disso, contribuem melhorando os atributos mais desejáveis de maciez e suculência dos produtos. Apesar da alta concentração de amido presente na quinoa (58%) (GEWEHR et al. 2012), assim como a chia ter habilidade de absorver mais de 12 vezes seu peso de água (TOSCO, 2004), o efeito foi mais evidenciado na presença de amaranto. Esse resultado também foi observado ao elaborar a massa para moldagem do hambúrguer.

As porcentagens de redução da espessura (%RE) apresentaram os melhores resultados (menor redução) nas formulações utilizando a chia (7,75%), quinoa (11,53%), amaranto (12,50%) e padrão (32,24%). Não foi observada diferença significativa em relação ao tipo de ingrediente funcional utilizado, porém os mesmos deferiam em relação ao padrão.

Em estudo semelhante, Bairy (2014) elaborou hambúrguer de tilápia a partir de filé de Tilápia, proteína texturizada de soja e condimentos. A autora obteve %RE de 14,6% após 30 dias de armazenamento.

O mesmo comportamento ocorrido com %RE foi observado para redução do diâmetro %RD, onde a única formulação que apresentou diferença significativa foi o padrão em relação às formulações adicionadas de ingredientes funcionais. As %RD que apresentaram melhores resultados (menor redução) foram as formulações utilizando amaranto (7,76%), quinoa (7,83%), chia (9,75%) e padrão (14,58%).

Borba (2010) avaliando fisicamente hambúrguer de carne bovina submetido a tratamento térmico em forno convencional obteve resultados para %RD de 16,87%. Filho et al. (2012) também para hambúrguer bovino obteve

valores de 13,27% de %RD, ou seja, valores muito próximos aos verificados para %RD pelo padrão na Tabela 5.4.

Já Almeida (2011) avaliando o efeito da adição de farinha de aveia nos parâmetros físico-químicos de hambúrguer de carne caprina verificou valores de %RD de 25,19%, 10,28% e 7,89% para adição de 0%, 2% e 4% de farinha de aveia respectivamente. Desse modo pode-se verificar uma semelhança entre os valores de %RD obtidos neste trabalho com os dados da literatura, onde a adição dos componentes funcionais minimizou a redução do diâmetro.

A adição de ingredientes funcionais à formulação propiciou um aumento da capacidade de retenção de água que promoveu uma menor perda de espessura e do diâmetro nos hambúrgueres. A capacidade de retenção de água (CRA) é uma habilidade do produto de reter a própria água contida em sua estrutura. É um parâmetro tecnológico utilizado para a indústria, pois está relacionada com a perda de peso, qualidade e rendimento dos produtos a base de carne. Influencia a qualidade sensorial do produto porque a perda de água na cocção pode prejudicar a suculência e a maciez do produto final (HAUTRIVE et al. 2008)

Para o RC(%) a formulação que obteve melhores resultados foi a com amaranto (81,62%), seguido pela chia (76,76%), quinoa (78,51%) e então o padrão (59,31%).

Filho et al. (2012) em trabalho com hambúrguer bovino obteve valor para (%RC) de 69,83%. Hautrive (2008) em formulação de hambúrguer bovino obteve valores de 69,2% para %RC. Borba (2010) avaliando fisicamente formulações de hambúrguer de carne bovina e de frango utilizando forno convencional para tratamento térmicos obteve valores de %RC de 75,4 e 64,8% respectivamente, ou seja, todos resultado de %RC inferiores aos obtidos com a adição de agentes funcionais pelo presente projeto.

Em contraponto Almeida (2011) analisou o efeito da adição de farinha de aveia na formulação de hambúrguer de carne caprina. O autor observou que a formulação sem adição de farinha de aveia gerou resultado de 73,96% para %RC e que em níveis de 2% como de 4% de farinha de aveia ambos tiveram uma menor perda de peso pelo cozimento e maior %RC, sendo os valores de 85,53% e 83,76% respectivamente. Desta maneira a farinha de aveia afetou positivamente na retenção de água do produto final, efeito este que também foi verificado neste trabalho.

Com base nos resultados obtidos, é possível observar que a incorporação de ingredientes funcionais beneficiou as características dos hambúrgueres. O ingrediente funcional amaranto interferiu positivamente na manutenção da estrutura do hambúrguer de tilápia, evitando que o mesmo sofresse alterações drásticas no momento do assamento, resultando em um produto mais íntegro e com aparência estrutural próxima do mesmo em seu estado congelado. A partir dos resultados obtidos verifica-se que todas as formulações com ingrediente funcional apresentaram resultados das análises físicas melhores que o padrão. No entanto a formulação utilizando o amaranto se destacou entre as demais.

O amido do amaranto, apresenta alto poder de intumescimento, baixa solubilidade e alta retenção de água. Em geral, o amido das espécies de amaranto apresenta baixa temperatura de gelatinização e boa estabilidade sob congelamento (FERREIRA et al. 2007).

5.2 CARACTERIZAÇÃO DE HAMBÚRGUER DE TILÁPIA COM AGENTE FUNCIONAL ADICIONADO DE RESÍDUO DE GUABIROBA

5.2.1 Análise física

A perda de massa no Congelamento (PPCong), perda de massa por cocção (PPC), redução do diâmetro (RD), redução da espessura (RE) e rendimento na cocção (RC) para os hambúrgueres crus e assados adicionados de guabiroba estão apresentados na Tabela 5.5.

Tabela 5.5 - Perda de massa no Congelamento (PPCong), Perda de peso por cocção (PPC), redução do diâmetro (RD), redução da espessura (RE) e rendimento na cocção (RC) para os hambúrgueres crus e assados.

FORMULAÇÕES	PPCong (%)	PPC (%)	RD (%)	RE (%)	RC(%)
Amaranto	0,53 ± 0,06 ^a	18,83 ± 0,02 ^a	8,89 ± 0,03 ^a	16,34 ± 0,14 ^a	81,17 ± 0,02 ^a
Amaranto c/ guabiroba	0,52 ± 0,01 ^a	17,72 ± 0,03 ^a	7,40 ± 0,03 ^a	14,89 ± 0,08 ^a	82,28 ± 0,04 ^a

* Média e desvio padrão. ^{a-b} Médias com letras minúsculas iguais, numa mesma coluna, não diferem ao nível de P>0.05.

É possível verificar (Tabela 5.5) que para todos os parâmetros analisados não houve diferença estatística para P>0,05 entre as formulações de hambúrguer de peixe com e sem a adição de resíduo de guabiroba.

A perda de massa por congelamento (PPCong%) foi avaliada no tempo sete dias após o congelamento, os resultados foram de aproximadamente 0,5% para as duas formulações. A PPCong% ocorre devido à desidratação por sublimação do gelo da superfície do alimento. As variações da temperatura durante a estocagem dos alimentos congelados podem intensificar o processo de sublimação que é causada por uma diferença de pressão entre o produto e o ar da câmara de armazenamento, e ocasionar significativas perdas de peso, além de alterações na qualidade dos alimentos (OETTERER; D'ARCE; SPOTOA, 2006; COLLA; PRENTICE-HERNÁNDEZ, 2003). A perda de massa por desidratação esta diretamente relacionada com equipamento usado no processo de congelamento. Então, para controlar este efeito deve se levar em consideração, o equipamento utilizado, tempo de congelamento, tipo de alimento a ser congelado, velocidade do ar, condições operacionais do freezer e finalidade do processo (OETTERER; D'ARCE; SPOTOA, 2006; BAYNE, 2014). A PPCong% obtida ficou dentro de valores encontrados na literatura, Bayne, (2014) verificou que a PPCong% para o armazenamento de hambúrguer de tilápia durante os primeiros 60 dias de congelamento ficou entre 0,5 e 0,6 %.

A perda de massa na cocção (PPC%), redução do diâmetro (RD%), redução da espessura (RE%) e rendimento na cocção (RC%) para as duas formulações, com e sem a adição de resíduo de guabiroba não foi observada diferença significativa.

Mesmo que sem diferença estatística, a adição do resíduo de guabiroba em comparação ao padrão apresentou uma leve alteração positiva nos resultados. Uma explicação seria a presença de uma concentração considerável de fibras no resíduo de guabiroba, pois, segundo Alves, et al. (2013) o resíduo de guabiroba contém alto teor de fibra alimentar. A fibra alimentar apresenta em sua composição: polissacarídeos, lignina, oligossacarídeos e amido resistente, dentre outras substâncias. Estes nutrientes apresentam alta capacidade de retenção de água e efeitos fisiológicos importantes. Uma alternativa para aumentar o seu consumo pela população é a utilização de resíduos industriais, como cascas e talos de frutas e vegetais. (SOUZA ; FERREIRA; VIEIRA, 2008).

5.2.2 Análise colorimétrica

A análise de cor para as formulação de hambúrguer de tilápia com e sem a adição de resíduo de guabiroba cru e assados, para os parâmetros L*,a*,b*, croma e ângulo hue, estão apresentados na Tabela 5.6.

Tabela 5.6 - Valores de luminosidade L*, a*, b*, croma e ângulo hue para as formulações com agente funcional.

FORMULAÇÕES	HAMBÚRGUER	
	CRU	ASSADO
	L*	
Amaranto	59,00 ± 0,07 ^{aA}	50,27 ± 0,02 ^{aB}
Amaranto c/ guabiroba	54,62 ± 0,04 ^{bA}	46,03 ± 0,03 ^{bB}
	a*	
Amaranto	2,73 ± 0,01 ^{bB}	6,97 ± 0,07 ^{bA}
Amaranto c/ guabiroba	4,26 ± 0,01 ^{aB}	7,80 ± 0,02 ^{aA}
	b*	
Amaranto	16,25 ± 0,01 ^{bB}	26,83 ± 0,06 ^{aA}
Amaranto c/ guabiroba	19,81 ± 0,01 ^{aB}	23,95 ± 0,01 ^{bA}
	Ângulo Hue	
Amaranto	80,46 ± 0,02 ^{aA}	75,65 ± 0,12 ^{aB}
Amaranto c/ guabiroba	77,86 ± 0,01 ^{bA}	71,96 ± 0,05 ^{aB}
	Croma	
Amaranto	16,48 ± 0,01 ^{bB}	27,76 ± 0,08 ^{aA}
Amaranto c/ guabiroba	20,27 ± 0,01 ^{aB}	25,19 ± 0,01 ^{aA}

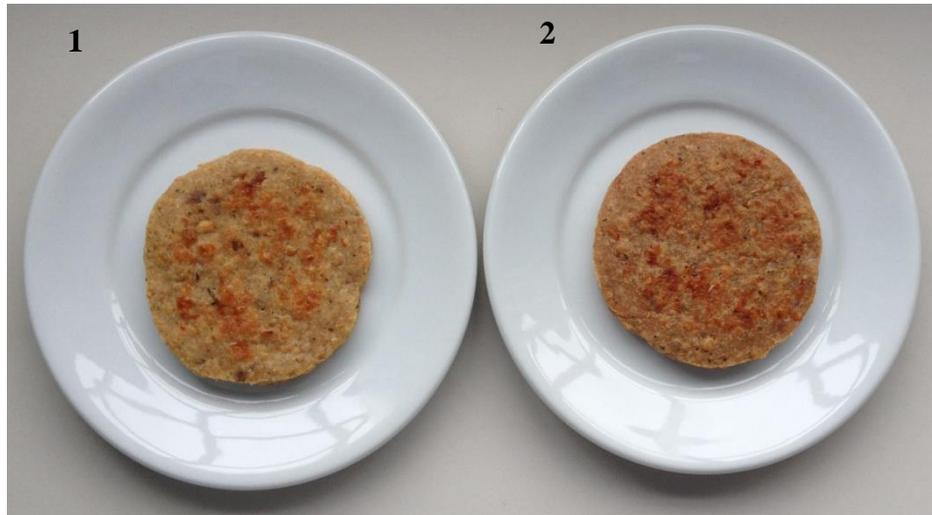
* Média e desvio padrão de triplicatas. ^{a-b}Médias com letras minúsculas iguais, numa mesma coluna, não diferem ao nível de P>0.05. ^{A-B}Médias com letras maiúsculas iguais, numa mesma linha, não diferem ao nível de P>0.05.

A partir dos valores obtidos na Tabela 5.6 verifica-se que a adição de resíduo de guabiroba interferiu nas características colorimétricas do hambúrguer de tilápia. Para o parâmetro luminosidade houve diferença estatística entre as duas formulações cruas e também para as assadas. Sendo que como visto em análise anterior Tabela 5.1 o assamento provocou alteração de escurecimento (menor valor de L*) para as duas formulações.

O mesmo fenômeno foi observado para o parâmetro a* e b* onde as formulações variaram entre si tanto para o hambúrguer cru como para o assado e também houve variação entre o hambúrguer cru e o mesmo depois do processo de assamento. Sendo que para os ambos os parâmetros, a formulação com resíduo de

guabiroba apresentou valores superiores. A Figura 5.2 apresenta as duas formulações após o processo de cocção.

Figura 5. 2 - Hambúrgueres com a adição de agente funcional e guabiroba (1-controle sem guabiroba e 2- com guabiroba) após o processo de assamento.



Fonte: Autor.

Pereira et al. (2014) avaliando compostos bioativos em frutas nativas amarelas, obteve valores elevados de carotenóides para a guabiroba, sendo estes valores superiores aos encontrados em frutas como o butiá e araçá-amarelo. O autor ainda afirma que devido a sua alta concentração de carotenóides a guabiroba apresenta elevada capacidade antioxidante. Guizilini (2010) avaliando a capacidade antioxidante da fruta guabiroba integral e da polpa isolada, obteve também valores elevados de carotenóides, sendo que com a presença de sementes e casca, a coloração alaranjada foi mais intensa que na polpa pura, reforçando a existência de maior concentração de carotenóides no fruto integral.

Sabendo que os parâmetros a^* e b^* estão diretamente relacionados com as cores vermelha e amarela respectivamente e analisando a literatura, pode-se afirmar os carotenoides que estão presentes no resíduo de guabiroba interferiram significativamente para a alteração e elevação dos valores obtidos para os dois parâmetros.

Já para os parâmetros ângulo hue e croma as formulações de hambúrguer cru variaram entre si, no entanto, após o assamento não houve mais a variação observada anteriormente. Desse modo, pode-se afirmar que o assamento proporcionou uma melhor uniformidade para estes parâmetros, ou seja, a adição

do resíduo de guabiroba não afetou significativamente as características colorimétricas para os dois parâmetros se comparados após o processo de cocção.

5.2.3 Determinação do pH e Aw

Na Tabela 5.7 estão apresentados os valores de pH e Aw dos hambúrgueres de tilápia com e sem guabiroba.

Tabela 5.7 - Leitura do pH e Aw para as formulações de hambúrguer cru e assado com e sem a adição do resíduo de guabiroba.

HAMBÚRGUER		
FORMULAÇÕES	CRU	ASSADO
pH		
Amaranto	$6,4 \pm 0,01^{aA}$	$6,5 \pm 0,01^{aB}$
Amaranto c/ guabiroba	$6,4 \pm 0,01^{aA}$	$6,4 \pm 0,01^{bA}$
Aw		
Amaranto	$0,97 \pm 0,01^{aA}$	$0,97 \pm 0,01^{aA}$
Amaranto c/ guabiroba	$0,97 \pm 0,01^{aA}$	$0,96 \pm 0,01^{aA}$

* Média e desvio padrão de triplicata. ^{a-b} Médias com letras minúsculas iguais, numa mesma coluna, não diferem ao nível de $P \leq 0,05$. ^{A-B} Médias com letras maiúsculas iguais, numa mesma linha, não diferem ao nível de $P \leq 0,05$.

Os valores de pH e atividade de água (Aw) apresentados na Tabela 5.7 demonstraram que a adição do resíduo de guabiroba não afetou significativamente o valores já então obtidos em etapa anterior para os mesmos parâmetros (Tabela 5.2 e 5.3). Pois analisando os resultados verifica-se similaridade nos valores obtidos nas duas etapas do processo.

Filho (2009) em análise similar avaliando a adição de diferentes concentrações de farinha de trigo em hambúrguer de tilápia de tilápia não obteve diferença estatística para os dois parâmetros entre a formulação controle e as demais. Em contraponto Pinho (2009) variando a adição de pedúnculo de caju na formulação de hambúrguer bovino verificou que houve variação de todas as formulações em relação ao tratamento controle.

5.2.4 Composição centesimal

Na Tabela 5.8 estão apresentados os valores de análise centesimal obtidos em base seca para os hambúrgueres de tilápia com e sem guabiroba.

Tabela 5.8 - Valores de umidade, cinzas, lipídios, fibras e proteína para as formulações de hambúrguer de tilápia cru e assado.

FORMULAÇÕES	HAMBÚRGUER	
	CRU	ASSADO
UMIDADE		
Amaranto	67,03 ± 0,18 ^{bA}	56,32 ± 0,15 ^{bB}
Amaranto + guabiroba	67,82 ± 0,30 ^{aA}	57,83 ± 0,36 ^{aB}
CINZAS		
Amaranto	4,63 ± 0,08 ^{aA}	4,74 ± 0,08 ^{aA}
Amaranto + guabiroba	4,77 ± 0,00 ^{aA}	4,73 ± 0,08 ^{aA}
LIPÍDIOS		
Amaranto	7,15 ± 0,57 ^{aA}	7,23 ± 0,48 ^{aA}
Amaranto + guabiroba	6,14 ± 0,21 ^{aA}	6,96 ± 0,21 ^{aA}
FIBRAS		
Amaranto	3,22 ± 0,04 ^{bB}	3,55 ± 0,08 ^{bA}
Amaranto + guabiroba	4,43 ± 0,07 ^{aB}	4,84 ± 0,05 ^{aA}
PROTEÍNAS		
Amaranto	15,29 ± 0,28 ^{aA}	14,47 ± 0,25 ^{aA}
Amaranto + guabiroba	15,47 ± 0,51 ^{aA}	14,43 ± 0,17 ^{aA}

* Média e desvio padrão de triplicatas. ^{a-b}Médias com letras minúsculas iguais, numa mesma coluna, não diferem ao nível de P>0.05. ^{A-B}Médias com letras maiúsculas iguais, numa mesma linha, não diferem ao nível de P>0.05.

A partir da Tabela 5.8 verifica-se que o valor de umidade do hambúrguer de tilápia cru é elevado (média 67%), no entanto após o assamento (média 56%) houve uma redução significativa em seu valor, apresentando diferença estatística. Ao comparar as formulações padrão e com guabiroba, verificou-se que houve uma pequena variação tanto entre os hambúrgueres crus padrão (67,03%) e para a formulação com guabiroba (67,82%). Já entre as formulações que passaram pelo processo de cocção, a formulação padrão apresentou umidade de 56,32% e 57,83% para a formulação com guabiroba. Verificando os resultados notou-se que formulação com guabiroba apresentou maior valor de umidade nas duas situações, podendo então concluir que o resíduo de guabiroba auxiliou na manutenção da umidade do produto.

Estudos científicos mostraram que a adição de fibras em produtos cárneos resulta em melhor rendimento durante o cozimento, devido à sua alta capacidade de retenção de água (VICTORINO, 2009). Flores (2012) avaliando a adição de fibras em *nuggets* observou valor superior de teor de umidade para a formulação enriquecida com fibras em comparação à formulação padrão.

Oliveira (2010) produzindo hambúrguer de tilápia variando a concentração de farinha de resíduo de camarão de 5% e 2,5%, obteve valores de umidade para os hambúrgueres crus de 62,92% e 64,00%, respectivamente. Filho et al. (2014) produzindo hambúrguer de tilápia com carne de tucunaré obteve valor de umidade de 68,47 para o hambúrguer cru.

Do mesmo modo Filho (2012) obteve para formulação de hambúrguer bovino cru valor de umidade de 62,19%. Borba (2010) em trabalho similar testando diferentes métodos de cocção obteve teor de umidade para hambúrguer bovino cru no valor de 60,29% e após o assamento em forno obteve teor de umidade de 55,77%, ou seja, houve significativa redução da umidade como também foi verificado no atual trabalho.

Os valores obtidos para o teor de cinzas (Tabela 5.8) não variaram, nem entre as formulações padrão e com guabiroba cruas que apresentaram valores de 4,63% e 4,77% respectivamente, nem para a comparação das formulações assadas que apresentaram valores de 4,74% para a formulação padrão e 4,73% para a formulação com guabiroba. Verificou-se também que o processo de assamento não alterou significativamente o teor de cinzas de ambas as formulações.

Em comparação, Meleiro (2013) avaliando a composição centesimal de hambúrguer de tilápia obteve teor de cinzas de 4,8%, ou seja, valores muito próximos ao encontrado no atual trabalho. Já Sousa et al. (2010) avaliando a adição de casca de banana em hambúrguer de tilápia obteve valores de 3,71% para teor de cinzas. Filho et al. (2014) em trabalho obteve valores de 2,81% para teor de cinzas em hambúrguer de tilápia produzido com carne de tucunaré. Desse modo verifica-se que os valores obtidos em trabalhos similares apresentam significativa variação. No entanto Kirschnik (2007) afirma que os teores de cinzas nos peixes de água doce apresentam grandes variações, esta diferença no conteúdo de minerais se dá devido ao estado em que o peixe é analisado também como fatores ambientais e nutricionais durante o desenvolvimento do pescado.

Em trabalho similar Borba (2010) analisando diferentes formas de cocção para hambúrguer bovino, obteve teor de cinzas de 3,16% para hambúrguer cru, 3,49% para o assado em forno, 3,85% para processo de fritura e 4,32% para o processo em micro-ondas, sendo que o autor encontrou diferença estatística $P > 0,05$ entre os valores obtidos, diferentemente do atual trabalho, onde o processo de assamento não gerou diferença significativa nos resultados.

Segundo Mendonça (2006) o teor de cinzas na semente de amaranto fica em torno de 3,2%. Similarmente Bianchini (2010) obteve valores de 2,14% de teor de cinzas para a semente de amaranto. Desse modo pode-se afirmar que os valores encontrados neste trabalho estão condizentes com os encontrados em literatura. Verifica-se também que o agente funcional amaranto apresenta valor menor de teor de cinzas que valores obtidos para hambúrguer de tilápia, ou seja, a adição de tal composto pode proporcionar uma redução no teor de cinzas final do produto.

Analisando o teor de lipídios apresentado na Tabela 5.8 para as duas formulações é possível observar que não houve diferença significativa entre as formulações padrão (7,15%) e com guabiroba (6,14%) crus. Verificou-se também que o processo de assamento não alterou significativamente os valores obtidos para o teor de lipídios das duas formulações.

Similarmente Meleiro et al. (2013), avaliando a composição centesimal de hambúrguer de tilápia obteve valor de teor de lipídios de 6,46%. Bainy (2014) testando diferentes métodos de cocção obteve valores de teor de lipídeos entre 5,2 e 6,6% para o hambúrguer de tilápia cru e após processo de cocção respectivamente. Sousa et al. (2010) avaliando hambúrguer de tilápia elaborado com carne de tilápia com adição de casca de banana obteve valores de 9,27%. Já Oliveira (2010) avaliando a adição de farinha de resíduo de camarão nas proporções de 5% e 2,5% em hambúrguer de tilápia obteve valores de 2,44% e 2,09% respectivamente. Kirschnik (2007) afirma que o conteúdo de lipídios no pescado é muito variável, dependendo da espécie, idade, região do corpo, ciclo sexual e alimentação.

Bianchini (2010) obteve valores de teor lipídios para a semente de amaranto de 6,43%. Já Mendonça, (2006) afirma que grão de amaranto possui aproximadamente 7,2% de teor de lipídios. A guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), segundo Andrade et al. (2012) que caracterizou a fruta dos

municípios de Irieópolis-SC e Palmeira-PR obteve valores de 0,70% e 0,55% para teor de lipídios respectivamente. Vallilo (2008) caracterizando diferentes espécies de guabiroba obteve para a espécie *Campomanesia xanthocarpa* teor de lipídios de 1,9%.

Verifica-se então, que o teor de lipídios do amaranto são muito próximos aos encontrados em literatura para teor de lipídeos em hambúrguer de tilápia elaborado com carne de tilápia, desse modo a adição de 20% de amaranto não afetou grandemente o teor de lipídeos do produto final. Do mesmo modo a adição de 5% do resíduo de guabiroba não teve muita influência no valor final obtido, pois seu teor de lipídeos é significativamente reduzido.

O teor de fibras apresentou resultados importantes (Tabela 5.8), pois verificou-se que houve diferença estatística $P > 0,05$ entre as formulações padrão e com guabiroba crus, com valores de 3,22% e 4,43% respectivamente. Após o assamento também foi observado diferença estatística entre as formulações com valores de 3,55% para a formulação padrão e 4,84% para a formulação com amaranto. Assim, é possível verificar que a adição do resíduo de guabiroba representou uma fonte adicional de fibras para o produto final. O processo de cocção promoveu um aumento no teor de fibras de ambas as formulações, esta variação pode ser explicada pela perda de água no processo de assamento, conseqüentemente concentrando o teor de fibras no hambúrguer de tilápia. A partir da portaria nº27 de 13 janeiro de 1998 (BRASIL, 1998) pode-se considerar que as duas formulações elaboradas nesse estudo são fontes de fibra, pois apresentaram valores superiores a 3 g/100 g de fibra alimentar de acordo com o estabelecido em legislação.

Em trabalho similar Pinho (2008) variando a concentração de resíduo de pedúnculo de caju na formulação de hambúrgueres de carne boniva obteve valores de fibra alimentar que variaram de 3,88 a 7,66%. Bianchini, (2010) obteve valores de fibras de 9,54% para o amaranto. Do mesmo modo Mendonça (2006) afirmou que o amaranto possui cerca de 8,2% de fibras em sua estrutura.

Vallilo (2008) verificou que a guabiroba possui 6,3% de teor de fibras. Alves (2013) avaliando o teor de fibras da polpa e do resíduo de guabiroba obteve valores de 7,10% e 25,05% respectivamente, concluindo que o conteúdo de fibra alimentar no resíduo de guabiroba foi cerca de três vezes maior que o teor observado na polpa.

A literatura comprova que o pescado possui valor praticamente desprezível de fibras. Desta forma, pode-se afirmar que a adição de 20% de amaranto contribuiu significativamente para a obtenção de resultados positivos no teor de fibras das duas formulações avaliadas. Já o resíduo de guabiroba que contribui com 5% da formulação do hambúrguer de tilápia foi crucial para que houvesse diferença estatística $P > 0,05$ entre as formulações, pois como observado o teor de fibras no resíduo é consideravelmente elevado.

Analisando o teor de proteína na Tabela 5.8 verifica-se que os valores obtidos para as formulações padrão e com guabiroba crus não apresentaram diferença significativa gerando resultados de 15,29 % e 15,45% respectivamente. Os valores obtidos após o processo de assamento igualmente não apresentaram diferença significativa gerando resultados de 14,47% e 14,43% respectivamente. Verificou-se também que o processo de assamento não alterou significativamente os resultados de ambas as formulações.

Em trabalho similar Bainy (2010) avaliando diferentes processos de cocção de hambúrguer de tilápia de tilápia obteve valores de 14% para formulação cru, 16,5% para após assado e 16,6% para o grelhado, sendo que a autora observou diferença estatística entre a formulação cru e após os dois processos de cocção, diferentemente do trabalho atual onde não houve variação.

Em trabalho Filho (2009) adicionando 5% de farinha de trigo na formulação de hambúrguer de tilápia elaborado com carne de tilápia obteve valor de 17,8% para teor de proteína. Similarmente Castilha (2009) caracterizando hambúrguer produzido com CMS de tilápia obteve 16,4% de teor de proteína. Borba (2010) em trabalho analisando a composição de hambúrguer bovino obteve valores de 14,62% a 21,31% para teor de proteína.

Segundo Mendonça (2006) o amaranto vem sendo introduzido no Brasil devido a seu alto teor de proteína que varia de 13,2% a 18,2%. Já Bianchini obteve para a semente de amaranto teor de 15,27% de proteínas. Vallilo (2006) avaliando a composição nutricional dos frutos inteiros de guabiroba obteve valores de 1,6% para teor de proteínas.

Avaliando os valores de literatura pode-se afirmar que o teor de proteína do amaranto apresenta valores próximos aos obtidos em literatura para hambúrgueres de tilápia, desse modo a adição do ingrediente não alterou grandemente o teor de proteínas do produto final. Já a guabiroba como observado

apresenta valor praticamente depressível para teor de proteína, desse modo a adição do resíduo de guabiroba praticamente não teve a capacidade de alterar o valor entre as formulações avaliadas.

O teor de carboidratos calculado por diferença apresentou valor de 2,68% e 1,37% para as formulações sem e com resíduo de guabiroba respectivamente. Segundo Sousa et al. (2010) o teor de carboidratos de pescados geralmente é muito baixo, inferior a 1%. Contudo, no presente trabalho, foi encontrado valor acima de 1% para as duas formulações, sendo fato atribuído a presença de outros ingredientes.

Similarmente Sousa et al. (2010) avaliando a adição de casca de banana em hambúrguer de tilápia obteve valor 2,41% para teor de carboidratos. Já Lima (2010) avaliando a adição de resíduo da biofermentação etanólica da batata-doce em hambúrguer de carne caprina obteve valores para teor de carboidrato que variaram de 2,26 a 6,27.

Mendonça (2006) avaliando a composição centesimal do amaranto obteve valores para teor de carboidratos de 69% e 72% para a semente integra e farinha desengordurada respectivamente. Já Menegassi (2009) afirma que o amaranto possui entre 50 e 60% de teor de carboidratos. Andrade et al. (2012) avaliando a composição centesimal de guabiroba proveniente das cidades de Ierieópolis-SC e Palmeria-PR obteve valores para teor de carboidratos de 10,21% e 8,36% respectivamente.

Desta forma avaliando os valores de literatura pode-se afirmar que os mesmos então muito próximos aos encontrados no atual trabalho, sendo que a adição de amaranto e resíduo de guabiroba foram fundamentais para a obtenção de tal valor de teor de carboidratos.

5.2.2 Análise Microbiológica

Foram realizadas as análises de contagem de coliformes a 45°C, *Estafilococos* coagulase positiva e *Salmonella* sp para a determinação da qualidade microbiológica inicial dos hambúrgueres antes de serem submetidos a análise sensorial.

A contagem de coliformes e *Estafilococos* estão apresentados na Tabela 5.6 e foram obtidos < 3 NMP/g e <2UFC/g, respectivamente. Os valores são

inferiores aos estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2001) e a comissão Internacional de Especificações Microbiológicas para Alimentos (ICMSF) (ICMSF, 1986).

Tabela 5.9 - Análises microbiológicas realizadas para as duas formulações de hambúrguer de tilápia cru.

Análises	Resultados	Legislação brasileira (BRASIL, 2001)	Legislação internacional (ICMSF, 1986)	Conclusão
Contagem de coliformes à 45°C	< 1 NMP/g	Contagem máxima: 10 ³	Limite por grama: 500	Conforme
<i>Estafilococos</i> coagulase positiva	<10 ² UFC/g	Contagem máxima: 10 ³	Limite por grama: 10 ⁴	Conforme
<i>Salmonella</i> sp	Ausência	Ausência	Ausência	Conforme

De acordo com a Tabela 5.9, e segundo as normas estabelecidas pela legislação brasileira (BRASIL, 2001) que determina que a contagem máxima de coliformes a 45°C e *Estafilococos* seja de 10³. Já para legislações internacionais os critérios microbiológicos para peixes frescos ou congelados são propostos pela ICMSF (ICMSF, 1986) que estabelece os limites por grama para coliformes a 45°C (*E. coli*) e *S. aureus* de 500 e 10⁴, respectivamente.

A ausência de *Salmonella* foi verificada segundo exigido pela ANVISA (BRASIL, 2001) e proposto pela ICMSF. Desse modo pode-se afirmar que o processamento dos hambúrgueres até o congelamento dos mesmos foi realizados sob boas condições higiênico-sanitárias exigidas.

Os microrganismos que contaminam os produtos cárneos são amplamente distribuídos na natureza e podem ser encontrados na água, no solo, no trato intestinal do homem e de animais, na pele, nas mãos e no trato respiratório dos manipuladores de alimentos, nos equipamentos e utensílios da indústria e de cozinhas. A microbiota normal de produtos à base de carne sob condições higiênicas é composta de bactérias da família *Enterobacteriaceae*, *Enterococcus*, *Lactobacillus* e *Staphylococcus*. As bactérias patogênicas ou potencialmente mais comuns nestes alimentos são *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *S. aureus*

e *Salmonella*, e ocasionalmente, *Yersinia enterocolítica*, *Clostridium botulinum* e *Bacillus cereus* (GUERREIRO, 2006).

A contaminação durante o processo de produção do hambúrguer, tanto em estabelecimentos industriais e varejistas quanto na fabricação caseira, pode ser resultante da adoção de práticas inadequadas de higiene ou após a adição de condimentos ou outros ingredientes contaminados.

5.2.3 Análise Sensorial

A Tabela 5.10 apresenta o grau de aceitabilidade das formulações de hambúrguer de peixe com e sem a adição de guabiroba.

Tabela 5.10 – Aceitabilidade das formulações de hambúrguer de peixe com e sem a adição de resíduo de guabiroba.

FORMULAÇÕES	APARÊNCIA	COR	AROMA	TEXTURA
Amaranto	7,63 ± 0,92 ^a	7,34 ± 1,28 ^a	7,28 ± 1,25 ^a	7,11 ± 1,39 ^a
Amaranto c/ guabiroba	7,75 ± 1,11 ^a	7,65 ± 1,15 ^a	7,13 ± 1,40 ^a	7,05 ± 1,47 ^a

* Média e desvio padrão. ^{a-b}Médias com letras minúsculas iguais, numa mesma coluna, não diferem ao nível de P>0.05.

Foi possível verificar que para todos os parâmetros analisados sensorialmente não houve diferença estatística para P>0,05 entre as formulações com e sem a adição do resíduo de guabiroba. Este resultado demonstra que a adição do resíduo de guabiroba não interferiu significativamente nas características sensoriais do produto final em relação a todos os atributos analisados (aparência, cor, sabor e textura). Desta forma, independente da formulação, obteve a nota próxima de 7,0, ou seja, “gostei regularmente” segundo escala hedônica (ANEXO I).

Em trabalho similar Fogaça (2009) avaliando sensorialmente surimi de tilápia, verificou que as médias para os parâmetros avaliados ficaram próximas de 7,0, em uma escala que variava de 1 a 9 pontos. Lima (2008) avaliando a composição e aceitação sensorial de hambúrgueres elaborados à base de caju, obteve valor 6,0 (gostei ligeiramente) para aceitação sensorial em escala de 9 pontos. Já Santos (2009) em estudo da aceitabilidade de hambúrguer a base de “Okara” preparados na forma frita e assada obteve valores de 5,85 para

formulação assada e 6,23 para formulação frita, ambas para aceitação sensorial em escala de 9 pontos.

Pinho et al. (2011) estudou a utilização de resíduo de pedúnculo de caju a diferentes processos de desidratação (estufa e liofilizador) e avaliou potencial de sua utilização na formulação de hambúrgueres. Os autores observaram que os hambúrgueres com os resíduos de pedúnculo de caju desidratados em estufa apresentaram melhor aceitação na avaliação sensorial de sabor. Os mesmo autores concluíram em sua pesquisa que a adição de resíduo de pedúnculo de caju em hambúrgueres pode ter aceitabilidade pelos consumidores, aproveitando um subproduto da indústria e valorizando um produto local.

A adição do resíduo de guabiroba ao hambúrguer de pescado acarreta na obtenção de um produto com características nutricionais singulares, sem alteração sensorial. Segundo Alves et al. (2013) a polpa e o resíduo de guabiroba contêm altos teores de umidade, fibra alimentar e quantidades consideráveis de ferro. O hambúrguer elaborado com guabiroba apresentou valores de fibras de 3,22% a 4,84% (Tabela 5.8).

Na Tabela 5.11 está apresentada a intenção de compra para as duas formulações de hambúrguer de tilápia.

Tabela 5.11 – Intenção de compra das formulações de hambúrguer de tilápia com e sem a adição de resíduo de guabiroba.

FORMULAÇÕES	INTENÇÃO DE COMPRA
Amaranto	3,94 ± 0,84 ^a
Amaranto c/ guabiroba	3,88 ± 0,96 ^b

* Média e desvio padrão. ^{a-b}Médias com letras minúsculas iguais, numa mesma coluna, não diferem ao nível de P>0.05.

Para a intenção de compra, verifica-se que a media para as duas formulações obteve nota acima de 3,0, ou seja, “talvez comprasse; talvez não comprasse” segundo escala hedônica (ANEXO II). No entanto houve diferença estatística para p>0,05 entre as duas formulações, apresentando melhor valor de intenção de compra para a formulação sem a adição de resíduo de guabiroba. Apesar do hamburguer sem guabiroba ter apresentado maior valor de intenção de compra, a adição do resíduo de guabiroba na formulação pode ter aceitabilidade

pelos consumidores, aproveitando um subproduto da indústria e valorizando um produto local.

Muitos dos provadores contribuíram nos comentários, atribuindo um gosto picante a uma das formulações, sendo que todos os comentários com esta característica estavam relacionados amostra codificada referente a formulação com guabiroba.

Segundo Santos (2011), a guabiroba possui substâncias como taninos e compostos fenólicos, que conferem ao fruto sabor agridoce levemente adstringente. Dessa forma, a adição 5% de resíduo de guabiroba ao hambúrguer de tilápia, pode ter transferido tais características para o mesmo, gerando este sabor picante que foi levantado pelos provadores.

5.3 AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DO RESÍDUO DE GUABIROBA (*CAMPOMANESIA XANTHOCARPA*) SOBRE O HAMBÚRGUER DE TILÁPIA CONGELADO

Na tabela 5.12 estão apresentados os valores obtidos para o teste de substâncias reativas com ácido tiobarbitúrico (TBARS) para os tempos 0 e 25 dias após congelamento. Os resultados foram expressos em unidades de Abs por grama de amostra (Unid. de Abs/g). Desta maneira, foi possível verificar se houve alteração durante a estocagem do hambúrguer de tilápia congelado $-18 \pm 2^\circ\text{C}$ pela intensificação da coloração rosa obtida através da complexação do MDA com o TBA.

Tabela 5.12 - Valores obtidos para o teste de substâncias reativas com o ácido tiobarbitúrico (TBARS)

FORMULAÇÕES	Unid. de Abs/g	
	t= 0 dias	t= 25 dias
Filé de Tilápia	$0,140 \pm 0,01^{aA}$	-
Amaranto	$0,200 \pm 0,02^{cA}$	$0,195 \pm 0,03^{bA}$
Amaranto c/ guabiroba	$0,170 \pm 0,00^{bA}$	$0,170 \pm 0,01^{aA}$

* Média e desvio padrão de triplicatas. ^{a-b}Médias com letras minúsculas iguais, numa mesma coluna, não diferem ao nível de $P>0.05$. ^{A-B}Médias com letras maiúsculas iguais, numa mesma linha, não diferem ao nível de $P>0.05$.

Avaliando os valores da tabela 5.12 verifica-se que houve diferença entre os valores de TBAS para o filé e entre as duas formulações, verificando desse modo que o processo de moagem do filé acelera o estresse oxidativo. A intensidade de processos oxidativos depende de fatores do próprio alimento tais como: (i) teor de água, (ii) presença de substância pró-oxidantes e (iii) exposição a atmosferas gasosas e à luz (TABEE et al., 2008). O processo de moagem e trituração, que promovem redução do tamanho das partículas durante a fabricação dos alimentos, favorece a oxidação devido à mistura dos catalisadores, como metais de transição, com a porção lipídica e também pela exposição e incorporação de oxigênio ao produto (ARAÚJO, 2011).

A diferença observada no primeiro dia entre o filé de Tilápia (0,140 Unid. de Abs/g), hambúrguer de pescada sem (0,200 Unid. de Abs/g) e com guabiroba (0,170 Unid. de Abs/g) pode ter ocorrido em virtude da etapa de homogeneização mais intensa realizada na elaboração dos hambúrgueres de pescada.

A adição do resíduo de guabiroba (5%) interferiu positivamente retardando o processo de oxidação, pois o valor obtido tanto para o tempo 0 (0,170 Unid. de Abs/g) dias como para o tempo 25 dias (0,170 Unid. de Abs/g) foi menor na formulação com resíduo comparada com a formulação sem o resíduo.

Segundo Pastore (2011) a guabiroba apresenta em seu extrato, volume elevado de compostos fenólicos quando comparados a outras frutas. A partir dos estudos de Ramos, Cardoso e Yamamoto, (2007), concluiu-se que os extratos hexânicos obtidos da guabiroba são promissores na busca de substâncias com atividade antioxidante, sendo que grande parte dessas substâncias insolúveis em água, estão na casca e sementes. Vieira (2010) afirma que a capacidade antioxidante de um produto esta diretamente relacionada com a concentração de compostos fenólicos em sua composição.

Para Soares (2002) antioxidantes fenólicos funcionam como sequestradores de radicais, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo. Os produtos intermediários, formados pela ação destes antioxidantes, são relativamente estáveis devido à ressonância do anel aromático apresentada por estas substâncias. Os compostos fenólicos e alguns de seus derivados são, portanto, eficazes para prevenir a oxidação lipídica.

Avaliando a literatura e os resultados obtidos no atual trabalho, pode-se afirmar que a adição do resíduo de guabiroba proporcionou um retardamento no processo de oxidação dos lipídios presentes no hambúrguer de tilápia. Ou seja, os compostos presentes no resíduo de guabiroba atuaram nas fases de iniciação e/ou propagação do processo oxidativo, melhorando conseqüentemente a estabilidade e a qualidade do hambúrguer de tilápia.

Em trabalho similar Lima (2012) avaliando a oxidação lipídica de carne caprina armazenada sob congelamento à -18°C também não obteve diferença estatística durante os 120 dias de estocagem. Já Pino (2005) avaliando a estabilidade oxidativa de carne de frango armazenada sob congelamento, verificou crescente alteração durante o período de nove meses de estocagem. No entanto, o mesmo autor não obteve diferença estatística em dois dos seis tratamentos, durante os primeiros 30 dias de estocagem.

6 CONCLUSÃO

A adição da chia, quinoa e amaranto, proporcionou uma menor perda de água do hambúrguer de pescado assado, sendo que com o ingrediente amaranto a diferença foi mais significativa.

A análise colorimétrica demonstrou que a adição do ingredientes funcionais alterou significativamente os resultados.

A adição do resíduo de guabiroba não alterou significativamente os valores de pH, A_w , PPCong(%), PPC(%), RD(%), RE(%), RC(%), cinzas, lipídios e proteínas. No entanto proporcionou alteração na coloração do hambúrguer de tilápia devido aos carotenoides presentes no resíduo de guabiroba.

A adição do resíduo proporcionou um aumento no teor de umidade e de fibras no produto final, lembrando que as formulações geraram um produto fonte de fibras segundo legislação.

Na análise sensorial verificou-se que as médias ficaram acima de 7,0 (gostei regularmente) para todos os atributos avaliados independente da formulação.

Verificou-se que o resíduo de guabiroba interferiu retardando o processo inicial de oxidação lipídica, sendo que a diferença ocorreu no tempo 0 dias com valores de 0,200 Unid. de Abs/ g e 0,170 Unid. de Abs/ g para as formulações sem e com resíduo respectivamente.

A tempo de 25 dias de estocagem das formulações por congelamento não foi suficiente para proporcionar alteração no processo oxidativo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA R. S. **Processamento de hambúrguer de carne caprina adicionados com diferentes níveis de farinha de aveia**. Dissertação de mestrado em Zootecnia. UESB, Itapetinga, 2011.
- ALVES A. M. et al., **Caracterização física e química, fenólicos totais e atividade antioxidante da poupa e resíduo de guabiroba**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 35, n. 3, p. 837-844, Setembro 2013.
- AMAYAFARFAN, J.; MARCILIO, R.; SILVA, M.A.A.P. da; SPEHAR, C.R. **A valiação da farinha de amaranto na elaboração de biscoito sem glúten do tipo cookie**. Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos, v.8, p.175-181, 2005.
- ANDRADE D. R. M. et al. **Caracterização por composição nutricional da guabiroba**. XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Bento Gonçalves-RS, 2012.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teórica e prática**. Viçosa: Ed UFV, 2011.
- AYROZA L. M. S. **Criação de Tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, em tanques-rede, na usina hidrelétrica de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR**. Tese de Doutorado, UNESP, Jaboticabal. São Paulo, 2009.
- BAINY E. M. **Processamento de fishburger: estudo teórico experimental no congelamento e cocção**. Tese de Doutorado em Engenharia de Alimentos, UFPR. Curitiba-PR, 2014.
- BARROS S. A. A. **Avaliação sensorial de Hambúrguer de tilápia da polpa de tilápia (*Oreochromis ssp*) em diferentes concentrações de sal**. Dissertação de Pós-Graduação- UFPI, Teresina, PI, 2009.
- BECERRA, R. **El Amaranto: nuevas tecnologias para un antiguo cultivo**. CONABIO. Biodiversitas 30:1-6, 2000.
- BIANCHINI M. G. A.; BELÉIA A. D. P. **Umidade e congelamento de grãos de amaranto e sua capacidade de expansão térmica**. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.45, n.8, p.917-924, ago. 2010.
- BIRREN, Faber (Ed.). **A grammar of color: a basic treatise on the color system of Albert H. Munsell**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1969.
- BORBA C. M. **Avaliação físico-química de hambúrguer de carne bovina e de frango submetidos a diferentes processamentos térmicos**. Trabalho de conclusão de curso para obtenção do grau de bacharel em Nutrição, UFRGS, Porto Alegre, 2010.

BORGES T. J. et al. Características físico-químicas, nutricionais e formas de consumo da quinoa (*Chenopodium quinoa*). Revista Temas Agrários, v.15, n.1, 2010.

BRASIL. **Ministério da Saúde. (ANVISA).** Portaria n.27 de 13 jan. 1998. Dispõe sobre Informações Nutricionais Complementar.

BRASIL, **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento** – Secretaria de defesa agropecuária. Normativa nº4 de 31 de março de 2000 – Anexo I – Regulamento Técnico para fixação de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Aves, Bovinos e Suínos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, publicado em 05 de abril de 2000.

BRASIL. **Ministério da Agricultura e Abastecimento.** Instrução Normativa Nº 20 (D.O.U de 31/07/2000). Anexo IV Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer.

BRASIL. Agência Nacional de vigilância Sanitária (ANVISA) **Resolução RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001.** Aprova o “Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos”. Brasília, D.F., 10 de janeiro de 2001.

BRASIL, **Boletim estatístico da pesca e aquicultura.** MPA – Ministério da pesca e aquicultura. Brasília, Fevereiro de 2012.

BRASIL, **Balanço 2013 – Pesca e Aquicultura.** MPA – Ministério da pesca e aquicultura. Brasília, 2013.

BRUNELLI R. **Embrapa apresenta novos produtos feitos com carne de peixes típicos do Pantanal.** Disponível em <http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br> Acessado dia 17 de novembro de 2014.

BUENO, F. M.; BORGES, G. da S. C.; SGANZERLA, M.; ZAMBIAZI, R.; GULARTE, M. A. **Elaboração de hambúrgueres de pescado (*Cynoscion striatus*) com a utilização de diferentes agentes.** Anais do XVI Congresso de Iniciação Científica, Pelotas, 2007.

BUEGE, J. A.; AUST, S. D. **Microsomal lipid peroxidation.** Methods in Enzymology, v.52, p.302-309. 1978.

CAMPOS M. C. **Bactérias patogênicas vinculadas pelo pescado. Especialização Latu sensu em Vigilância Sanitária e Controle de Qualidade do Alimento.** Universidade Castelo Branco. São Paulo, 2009.

CAPRILES V. D. **Otimização de propriedades nutricionais e sensoriais de produtos à base de amaranto enriquecido com frutanos, para intervenção de celíacos.** Tese de doutorado em Nutrição em Saúde Pública. USP, São Paulo, 2009.

CARRARO C. I. **Aplicação de amidos resistentes como ingredientes extensores substituto de gordura em produto cárneo emulsionado.**

Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos. UNICAMP, Campinas, 2012.

CARVALHO A. S. et al. **Determinação de coliformes totais e termotolerantes em poço residencial em Goiânia – GO**, 2009.

CASTILHA L. D. et al. **Análise sensorial e microbiológica de “hambúrgueres” elaborados com base proteica de pescado**. Trabalho de graduação do curso de Zootecnia da UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon-PR, 2009.

CAVA G. C. **Efeito da adição de extrato de alecrim e alho em pó nos parâmetros de cor e oxidação lipídica de produto cárneo emulsionado à base de frango**. Dissertação de mestrado em Tecnologia em Tecnologia de Alimentos. UNICAMP, 2007.

COLLA L.M.; PRENTICE-HERNANDEZ C. **Congelamento e Descongelação - Sua Influência Sobre os Alimentos**. Vetor-Revista de Ciências Exatas e Engenharias, 13, 53-66. 2003

COSTA A. L. M. et al., **Caracterização física e química do óleo de linhaça exposto as diferentes condições de armazenamento**. Trabalho de Iniciação Científica, programa PIVIC 2010/2011 – Universidade Federal de Goiás (UFG) Goiânia – GO, 2011.

COSTA L. **Semente de Chia**. ViaFarma, 2012. Disponível em <http://www.viafarmanet.com.br/site/downloads/literatura/SEMENTES_CHIA.pdf>. Acesso em 15/10/2014

COSTA L. O. **Processamento e diminuição do reprocessamento do hambúrguer bovino (HBV)**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2004.

DANELLI D. et. al., **Avaliação biológica da funcionalidade de pão de fôrma com adição de quinoa (*Chenopodium quinoa*)**. Braz. J. Food Technol., III SSA, novembro 2010.

DEL BEM, M. S.; POLES, L. F.; SARMENTO, S. B. S.; ANJOS, C. B. P. **Massas alimentícias elaboradas com farinhas de leguminosas tratadas hidrotermicamente**. Revista Alim. Nutr., Araraquara, v.23, n.1, p.101-110, jan./mar. 2012.

DESMOND, E.M.; TROY, D.J.; BUCKLEY, D.J. **The effects of tapioca starch, oat fibre and whey protein on the physical and sensory properties of low-fat beef burgers**. Food Science and Technology, v.31, n.7-8, p.653-657, 1998.

DIAS, V. M.; DIAS, K. M. PILLA, V. **Desenvolvimento e análise sensorial de hambúrguer de soja enriquecido com linhaça e quinoa**. Vale do Paraíba: UNIVAP, 2009.

EDIÇÃO Nº 93. **Quinoa: Um alimento altamente nutritivo**. Revista “Funcionais & Nutracêuticos”. Disponível em:

<http://www.insumos.com.br/funcionais_e_nutraceuticos/materias/93.pdf>
Acesso em: 01/12/14.

ELIAS D. B. D. **Avaliação dos níveis séricos de malonaldeído (MDA), óxido nítrico (NO) e lactato desidrogenase láctica (LDH) na anemia falciforme e suas correlações com o uso de hidroxauréia.** Dissertação de mestrado em ciências farmacêuticas. Universidade federal do Ceará, 2007.

FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura). **FAO Statistical Yearbook 2013- World food and agriculture**, 2013.

FERREIRA, T. A. P. C.; MATIAS, A. C. G.; ARÊAS, J. A. G. **Características nutricionais e funcionais do Amarantho (*Amaranthus spp.*).** Nutrire: Rev. Soc. Bras. Alim. Nutr. São Paulo, SP, v.32, n.2, p.91-16, ago. 2007.

FILHO D. U. C. **Avaliação da qualidade de hambúrguer de tilápia de tilápia (*Oreochromis sp*) em diferentes concentrações de farinha de trigo.** Dissertação de Mestrado em ciência animal. UFP, 2009.

FILHO R. B et al. **Elaboração de hambúrguer bovino adicionado de inulina como ingrediente funcional prebiótico e substituto de gordura.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. (Mossoró – RN), v. 7, n. 4, p. 33-37, out-dez, 2012.

FILHO R. B et al. **Elaboração de hambúrguer formulado com filé de peixe tucunaré (*cichla ssp.*).** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. v.7, n.4, p.33-37. Mossoró – RN, 2014.

FLORES A. F. **Desenvolvimento de nuggets enriquecidos com fibras e sem adição de glúten.** Trabalho de conclusão de curso em Tecnologia de Alimentos. UTFPR, Francisco Beltrão-PR, 2012.

FOGAÇA F. H. S. **Caracterização do surimi de tilápia do Nilo: morfologia e propriedades físicas, químicas e sensoriais.** Tese de Doutorado em Aquicultura, UNESP. Jaboticabal-SP, 2009.

FOGAÇA F. H. S.; SANT'ANA L. S. **Oxidação lipídica em peixes: mecanismo de ação e prevenção.** Archives of Veterinary Science, v.14, n.2, p.117-127, 2009.

GEWEHR M. F.; DANELLI D.; DE MELO L.M.; FLÔRES S. H.; JONG E. V. **Análises químicas em flocos de quinoa: caracterização para a utilização em produtos alimentícios.** Braz. J. Food Technol, Campinas, v. 15, n. 4, p. 280-287, out./dez. 2012

GUERREIRO L. **Produção de hambúrguer- Dossiê técnico.** REDETEC - Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. Serviço Brasileiro de Resposta Técnica (BRT), 2006

GUIZILINI L. A. **Atividade antioxidante de guabiroba e aplicação da polpa como ingrediente em sorvete.** Dissertação de mestrado em Ciência de Alimentos. Universidade Estadual de Londrina. Londrina-PR, 2010.

HAUTRIVE, T. P.; OLIVEIRA, V. R. de; SILVA, A. R. D. da; TERRA, N. N.; CAMPAGNOL, P. C. B. **Análise físico-química e sensorial de hambúrguer elaborado com carne de avestruz**. Ciências e Tecnologia de Alimentos, Campinas, vol. 28, 2008.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOOD (ICMSF). **Microorganisms in foods 2: Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Specific Applications**. 2nd ed. Toronto <<http://www.icmsf.org/pdf/icmsf2.pdf>>. Acesso em 11/11/14

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: **Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**, 3. ed. São Paulo: IMESP. p. 247. 1985.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: **Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**, 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008.

JAMAS E. **Valor agregado aos resíduos do processamento de tilápia: aspectos tecnológicos, químicos e microestruturais**. Dissertação de Mestrado em Aquicultura, CAUNESP, Jaboticabal-SP. 2012.

KORNACKI J. L.; JOHNSON J. L. **Enterobacteriaceae, Coliforms and Escherichia coli as Quality and Safety Indicators**. Chapter 8, In R.S. Flowers, et al. (eds.), Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, 4th ed. APHA, Washington D.C. 2001.

KIRSCHNIK P. G. **Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**. Tese de doutorado em Aquicultura. UNESP, Jaboticabal. 2007.

LAROSA G. **Desenvolvimento de produto cárneo de tilápia com antioxidantes naturais**. Tese de doutorado em Alimentos e Nutrição- UNESP, Araraquara – SP.

LIMA, J. R. **Caracterização físico-química e sensorial de hambúrguer vegetal elaborado à base de caju**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.32, n.1, p.191-195, jan./fev. 2008.

LIMA M. M. et al. **Caracterização físico-química de hambúrguer de carne caprina adicionado de resíduo da biofermentação etanólica da batata doce (*Ipomoea-batatas (L) Lam*)**. Universidade Federal do Tocantins, 2010.

LIMA M. S. O. **Análise de carne caprina armazenada sob congelamento**. Dissertação de mestrado em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga, 2012.

MACARI S. M., **Desenvolvimento de formulação de embutido cozido à base de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Dissertação de Mestrado – UFPR, Curitiba, 2007.

MARCÍLIO, R. et al. **Avaliação da farinha de amaranto na elaboração de biscoito sem glúten do tipo cookie.** Brazilian Journal of Food Technology. Campinas, p.175-181, 2005.

MARQUES J. M. **Elaboração de um produto de carne bovina tipo “hambúrguer” adicionado de farinha de aveia.** Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

MELEIRO V.C. et al.. **Elaboração da composição centesimal e avaliação da estabilidade oxidativa do hambúrgueres de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), adicionado de carotenóides de *Bixa orellana L.*** Perspectivas da Ciência e Tecnologia, v.5, n. 1/2, (2013).

MENDONÇA, S. **Efeito hipocolesterolemizante da proteína do amaranto (*Amaranthus cruentus* BRS Alegria) em hamsters.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006. 187 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MENEGASSI B. **Efeito da extrusão termoplástica nas características tecnológicas da farinha de amaranto (*Amaranthus cruentus L.* BRS-Alegria)** Dissertação de Mestrado de Nutrição em Saúde Pública. USP. São Paulo-SP, 2009.

NEIVA, C. R. P. **Obtenção e caracterização de minced fish de sardinha e sua estabilidade durante a estocagem.** Dissertação (mestrado em ciências Farmacêuticas)- Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2003.

OLIVEIRA J. S. et al.. **Composição centesimal de “hambúrguer de tilápia” elaborado a partir da farinha do resíduo de camarão.** Trabalho de graduação em Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará – IFCE, 2010.

OSAWA C. C. et al.. **Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: Métodos tradicionais, modificados e alternativos.** Quim. Nova, v. 28, n. 4, p. 655-663, 2005.

OETTERER, M. et al. **Uso del ensilado ácido del pescado em la sustitución de la harina comercial del pescado.** In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE ACUICULTURA, Havana, Cuba. ACUACUBA. 2003.

OETTERER, M. **Proteínas do pescado – Processamento com intervenção na fração proteica.** In: OETTERER, M.; REGITANO-D’ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F. Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Barueri, SP: Manole. 2006. p. 99-134.

PASTORE G. M. **Avaliação biológica de frutas do Cerrado brasileiro: Guapeva, Guabiroba e Murici.** Tese de Doutorado em Ciência de Alimentos. UNICAMP, 2011.

PEREIRA E. S. et al. **Compostos bioativos em frutas nativas amarelas – araçá, guabiroba, uvaia, maracujá e butiá.** VI Encontro sobre Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul. Pelotas-RS, 2014.

PEREIRA M. G. **Aplicação de antioxidantes naturais em carne mecanicamente separada (CMS) de ave.** Dissertação de mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2009.

PINHO L. X. **Aproveitamento do resíduo do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale L.*) para alimentação humana.** Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2009.

PINHO L. X. et al. **Desidratação e aproveitamento de resíduo de pedúnculo de caju como adição de fibra na elaboração de hambúrguer.** Alim. Nutr., Araraquara, v. 22, n. 4, p. 571-576, out./dez. 2011.

PINO L. M. **Estabilidade oxidativa da carne de frangos alimentados com diferentes fontes lipídicas, armazenada sob congelamento.** Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. USP, Piracicaba, 2005.

RAMOS, D. D.; CARDOSO, C. A. L.; YAMAMOTO, N. T. **Avaliação do potencial citotóxico e atividade antioxidante em *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O.Berg (Myrtaceae).** Revista Brasileira de Biociências, v. 5, supl. 2, p. 774-776, jul., 2007.

RAMOS S. C. F. **Avaliação das propriedades geleificantes da farinha de chia (*Salvia hispanica L.*)** Dissertação de Mestrado em Ciências Gastronômicas. Universidade de Lisboa. 2013.

RODRIGUES J. B. **Processamento de hambúrguer de carne ovina adiciona de diferentes tipos de castanhas.** Dissertação de Mestrado em Ciência dos Alimentos ITAPETINGA – BAHIA – BRASIL, 2012.

SALES P. V. G.; CÓL C. D.; SOUZA F. G. **Avaliação da qualidade do fishburger de caranha.** ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p.259-264. 2012.

SANT'ANA L. S. **Efeitos do extrato da *Campomanesia xanthocarpa* sobre parâmetros cardiovasculares em ratos tratados com frutose.** Dissertação de Mestrado em Bioquímica. Uruguaiana, 2012.

SANTOS, C. G. P.; MIGUEL, D. P. ; DUARTE, L. B. **Estudo da aceitabilidade de hambúrguer a base de “Okara” preparados na forma frita e assada.** VIII Jornada Científica da Fazu. 19 a 24 de outubro de 2009.

SANTOS M. S. **Impacto do processamento sobre as características físico-químicas, reológicas e funcionais de frutos da guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa Berg*).** Tese de Doutorado em Tecnologia de Alimentos – UFPR, Curitiba-PR, 2011.

SEABRA L. M. J. et al., **Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina**. Ciência e tecnologia de alimentos, Campinas, ed. 22, n. 3, pg. 244-248, set-dez 2002.

SEBRAE/SENAI. **Guia para elaboração do plano APPCC – Carnes e Derivados**. 2. Ed. Brasília, DF, 2000. P. 124.

SCHEFFER A. S. **Elaboração e aceitabilidade de receita com quinoa**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2010.

SILVA F. A. M. et al. **Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade de antioxidante** QUÍMICA NOVA. v.22, n.1, 1999.

SILVA, S. R; FERNANDES, E. C. S. **Aproveitamento da Corvina (*Argyrosomus regius*) para elaboração de fishgurger**. Cadernos de Pesquisa, São Luís, v. 17, n. 3, set/dez. 2010.

SOARES S. E. **Ácidos fenólicos como antioxidantes**. Rev. Nutr. vol.15 no.1 Campinas Jan. 2002.

SOUSA A. H. P. et al., **Estudo da adição de coproduto de chia na composição de ácidos graxos em hambúrgueres**. ENTEQUI, Maceió-AL, 28 à 30 de Agosto de 2013.

SOUSA M. R. L. MARANHÃO T. C. F. **Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função do peso corporal**. Acta Scientiarum, v. 23, n. 4, p. 897-901, Maringá, 2001.

SOUZA M.; FERREIRA T. B. O.; VIEIRA I. F. R. **Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá**. Alim. Nutr., Araraquara v.19, n.1, p. 33-36, jan./mar. 2008.

SOUSA S. F. **Avaliação físico-química de hambúrguer elaborado com filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) com adição da casca da banana prata (*Musa spp*)**. CENTEC – FATEC. Ceará, 2010.

SOUSA W. **Avaliação da atividade oxidante e compostos fenólicos de extratos vegetais**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão-PR, 2013.

SUCUPIRA N. R. **Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos**. Artigos de revisão, UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde 2012; v.14, n. 4: pg. 263-269.

TABEE, E.; AZADMARD-DAMIRCHI, S.; JGESTAD, M.; DUTTA, P. C. **Lipids and phytosterol oxidation in commercial French fries commonly consumed in Sweden**. Journal of Food Composition and Analysis, v. 21, n. 2, p. 169-177, 2008.

TAVARES, T. de M.; SERAFINI, A. B. **Carnes de hambúrgueres prontas para consumo: aspectos legais e riscos bacterianos.** Rev. Patologia Tropical, Goiânia, v.35, n. 1, p. 1-21, jan./abr. 2006.

TOMBINI J. **Aproveitamento tecnológico da semente de chia (*Salvia Hispanica L.*) na formulação de barra alimentícia.** Trabalho de conclusão de curso – UFPR, Pato Branco- PR, 2013.

TOSCO, G. Os benefícios da “chia” em humanos e animais. Atualidades Ornitológicas, n. 119, pág.7, México. Maio/Junho de 2004.

UNOBR (NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL) FAO elege 2013 como Ano Internacional da Quinoa. Disponível em <http://www.onu.org.br/fao-elege-2013-como-ano-internacional-da-quinoa/>. Acessado em: 02 de março de 2014.

VALLILO M. I. et al. **Composição química dos frutos de *Campomanesia xanthocarpa Berg-Myttaceae*.** Ciência e Tecnologia de Alimentos Campinas, ed. 28, 231-237, dez. 2008.

VICTORINO L. C. S. **Efeito da adição de diferentes extensores nas propriedades físico-químicas e sensoriais de emulsões cárneas cozidas que contem CMS.** Revista Nacional da Carne, 2009.

VIEIRA D. A. **Avaliação da atividade antioxidante das folhas de acerola, guabiroba e ora-pro-nobis.** Revista Brasileira de pesquisa em alimentos. v.1, n.2, p.129-134, jul./dez., , Campo Mourão-PR, 2010.

VIEIRA L. A. **Caracterização físico-química de filés de piava (*Leporinus obtusidens*) armazenados sob congelamento.** Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Pampa, Ciência e tecnologia de alimentos 2013.

VUOLO J. H. **Fundamentos da teoria de erros.** 2ª ed., rev. e ampl. São Paulo: E. Blucher, 1996.

ANEXO I - TESTE AFETIVO

Data: ____/____/____

Instruções:

- Você receberá uma 2 (duas) amostras que serão servidas individualmente. Prove cuidadosamente cada uma e avalie, antes que a próxima seja servida;
- Enxague a boca com a água que está sendo oferecida antes e após provar cada amostra;
- Represente o quanto gostou ou desgostou de cada amostra, de acordo com a seguinte escala:

- 1 – Desgostei muitíssimo
- 2 – Desgostei muito
- 3 – Desgostei regularmente
- 4 – Desgostei ligeiramente
- 5 – Indiferente
- 6 – Gostei ligeiramente
- 7 – Gostei regularmente
- 8 – Gostei muito
- 9 – Gostei muitíssimo

Abaixo, anote o número da amostra recebida e atribua um valor de acordo com a escala apresentada:

Código da amostra	Valor atribuído				
	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Consistência

Observação: _____

ANEXO II - TESTE DE ATITUDE DE COMPRA**Data:** ____/____/____**Instruções:**

- Você receberá uma série de 2 (duas) amostras diferentes de um produto que será introduzido no mercado local;
- Enxague a boca com a água que está sendo oferecida antes e após provar cada amostra;

- 1 - certamente não compraria;
- 2 - possivelmente não compraria;
- 3 - talvez comprasse; talvez não comprasse;
- 4 - possivelmente compraria;
- 5 - certamente compraria.

Abaixo, anote o número da amostra recebida e atribua um valor de acordo com a escala apresentada:

Código da amostra	Valor atribuído

Observação: _____

ANEXO III – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidá-lo (a) a participar da pesquisa **”Efeito antioxidante do resíduo de guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) na oxidação lipídica de hambúrguer de tilápia (*Oreochromis niloticus*) enriquecido com ingrediente funcional”**

O objetivo da pesquisa será elaborar hambúrgueres de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) enriquecido com agente funcional e resíduo (casca) de guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), avaliando a melhor formulação (com e sem resíduo de guabiroba) através de testes de aceitação e intenção de compra”.

A sua participação é muito importante e consistirá em experimentar 2 (duas) amostras de hambúrguer de Tilápia enriquecido com ingrediente funcional e casca de guabiroba, anotar a codificação dos pratos e atribuir uma nota de acordo com as escalas apresentadas nos dois questionários que serão entregues. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é totalmente voluntária, podendo: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento. Adicionalmente ressaltamos que você poderá se retirar da pesquisa a qualquer momento, sem qualquer ônus ou prejuízo. Os hambúrgueres que serão degustados serão compostos por carne de Tilápia, sal, pimenta branca moída, cebola desidratada, ervas finas, proteína texturizada de soja, quinoa, Chia, amaranto e guabiroba.

Informamos ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade.

Os riscos do consumo destes hambúrgueres são: alergia aos ingredientes utilizados na formulação sendo eles carne de Tilápia, sal, pimenta branca moída, cebola desidratada, ervas finas, proteína texturizada de soja, ingredientes funcionais (quinoa, Chia ou amaranto) e casca de guabiroba. Logo, ao assinar este documento você declara não possuir previamente nenhum destes problemas acima citados. Em caso de qualquer indisposição, causado pelo consumo do hambúrguer, durante ou após a análise (até 48 horas), você deverá informar imediatamente a pesquisadora do projeto, pessoalmente ou pelos contatos que estão disponíveis logo abaixo. Cabe ressaltar que todos os hambúrgueres foram analisados quanto a sua segurança microbiológica e que amostras dos hambúrgueres foram armazenadas para que análises possam ser realizadas, pela Vigilância Sanitária do Município, em caso de qualquer intercorrência.

Destacamos que sua participação é voluntária.

Caso você tenha dúvidas sobre o comportamento dos pesquisadores ou sobre as mudanças ocorridas na pesquisa, que não constam no TCLE, e caso se considera prejudicado (a) em sua dignidade e autonomia, você poderá entrar em contato com:

- a pesquisadora Larissa Canhadas Bertan, pelos telefones (42) 3635-0000, no Endereço BR 158, Km 07, sala 204, no *Campus* da UFFS em Laranjeiras do Sul-PR;

- o Comitê de Ética em Pesquisa da UFFS, pelo telefone (49) 2049 1478, na Avenida General Osório, 413-D, Edifício Mantelli, 3º andar, CEP: 89802-210 • Caixa Postal 181, Bairro Jardim Itália, Chapecó-SC. E-mail: cep.uffs@uffs.edu.br

Dessa forma, se você concorda em participar da pesquisa como consta nas explicações e orientações acima, solicitamos sua assinatura de autorização neste termo, que será também assinado pelo pesquisador responsável em duas vias, sendo que uma ficará com você e outra com a pesquisadora.

Laranjeiras do Sul, ____ de _____ de 2014.

Nome do (a) participante

Assinatura do (a) participante

Larissa Canhadas Bertan

Nome da pesquisadora

Assinatura da pesquisadora