

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CÂMPUS CAMPO MOURÃO – PARANÁ

CARLOS ALEXANDRE CIOLA

**AVALIAÇÃO SENSORIAL E ABSORÇÃO DE GORDURA DE
DIFERENTES FORMULAÇÕES DE ALMÔNDEGAS DE POLPA DE
TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2015

CARLOS ALEXANDRE CIOLA

**Avaliação sensorial e absorção de gordura de diferentes
formulações de almôndegas de Polpa de tilápia do Nilo
(*Oreochromis niloticus*)**

Trabalho de conclusão de curso de graduação, apresentado a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Engenharia de Alimentos do Departamento Acadêmico de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, *Câmpus* Campo Mourão, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Adriana Droval
Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Renata Hernandez B. Fuchs.

CAMPO MOURÃO
2015



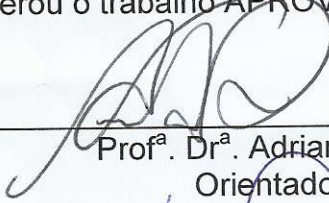
TERMO DE APROVAÇÃO

**AVALIAÇÃO SENSORIAL E ABSORÇÃO DE GORDURA DE DIFERENTES
FORMULAÇÕES DE ALMÔNDEGAS DE POLPA DE TILÁPIA-DO-NILO**

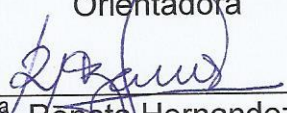
POR

CARLOS ALEXANDRE CIOLA

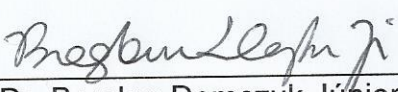
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado em 26 de Novembro de 2015 às 16:30hr como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **APROVADO**.



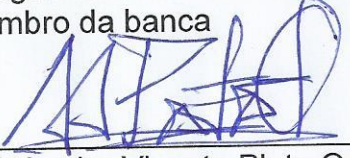
Prof.ª Dr.ª Adriana Droval
Orientadora



Prof.ª Dr.ª Renata Hernandez B. Fuchs.
Co-Orientadora



Prof. Dr. Bogdan Demczuk Júnior
Membro da banca



Prof. Dr. Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo
Membro da banca

Nota: O documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos da UTFPR Campus Campo Mourão.

Aos meus pais, Carlos e Claudete, meus irmãos, André e Marcos e a minha namorada, Heloisa, pelo apoio e motivação para realizar esse sonho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela força, saúde e sabedoria para a execução desse trabalho.

Aos meus pais, Carlos e Claudete, e meus irmãos, Marcos e André, por todo apoio e motivação que me deram durante todo o curso e principalmente nessa etapa final.

Quando menos se espera, surge em nossas vidas pessoas que depois que entram você quer e faz de tudo pra que elas não saiam, o meu maior agradecimento vai para minha namorada Heloisa, por todo companheirismo, ajuda e paciência comigo durante a realização do trabalho, amo você.

Agradeço as minhas professoras orientadoras, Prof^a. Dr^a. Adriana Droval e Prof^a. Dr^a. Renata Hernandez B. Fuchs, por todo o auxílio, conhecimento, confiança e paciência para a realização do trabalho.

Aos demais professores do campus, que durante todo o curso sempre estiveram disponíveis aos alunos e transmitiram todo o seu conhecimento da melhor maneira possível. Em especial, Prof. Dr. Augusto Tanamati e Prof. Dr. Evandro Bona, pela ajuda informal importantíssima para concretizar o trabalho.

A todos meus amigos, Drielli, Renan Marangoni, Renan Simões, Silvio, Monise, Marina, Andressa, Wedisley, Donizete, Lucas, Isadora, Paula, Luiza, Nathália, Thiago, Michel, Cristovão, Bruna, Tamires, Natara e mais alguém que eu tenha esquecido, pela amizade e apoio durante todo o período do curso. Um agradecimento especial a Sara Daniele, Heliberto e Thaysa pela ajuda direta na realização do trabalho.

Agradeço a todos os técnicos e estagiários do laboratório de Alimentos da UTFPR-CM, pela ajuda, especialmente à Adriele Rodrigues dos Santos.

Agradeço a Cyclus Consultoria por todo desenvolvimento pessoal e profissional adquirido e pelas amizades feitas durante todo o período que participei da empresa júnior.

E por último, mas não menos importante, a UTFPR-CM pela oportunidade de fazer um curso superior.

Muito obrigado a todos!

RESUMO

CIOLA, Carlos, A. **Avaliação Sensorial e Absorção de Gordura de Diferentes Formulações de Almôndegas de Polpa de tilápia do Nilo**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

Este experimento teve por objetivo a avaliação sensorial e absorção de gordura de diferentes formulações de almôndegas de Polpa de Tilápia do Nilo. Foi utilizado o delineamento experimental estatístico simplex-centroid para três componentes, farinhas de aveia, amaranto e quinoa, que gerou 9 experimentos. E foi desenvolvida uma formulação controle contendo apenas farinha de trigo. As variáveis dependentes estudadas foram a cor objetiva (L^* , a^* e b^*), pH, perda de peso por cozimento (PPC) e teor de lipídios. Apenas as variáveis cor objetiva (ΔE), que são os valores da cor objetiva das amostras do Delineamento Experimental comparadas com os valores da amostra controle, e teor de lipídios (AG) diferiram estatisticamente e geraram uma formulação otimizada, contendo 20,59% de aveia, 30,00% de amaranto e 49,41% de quinoa. O valor médio do pH das amostras estudadas variaram de 6,10 a 6,30 e não houve diferença significativa entre os experimentos. Os experimentos tiveram um rendimento de aproximadamente 80%, ou seja, uma PPC que variou de 15,68% a 20,22% e não houve diferença significativa. A formulação otimizada apresentou um teor de lipídios teórico de 0,59% e um valor de ΔE de 4,5 e para a amostra controle o teor de lipídios foi de 2,93% e o valor de ΔE de 1,97. As formulações otimizada e controle foram submetidas à avaliação sensorial pelo teste de escala Hedônica e 95 provadores não-treinados avaliaram os atributos de avaliação global, sabor, cor e textura. Os atributos, avaliação global e textura apresentaram diferença significativa, e as notas foram 6,73 e 5,89 para a formulação controle, e 7,11 e 7,26 para a otimizada, respectivamente. Resultando assim, num produto final, sensorialmente aceito, com características nutricionais saudáveis, com adição de fibras e um teor reduzido de gordura.

Palavras-chaves: Teor de lipídios, amaranto, aveia, quinoa, oreochromis niloticus.

ABSTRACT

CIOLA, Carlos. A. **Sensory Evaluation and Fat Absorption From Different Formulations of Meatballs of tilápia do Nilo Pulp.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

This experiment aims to sensory evaluation and absorption of fat in different formulations of meatballs of tilápia do Nilo pulp. It was used the simplex-centroid statistical experimental design for three components, oat flour, amaranth and quinoa, which generated 9 experiments. It was developed a formulation control containing wheat flour only. The dependent variables were the objective color (L^* , a^* and b^*), pH, weight loss by cooking (WLC) and lipid content. Only the variables objective color (ΔE), which are the values of objective color of Experimental Delineation samples compared to the control sample values and lipid content (AG) differed significantly and generated an optimized formulation containing 20.59% of oats, 30.00% amaranth and 49.41% amaranth. The average pH of the samples varied between 6.30 and 6.10 the no significant difference between experiments. The experiments had a yield of approximately 80%, that is, a PPC which ranged from 15.68% to 20.22% and there was no significant difference. The optimized formulation presented a theoretical lipid content of 0.59%, and a ΔE value of 4.5 and a control sample the lipid content was 2.93% and the ΔE value of 1.97. The optimized formulations and control were subjected to sensory evaluation by the Hedonic scale testing and 95 non-trained panelists evaluated the overall assessment of attributes, flavor, color and texture. Attributes, texture and overall assessment showed significant difference, and the scores were 6.73 and 5.89 for the control formulation, and 7.11 and 7.26 for the optimized, respectively. Thus resulting in a finished product sensory accepted to healthy nutritional characteristics with added fibers and reduced fat .

Keywords: Lipid content, amaranth, oats, quinoa, oreochromis niloticus

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma para obtenção da polpa de tilápia do Nilo.....	14
Figura 2: Fluxograma de elaboração das almôndegas.....	22
Figura 3: Modelo da ficha de avaliação sensorial para o teste da almôndega de Polpa de tilápia do Nilo.....	24
Figura 4: Gráfico de contorno da superfície de resposta para a variável dependente teor de lipídios (AG).....	28
Figura 5: Gráfico de contorno da superfície de resposta para a variável dependente delta E (ΔE).....	28
Figura 6: Gráfico da influência das farinhas de aveia, quinoa e amaranto, nas propriedades da mistura: teor de lipídios e cor objetiva.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características físico-químicas da almôndega.....	18
Tabela 2 – Matriz do Delineamento Experimental para três componentes (aveia, amaranto e quinoa).....	20
Tabela 3 – Formulação padrão da almôndega.....	21
Tabela 4 – Valores médios das análises físico-química realizadas nos nove experimentos e da amostra controle (farinha de trigo).....	25
Tabela 5 – Modelos estatísticos obtidos para as propriedades de mistura das farinhas.....	30
Tabela 6 – Resultado das análises microbiológicas da amostra controle e da formulação otimizada.....	31
Tabela 7 - Médias das notas atribuídas pelos provadores no teste de aceitação para duas formulações de almôndegas de Polpa de tilápia do Nilo, a controle (100% farinha de trigo) e a otimizada.....	31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 TILÁPIA DO NILO	12
2.2 PROCESSAMENTO DA POLPA DE PEIXE	13
2.3 BENEFÍCIOS DAS FARINHAS UTILIZADAS.....	15
2.3.1 BENEFÍCIOS DA QUINOA.....	15
2.3.2 BENEFÍCIOS DO AMARANTO	16
2.3.3 BENEFÍCIOS DA AVEIA	17
2.4 ALMÔNDEGA.....	18
3. OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GERAL.....	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 MATÉRIA-PRIMA.....	20
4.2 METODOLOGIAS	20
4.2.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL SIMPLEX-CENTROID PARA TRÊS COMPONENTES	20
4.2.2 DESENVOLVIMENTO DAS ALMÔNDEGAS	21
4.2.3 DETERMINAÇÃO DO PH	22
4.2.4 DETERMINAÇÃO DA COR OBJETIVA (L*, A* E B*).....	22
4.2.5 DETERMINAÇÃO DA PERDA DE PESO POR COZIMENTO (PPC).....	22
4.2.6 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE LIPÍDIOS	22
4.2.7 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	23
4.2.8 ANÁLISE SENSORIAL	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5.1. RESULTADO DAS ANÁLISES FÍSICO- QUÍMICAS.....	25
5.2 RESULTADO DO DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	27
5.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	30
5.4 ANÁLISE SENSORIAL	31
6.0 CONCLUSÃO.....	33
7.0 REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país rico em água doce, portanto ele tem se destacado para a produção de peixes cultivados, devido ao grande potencial aquícola. Sabendo da necessidade por alimentos mais saudáveis, tem se ampliado a produção de peixes cultivados, visando á satisfação dos consumidores que procuram alimentos com um maior valor nutritivo. Hoje, o consumo por produtos oriundos de pescado ainda é pequeno no Brasil e a tendência é aumentar a procura por esse tipo de alimento (COSTA;CASSUCCI, 2010).

A denominação genérica "Pescado" compreende os peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, quelônios e mamíferos de água doce ou salgada, extensivas às algas marinhas e outras plantas e animais aquáticos, desde que destinados à alimentação humana (BRASIL, 1952).

A produção de pescados no Brasil em 2015 será de 1,78 milhões de toneladas, sendo 53% desse total oriundo da pesca e os outros 47% da Aquicultura (CAPOBIANCO, 2013).

A tilápia é hoje a espécie de peixe mais cultivada no Brasil, representando 47% da produção nacional. Seu ganho de peso rápido, 800 gramas em seis meses, fez ela se tornar a preferida dos piscicultores (ANDRADE, 2015). A tilápia do Nilo tem rendimento de filé, com valores que variam de 25,4% até valores próximos a 42% (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994). Pode-se assim dizer que muita carne não é aproveitada da carcaça da tilápia do Nilo, mas esse restante de carne não aproveitado pode ser recuperado como polpa. Durante o processo de filategem da tilápia do Nilo, são produzidos aproximadamente 65% de resíduos (NEIVA, 2006).

A Carne Mecanicamente Separada (CMS) é um produto obtido de uma única espécie ou de mistura de espécies de peixes com características sensoriais similares, através do processo de separação mecânica da parte comestível, gerando partículas de músculo isenta de ossos, vísceras, escamas e pele. Neste método, o músculo é separado dos ossos, das escamas, da pele e das vísceras correspondentes, por meio de uso de máquinas separadoras de carne e ossos, que possibilitam maior recuperação de carne em relação à obtida pelos métodos tradicionais de filetagem (BOSCOLO *et al.*, 2009).

Vários termos são utilizados para definir carne mecanicamente separada (CMS) de pescado, tais como, *minced fish*, polpa de pescado, cominutado ou

cominuído de pescado, carne desossada, entre outros (NEIVA, 2006). Para a obtenção da polpa de pescado a CMS passa por repetitivos processos de lavagem e retirada do excesso de gordura (PETENUCCI *et al.*, 2010). Esse tipo de matéria-prima vem sendo utilizada no preparo de produtos industrializados como *fishburguers*, empanados, embutidos, almôndegas, entre outros.

Muitas pesquisas estão focadas no desenvolvimento de alimentos saudáveis, funcionais, atendendo a todos os padrões de qualidade e mantendo as características do produto. Os alimentos funcionais se caracterizam por oferecer vários benefícios à saúde, além do valor nutritivo inerente à sua composição química, podendo desempenhar um papel potencialmente benéfico na redução do risco de doenças crônico degenerativas (NEUMANN, *et al.*, 2000; TAIPINA; FONTS; COHEN, 2002;). A substituição da farinha de trigo por produtos funcionais, como a aveia, amaranto e quinoa, visa à agregação dessas características ao produto final. Esses alimentos têm em sua composição altos teores de fibras, proteínas, minerais, vitaminas quando comparados com os demais cereais e fornecem aporte energético e nutricional. Além de prevenir doenças, a quinoa, por exemplo, tem forte poder de prevenção de doenças cardiovasculares, ajuda no controle da pressão arterial, melhora do quadro glicêmico (WEBSTER, 1986; BREENE, 1991; PEDÓ; SGARBIERI, 1997; SÁ *et al.*, 2000; WEBER *et al.*, 2002; AVILA, 2012).

Como forma de inovação o presente estudo teve como objetivo a utilização da Polpa de tilápia do Nilo na formulação de almôndegas utilizando aveia, quinoa e amaranto, visando, desenvolver um produto saudável, com adição de fibras e um teor reduzido de lipídios.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 TILÁPIA DO NILO

As tilápias do Nilo são naturais da África, de Israel e da Jordânia e devido a seu potencial para a aquicultura, tiveram sua distribuição expandida para todos os continentes. A motivação inicial deve-se ao fato de ser uma espécie apropriada para a piscicultura de subsistência em países em desenvolvimento (LOVSHIN, 1997). A captura mundial de pescados atingiu seu ápice nos anos 90, quando as taxas mundiais de crescimento ficaram estagnadas. A Aquicultura por sua vez, vem apresentando taxas de crescimento próximas a 10% ao ano nos últimos 20 anos. A Aquicultura é uma das atividades que mais cresce dentro do agronegócio mundial. Entre 1993 e 2006, a produção mundial de pescados cresceu 2,6% ao ano. A aquicultura supriu 83% desse aumento e respondeu em 2006 por 36% de todo o pescado produzido no mundo (contra 17% em 1993). Estima-se que em 2015 mais da metade de total produção mundial de pescados seja proveniente da Aquicultura (FIGUEIREDO, 2008).

A espécie *Oreochromis niloticus* (tilápia do Nilo), foi introduzida no Brasil em 1971, procedente da Costa do Marfim, na África (CASTAGNOLLI, 1992). É uma espécie bastante rústica, de hábito alimentar fitoplanctófago que aceita, também, outros tipos de alimento, inclusive alimentos artificiais, em todos os estágios de vida (SANTIAGO; ALDABA; REYES, 1987). Apresenta carne de excelente sabor, para parte da população, e com boa aceitação no mercado consumidor, o que a torna uma espécie de grande interesse para a piscicultura.

A produção de tilápia do Nilo no Brasil cresceu 23% ao ano, no período entre 1996 a 2005. Em 2005 a produção brasileira ultrapassou a produção conjunta dos principais países exportadores (Equador, Honduras, Costa Rica e Colômbia) de filé fresco de tilápia do Nilo para o mercado americano. Em 2004 o Ceará consolidou a sua liderança como produtor de tilápia do Nilo, aumentando para 18.000 toneladas (26,1% da produção nacional) sua produção, distanciando-se ainda mais do segundo produtor, ao produzir 6.000 toneladas a mais que o Paraná (que no ano citado produziu apenas 11.922 toneladas) (FIGUEIREDO, 2008).

Pesquisas mais recentes mostram que a perspectiva de produção de pescados no Brasil em 2015 será de 1,78 milhões de toneladas, sendo 53% desse total oriundo da pesca e os outros 47% da Aquicultura (CAPOBIANCO, 2013).

A tilápia do Nilo é produzida em praticamente todas as regiões do país, exceto na região norte onde sua produção é inexpressiva. A região nordeste é a principal região produtora, com destaque aos estados do Ceará, Pernambuco e Bahia. Na região sul, o Paraná é o maior produtor. São Paulo se destaca no sudeste, com grande expansão nos cultivos nos últimos 10 anos. Sendo sua produção de tilápia do Nilo no Brasil de 210 toneladas/ano e o consumo médio per capita é de 1kg/ano (PORTAL MATSUDA, 2014).

2.2 PROCESSAMENTO DA POLPA DE PEIXE

O rendimento de filé está relacionado ao peso bruto do peixe, cujos valores variam de 25,4% até valores próximos a 42% (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994). Pode-se assim dizer que muita carne não é aproveitada da carcaça da tilápia do Nilo, mas esse restante de carne não aproveitado pode ser recuperado como Polpa. Durante o processo de filategem da tilápia do Nilo, são produzidos aproximadamente 65% de resíduos. A polpa é a carne recuperada da carcaça após a filetagem, passando por um processo semelhante ao da Carne Mecanicamente Separada (CMS). A polpa possui maior viabilidade econômica, quando comparado com a filetagem, por apresentar recuperação adicional de carne entre 10 a 20%. É preciso levar em consideração, que a quantidade de recuperação da carne depende da espécie e de seu tamanho, entre outros fatores (NEIVA, 2006).

De acordo com a legislação brasileira (Circular nº 028/DICAR, 1981) a CMS, é o produto obtido a partir de ossos ou partes de carcaças dos animais liberados pela Inspeção Federal, à exceção dos ossos da cabeça, submetidos à separação mecânica em equipamentos específicos (máquina de desossa mecânica) e imediatamente congelado a temperatura não superior a -18 °C, por processos rápidos ou ultra-rápidos, desde que não tenha utilização imediata. A desossa mecânica é um processo no qual a matéria-prima escolhida é forçada contra faces perfuradas. A carne e parte da medula óssea passam pelos orifícios, enquanto ossos e cartilagens ficam retidos (GOMIDE *et al.*, 1997). A carne mecanicamente separada é uma matéria-prima cárnea de baixo custo, cuja textura pastosa, fina e

uniforme, difere da textura mais fibrosa da carne desossada manualmente, e tem sido predominantemente utilizada em produtos, emulsionados (BERAQUET, 1988; THOMPSON; JANKV; ARAFA, 1984). Apesar de alguns estudos estarem sendo conduzidos para avaliar o uso de diferentes proporções de CMS em vários tipos de produtos cárneos, a legislação brasileira permite a utilização da CMS apenas em produtos cárneos industrializados cozidos específicos como: salsicha (60%), mortadela (60%), lingüiça (20%), almôndega (30%), fiambre (30%) e hambúrguer (30%) nos seus respectivos limites máximos (BRASIL, 2000; BRASIL, 2000).

Para a obtenção da polpa de tilápia do Nilo, conforme o fluxograma descrito na Figura 1, foi utilizados os seus espinhaços, que são congelados e armazenados sob temperatura de (-18 °C) pelo período de 7 a 15 dias até o momento do processamento. Os espinhaços são descongelados em temperatura ambiente (~20 °C) por aproximadamente quatro horas e lavados com água clorada a 5ppm. Em seguida, o material é introduzido na máquina de desossa. Após cada ciclo de lavagem com água clorada a 5ppm, sob temperatura de 10 °C, na proporção de três partes de água para uma parte de massa, a mistura é submetida à leve agitação com batedeira na superfície, seguida de repouso de 10 minutos para decantação da gordura. O excesso de gordura sobrenadante é retirado com o uso de peneiras. As amostras de polpa são submetidas a um ciclo de lavagem. Após as lavagens, as amostras são centrifugadas, para a retirada do excesso de água. Em seguida, as amostras são embaladas e congeladas e armazenadas sob temperatura de -18 °C (PETENUCCI *et al.*, 2010).

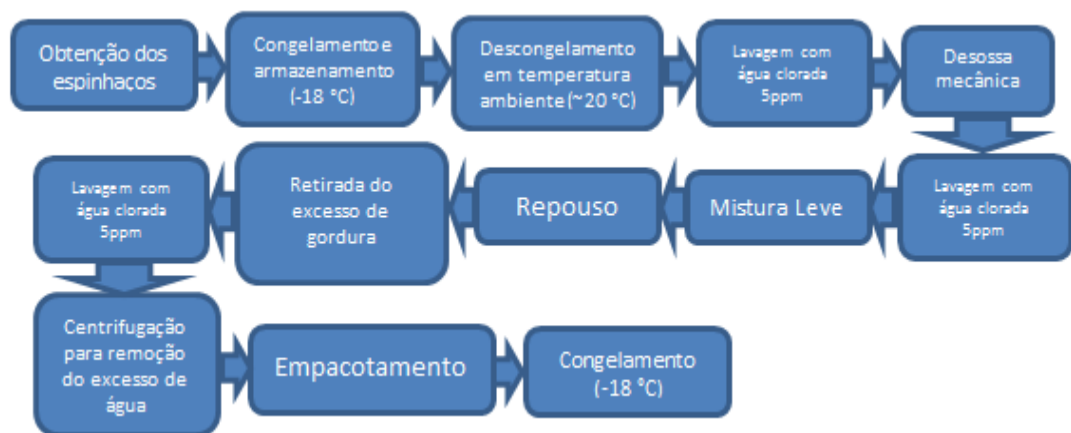


Figura 1 - Fluxograma de obtenção da polpa de tilápia do Nilo.

O pescado e/ou sua carne separada mecanicamente (CMS), também conhecida como polpa, é um produto de alto valor nutricional, pois é considerado um

alimento facilmente digerível, altamente protéico e de baixo valor calórico, excelente fonte de vitaminas e minerais, principalmente cálcio, comparado aos demais alimentos protéicos disponíveis no mercado (SIMÕES *et al.*, 2004).

Segundo Neiva (2006), a utilização da Polpa visa uma diminuição do impacto ambiental que os resíduos de produtos cárneos geram no meio ambiente. Sua utilização em outros produtos industrializados tem como intuito uma agregação de valor, pois a polpa de peixe tem alto valor biológico e precisa ser reaproveitado.

Os estudos sobre *fishburgers* de polpa de tilápia do Nilo realizados por Marengoni *et al.* (2009) mostram que esse produto teve uma grande aceitação perante aos consumidores e que, esse tipo de produto, sugere uma alternativa econômica, pra quem visa uma alimentação mais saudável, e agregação de valor a Polpa de tilápia do Nilo.

2.3 BENEFÍCIOS DAS FARINHAS UTILIZADAS

2.3.1 BENEFÍCIOS DA QUINOA (PSEUDO-CEREAL)

A quinoa real (*Chenopodium quinoa Willd.*) é uma Chenopodiaceae oriunda dos Andes, onde tem sido cultivada há milhares de anos (BHARGAVA; RANA; SHUKLA, 2005). O mérito principal da quinoa real é que o grão, as folhas, assim como as inflorescências são fontes de proteína de boa qualidade, que é comparável à caseína do leite. A qualidade nutricional da quinoa real é importante, sendo rica em aminoácidos sulfurados e no aminoácido lisina, ao contrário das proteínas dos cereais, que são deficientes em lisina (FERREIRA *et al.*, 2004). De acordo com Ruales, Polit e Nair (1990), pode-se afirmar que o perfil aminoacídico da quinoa é muito superior aos outros cereais. A quinoa apresenta outras vantagens sobre os outros cereais, por possuir quantidades elevadas de vitaminas como riboflavina, niacina, tiamina, B6, e minerais como magnésio, zinco, cobre, ferro, manganês e potássio (BORGES *et al.*, 2003). Além de fonte de proteína de alta qualidade e possuir baixos valores de gorduras saturadas, a quinoa possui quantidades significativas de fibras, ferro, cálcio e vitaminas, quando comparada a outros tipos de cereais (BADAWI, 2012).

A quinoa tem em sua composição 59,85% de carboidrato, 14,16% de proteína, 5,73% de gordura e 5,10% de fibras (TACO, 2006).

O valor protéico da quinoa é superior ao dos demais cereais, devido ao seu poder de prevenção de doenças cardiovasculares, melhora do quadro glicêmico, por ser fonte de magnésio participa da manutenção da função cardíaca normal e da transmissão dos impulsos nervosos, ajuda no controle da pressão arterial e saúde das artérias em geral. Por ser rica em fibras, ajuda no funcionamento do intestino, e diminui o aparecimento de DCNT (Doenças coronárias não transmissíveis), controla a retenção hídrica, melhora significativamente a aparência da pele, aumentando a viscosidade da mesma, diminuindo a formação de acnes e outros processos inflamatórios, é fonte de zinco, ajuda na prevenção de problemas articulares e ósseos, atua na melhora do quadro de TPM em mulheres, contem substâncias antioxidantes, atua na manutenção do tecido epitelial e previne danos nas membranas celulares (AVILA, 2012).

Assim, a adição de farinha de quinoa em hambúrguer bovino, contribui com a melhoria das características nutricionais do produto final, podendo adicionar maiores teores de fibras, vitaminas e proteínas ao produto, bem como adição de ácidos graxos poliinsaturados, proporcionando uma alimentação mais saudável ao consumidor (MACHADO, 2014).

2.3.2 BENEFÍCIOS DO AMARANTO (Pseudo-cereal)

O amaranto (*Amaranthus sp.*) é uma planta dicotiledônea cujas folhas e sementes são consumidas como alimento em diversas regiões no Brasil. A planta apresenta inflorescência tipo panícula, sendo frequentemente classificada como “falso cereal” (SAUER, 1950). Os grãos de amaranto chamam a atenção pelo seu conteúdo alto de proteínas (~15%), gorduras e minerais, especialmente quando comparado aos cereais. A proteína é considerada de alta qualidade biológica devido ao seu conteúdo em lisina e outros aminoácidos essenciais (BRESSANI, 1988; BREENE, 1991). O percentual de proteína (14,9%), gordura (6,98%) e fibra (4,5%) do amaranto são geralmente superiores aos dos cereais comuns, como trigo (12,3% de proteína, 1,8% de gordura, 2,3% de fibra), milho (8,9% de proteína, 3,9% de gordura, 2,0% de fibra), arroz integral (7,5% de proteína, 1,9% de gordura, 0,9% de fibra) e aveia (16,1% de proteína, 6,4% de gordura, 1,9% de fibra). Análise das

gorduras indica que os ácidos oléico mais linoléico e o ácido esteárico constituem cerca de 70 e 20% da gordura total do amaranto, respectivamente (YAÑEZ *et al.*, 1994).

Por suas características nutricionais, a farinha de amaranto desponta como um ingrediente alimentar altamente desejável para consumo como alimento de subsistência (base alimentar) ou pra o enriquecimento da dieta de muitas comunidades no terceiro mundo. O alto valor nutritivo da proteína faz com o grão de amaranto seja aplicável, tanto na fortificação de farinhas de trigo, milho e tubérculos, como na elaboração de produtos farináceos isentos de glúten. Esta última aplicação também seria da maior importância visando ampliar a oferta de alimentos altamente nutritivos para celíacos (AMAYA-FARFAN; MARCÍLIO; SPEHAR, 2005).

2.3.3 BENEFÍCIOS DA AVEIA

A aveia (*Avena sativa L.*) é um cereal de excelente valor nutricional. Destaca-se entre os cereais por fornecer aporte energético e nutricional equilibrado, por conter em sua composição química aminoácidos, ácidos graxos, vitaminas e sais minerais indispensáveis ao organismo humano e, principalmente, pela composição de fibras alimentares (9% a 11%). Apresenta teor protéico variando de 12,4% a 24,5% no grão descascado e teor de lipídios entre 3,1% a 10,9%, distribuídos pelo grão composto, predominantemente, de ácidos graxos insaturados (WEBSTER, 1986; PEDÓ; SGARBIERI, 1997; SÁ *et al.*, 2000; WEBER *et al.*, 2002). Estudos têm revelado propriedades tecnológicas, sensoriais, nutricionais e funcionais vantajosas quanto à utilização da aveia na alimentação humana. Além disso, seus derivados têm habilidade de estabilizar componentes lipídicos em razão de suas propriedades antioxidantes. Trata-se do único cereal cuja proteína apresenta balanço de aminoácidos relevantes sob o ponto de vista nutricional, bem como teor protéico superior ao dos demais cereais (SEABRA *et al.*, 2002; TEDRUS *et al.*, 2001; GUTKOSKI; PEDÓ, 2000).

A aveia é um dos principais cereais empregados no enriquecimento de alimentos, pelo seu teor de fibras solúveis, que ajudam a diminuir a absorção de gorduras, e conseqüentemente o colesterol, e pelo seu poder antioxidante. Em produtos cárneos está sendo utilizada como substitutos de gordura, por ser similar á

sensação bucal, proporcionando novas alternativas de produtos cárneos (DANIEL, 2006).

As vantagens do uso de farinha de aveia em produtos cárneos têm sido justificadas pela retenção de água, inclusive durante o cozimento, por proporcionar uma sensação bucal similar à da gordura, pela ausência de sabor de cereais e contribui com acréscimo de fibra alimentar nos produtos cárneos, além de contribuir com os escores sensoriais para maciez, suculência e *flavor* (SEABRA *et al.*, 2002).

2.4 ALMÔNDEGA

Segundo a Normativa Nº 20 da ANVISA de 2000, entende-se por almôndega, o produto cárneo industrializado, obtido a partir da carne moída de uma ou mais espécies de animais de açougue, moldada na forma arredondada, adicionada de ingredientes e submetido ao processo tecnológico adequado. Contendo as seguintes características Físico-Químicas (Tabela1):

Tabela 1 - Características físico-químicas da almôndega.

Característica físico-química	Valores (%)
Gordura (máx.)	18
Proteína bruta (mín.)	12
Açúcares totais (carboidratos)	10
Teor de cálcio (máx. base seca)	0,1 em almôndega crua e 0,45 em almôndega cozida

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o comportamento de três tipos de farinhas (quinoa, amaranto e aveia) no processamento de almôndegas de CMS de tilápia do Nilo em relação à absorção de gordura e avaliar a aceitação sensorial.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver o delineamento experimental de misturas Simplex-centroid para três componentes (aveia, amaranto e quinoa).
- Desenvolver as formulações das almôndegas de acordo com o delineamento experimental e uma formulação controle contendo farinha de trigo.
- Determinar as seguintes análises físico-químicas nas amostras de almôndegas: teor de lipídios, perda de peso por cozimento (PPC); cor objetiva (L^* , a^* e b^*) e pH.
- Realizar análises microbiológicas na amostra controle e na formulação de almôndega otimizada pelo delineamento experimental.
- Avaliar a aceitação sensorial da formulação otimizada e comparar com a formulação controle.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATÉRIA-PRIMA

A Polpa (com 9% de gorduras totais) de tilápia do Nilo foi gentilmente cedida pela empresa COPACOL (Cafelândia – PR). As farinhas de trigo, quinoa, amaranto e aveia (todas não integrais) e demais ingredientes foram adquiridas no mercado local.

Os aditivos cárneos utilizados na elaboração das almôndegas foram gentilmente doados pela empresa IBRAC (Indústria Brasileira de Aditivos e Condimentos).

4.2 METODOLOGIAS

4.2.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL SIMPLEX-CENTROID PARA TRÊS COMPONENTES

Para a avaliação do comportamento das misturas foi utilizado o delineamento estatístico simplex-centroid para três componentes (aveia, amaranto e quinoa) (Tabela 2). As respostas são independentes dos estados físicos dependendo somente das proporções dos ingredientes presentes nas misturas (CORNELL, DENG, 1982; BREITKREITZ; JARDIM; BRUNS, 2009). As variáveis respostas dependentes avaliadas foram cor objetiva, pH, perda de peso por cozimento (PPC) e teor de lipídios antes e após a fritura das almôndegas. Os resultados das variáveis dependentes foram analisadas pelo Software Statistica 7.1.

Tabela 2 – Matriz do Delineamento Experimental para três componentes (aveia, amaranto e quinoa).

Experimento	Farinha de aveia (%)	Farinha de Quinoa (%)	Farinha de amaranto (%)
1	100,00	0	0
2	0	100,00	0
3	0	0	100,00
4	50,00	50,00	0
5	50,00	0	50,00
6	0	50,00	50,00
7	33,33	33,33	33,33
8	33,33	33,33	33,33
9	33,33	33,33	33,33

Além dos nove experimentos, foi desenvolvido o experimento de número 10, que foi designado de controle recebeu a adição de farinha de trigo. A amostra controle foi submetida às mesmas análises físico-químicas de cor objetiva, pH, perda de peso por cozimento (PPC) e teor de lipídios. Para a análise da cor objetiva, foi determinado o valor delta E (ΔE), através de uma comparação dos valores médios obtidos L^* , a^* e b^* das amostras do delineamento e a amostra controle.

4.2.2 DESENVOLVIMENTO DAS ALMÔNDEGAS

As almôndegas foram preparadas de acordo com a metodologia sugerida por (TERRA, 1998). Os aditivos e ingredientes que foram utilizados estão descritos na Tabela 2.

Tabela 3 – Formulação padrão da almôndega.

Ingrediente	%
Polpa de tilápia do Nilo	72,95
Ovo	5,00
Sal	1,50
Antioxidante (IBRACOR 501)	0,25
Mistura de Fatores (Farinha) *	**
Alho em pó	0,10
Glutamato monossódico	0,10
Tempero Verde	0,10

*Corresponde à mistura dos três fatores envolvidos no delineamento estatístico (farinha de quinoa, farinha de aveia e farinha de amaranto). **A quantidade dos componentes desta mistura foi determinada para cada tratamento segundo o delineamento em mistura (Tabela 1).

A porcentagem total da concentração da mistura de fatores que foi utilizada na formulação foi de 20%.

Todos os ingredientes foram pesados, colocados em um recipiente e homogeneizados manualmente até obtenção de uma massa homogênea. Então massa obtida foi dividida em formato arredondado de aproximadamente 20 g. Antes de serem fritas, as almôndegas passaram pelas análises de pH e cor objetiva. Em

seguida, foram fritas em óleo à temperatura de (170-180 °C) por aproximadamente 3 minutos (Figura 2).



Figura 2. Fluxograma de elaboração das almôndegas.

4.2.3 DETERMINAÇÃO DO pH

O valor de pH das almôndegas cruas determinado em triplicatas com auxílio do potenciômetro de contato, marca Testo, de acordo com a metodologia sugerida por Olivo *et al.* (2001) com modificações. O ponto de incisão do eletrodo foi na parte central da almôndega.

4.2.4 DETERMINAÇÃO DA COR OBJETIVA (L*, a* e b*)

Os valores da cor objetiva das almôndegas, antes do processo de fritura. Foram medidos na parte superficial da almôndega. Os resultados foram expressos como L* (que representa a porcentagem de luminosidade, 0= escuro e 100=claro), a* (onde -a* representa direção ao verde e +a* direção ao vermelho) e b* (onde -b* representa direção ao azul e +b* direção ao amarelo) (HUNTERLAB, 1998).

4.2.5 DETERMINAÇÃO DA PERDA DE PESO POR COZIMENTO (PPC)

As almôndegas foram pesadas, antes e após a cocção, com a finalidade de se conhecer a perda de peso durante o cozimento (HONIKEL, 1998). Os resultados foram expressos em porcentagem, baseando-se na diferença de peso inicial da amostra em relação ao peso final.

4.2.6 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE LIPÍDIOS

Para a determinação do teor de lipídios absorvidos, realizou-se o procedimento proposto por Bligh e Dyer (1959), sem modificações. Esse

procedimento foi utilizado, para determinar o teor de lipídios, tanto para as amostras cruas, quanto para as fritas. Os resultados foram expressos em porcentagem de lipídios presente na amostra.

4.2.7 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

A formulação controle e a otimizada pelo delineamento estatístico passaram por análises microbiológicas, segundo a Resolução RDC nº12, de 02 de Janeiro de 2001, da ANVISA. Sendo assim, foram pesquisados os seguintes microrganismos: Coliformes a 45 °C; Estafilococos coagulase positiva; *Clostridium* sulfito redutor a 46 °C e *Salmonella* sp. As amostras estavam cruas.

4.2.8 ANÁLISE SENSORIAL

A formulação de almôndega otimizada pelo delineamento estatístico e a amostra controle foram submetidas à análise sensorial de aceitação com painel não treinado (MEILGAARD *et al.*, 1999), constituído de alunos, professores e técnicos administrativos da UTFPR (Campus Campo Mourão), totalizando 95 provadores. Foram avaliados os atributos sabor, cor, textura e aceitação global, através de uma escala hedônica de categoria verbal de nove pontos (9 = gostei muitíssimo; 1 = desgostei muitíssimo), conforme ficha apresentada na Figura 3.

A análise sensorial foi realizada de maneira monádica, e as amostras com aproximadamente 10 gramas foram fritas a temperatura de 180 °C por 3 minutos, em fritadeira elétrica, e servidas em copos plásticos (50 mL) de cor branca, identificados com numerações de 3 dígitos aleatórios aos provadores, a temperatura de 40 °C. Como amostra em branco foi servido água, a temperatura ambiente.

TESTE DE ACEITAÇÃO	
NOME:	DATA:
1. Você está recebendo uma amostra codificada de almôndegas de Polpa de Tilápia-do-Nilo. Avalie a amostra utilizando a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou para os seguintes atributos: Avaliação global, sabor, cor e textura.	
(9) Gostei muitíssimo	
(8) Gostei muito	
(7) Gostei moderadamente	
(6) Gostei ligeiramente	
(5) Nem gostei e nem desgostei	
(4) Desgostei ligeiramente	
(3) Desgostei moderadamente	
(2) Desgostei muito	
(1) Desgostei muitíssimo	
CÓDIGO DA AMOSTRA: _____.	
NOTAS: Avaliação global: _____ Sabor: _____ Cor: _____ Textura: _____.	
COMENTÁRIOS: _____.	

Figura 3 - Modelo da ficha de avaliação sensorial para o teste de aceitação da Almôndega de Polpa de tilápia do Nilo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RESULTADO DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

A tabela a seguir (Tabela 4) mostra todas as médias dos resultados das análises físico-químicas.

Tabela 4. Valores médios das análises físico-química realizadas nos nove experimentos e da amostra controle (farinha de trigo).

Exp erim ento s	pH	PPC (%)	Cor objetiva			% de lipídios antes da fritura	% de lipídios depois da fritura	% final de lipídios
			L*	a*	b*			
1	6,30±0,02 ^a	19,92±2,04 ^a	55,49±4,66 ^a	2,14±0,53 ^d	16,3±2,55 ^{ab}	0,75	3,42	2,67±1,15 ^b
2	6,28±0,01 ^a	17,33±1,01 ^a	65,9±0,66 ^b	6,64±0,77 ^f	20,37±2,95 ^d	0,79	2,44	1,71±0,34 ^b
3	6,25±0,04 ^a	16,63±9,19 ^a	69,93±1,61 ^c	0,88±0,37 ^{ab}	15,78±0,67 ^{ab}	4,39	4,46	1,17±0,60 ^b
4	6,19±0,09 ^a	16,08±1,11 ^a	63,56±1,70 ^b	3,4±0,69 ^e	13,01±2,69 ^a	0,17	1,96	2,13±0,20 ^b
5	6,16±0,05 ^a	18,87±7,32 ^a	70,68±0,87 ^c	1,5±0,43 ^c	17,21±1,58 ^{bc}	3,75	4,42	0,67±0,11 ^a
6	6,22±0,13 ^a	15,68±3,01 ^a	58,38±11,92 ^a	2,07±0,61 ^d	16,67±2,14 ^{ab}	4,25	5,02	0,77±0,79 ^a
7	6,10±0,02 ^a	18,44±3,28 ^a	70,37±0,62 ^c	2,75±0,84 ^d	18,87±2,23 ^c	1,24	0,78	0,46±0,19 ^a
8	6,21±0,07 ^a	17,92±0,14 ^a	68,2±0,52 ^c	1,71±0,31 ^c	16,49±1,79 ^{ab}	0,77	1,46	0,71±0,28 ^a
9	6,28±0,05 ^a	17,33±1,73 ^a	66,69±1,12 ^c	1,2±0,71 ^b	13,91±1,66 ^a	0,47	1,14	0,68±0,08 ^a
10 (Con trole)	6,27±0,01 ^a	20,22±1,72 ^a	72,06±2,55 ^c	0,71±0,05 ^a	35,86±0,88 ^e	0,11	3,04	2,93±0,35 ^c

Numeração das amostras de acordo com a tabela 2. Médias dentro da mesma coluna, com a mesma letra, não são significativamente diferentes, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5%. Porcentagem final de lipídios foi determinada pela diferença entre as porcentagens finais e iniciais de cada amostra.

Após a análise de variância univariada (ANOVA) e o Teste de Tukey, observa-se que existiu diferença significativa, entre as nove formulações elaboradas de almôndegas pelo delineamento experimental de mistura simplex-centroid para três componentes e a amostra controle (100% farinha de trigo), apenas para as variáveis dependentes: cor objetiva e teor de lipídios. Os valores de pH e PPC não apresentaram diferença significativa.

Os valores médios de pH, nas diferentes formulações, variaram de 6,10 a 6,30 e na amostra controle o valor de pH foi de 6,27. Observando os resultados pode-se afirmar que os mesmos corroboram com os valores médios de pH obtidos no estudo realizado por Mélo *et al.* (2011). Neste estudo, os pesquisadores obtiveram valores de pH em torno de 6,39 para mortadela elaborada a base de polpa de tilápia do Nilo.

Em relação à PPC, os valores médios variaram de 15,68 % a 19,92% e para a amostra controle (farinha de trigo), o valor foi de 20,22%. Ou seja, ambos os experimentos estudados apresentaram um rendimento em torno de 80%. Comparando esses valores com aos encontrados por Borba (2010), que analisou as características físico-químicas de hambúrguer de carne bovina e submetido a diferentes processamentos térmicos, temos que a PPC para o hambúrguer bovino submetido à fritura foi de 20,04%. Os valores médios de PPC obtidos no presente estudo foram similares a PPC do hambúrguer. Segundo Potter e Hotchkiss (1995), quando se utiliza formas de aquecimento convencionais (chama direta, ar quente, contato direto com a chapa e outros similares), as fontes de calor fazem com que as moléculas de alimento sejam aquecidas da superfície da peça até o interior da massa muscular, de maneira que o aquecimento ocorre em camadas sucessivas. Isso determina que o cozimento ocorra primeiramente no exterior da peça, ou seja, a coagulação das proteínas, formando um envoltório, como uma casca, que evita a perda de componentes cárneos para o exterior antes que sua temperatura interna aumente, resultando em perdas mais baixas no cozimento.

Para a análise da cor objetiva, os valores médios variaram de 55,49 a 69,93 para L* nas 9 amostras do delineamento experimental e para a amostra controle obteve-se um valor de 72,06 para L*; 0,88 a 6,64 para a* nas 9 amostras e para controle encontrou-se um valor de 0,71 para a* e 0,46 a 2,67 para b* nas 9 formulações e de 2,93 para a amostra controle, mostrando que houve diferença significativa entre as amostras, isso se deu, pois, como cada formulação tem concentração de farinhas diferentes uma da outra, é esperado que a cor de algumas almôndegas não seja significativamente igual. Os valores encontrados se assemelham ao estudo de BORGES *et al.* (2011) que estudaram a caracterização físico-química e reológica de farinhas mistas de trigo e linhaça e ao estudo de Borges *et al.* (2013) que avaliaram a caracterização físico-química e sensorial de pão de forma contendo farinha mista de trigo e quinoa. Nos estudos citados, os valores médios encontrados para L* (84,43), no primeiro caso, e (77,42) no segundo caso, se aproximam dos valores encontrados para as 9 formulações do delineamento experimental. Os valores médios de a* (1,01) e (1,15), para o primeiro e segundo caso, respectivamente, também se assemelham aos das 9 formulações, salvo o valor máximo encontrado (6,64) que foi um valor atípico, mas para os demais eles se correlacionam. Para b* foram encontrados valores médios de 10,46 e 22,05

para o primeiro e segundo caso, respectivamente, nesse quesito os valores não se assemelham aos das 9 formulações. Podemos dizer que as farinhas utilizadas no delineamento experimental e as dos estudos citados, se assemelham na luminosidade (L^*) e na variação de verde a vermelho (a^*) e se diferem na variação de azul a amarelo (b^*).

O teor de lipídios também é significativamente diferente para as amostras estudadas, isso também se deve a variação das concentrações das farinhas. E comparando os resultados obtidos com os encontrados por Oliveira (2009) que estudou a elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo, que formulou a salsicha com amido de fécula de mandioca e obteve um valor médio para o teor de lipídios de 3,97%, os resultados das 9 formulações foram menores (variação de 0,46 até 2,67), até mesmo a da amostra controle foi menor (2,93), confirmando que o uso da aveia, amaranto e quinoa pode diminuir o teor de lipídios para esse tipo de produto, no caso a almôndega.

5.2 RESULTADO DO DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Nas nove formulações elaboradas de almôndegas pelo delineamento experimental de mistura simplex-centroid para três componentes, apenas apresentaram diferenças significativas às variáveis dependentes estudadas: cor objetiva e teor de lipídios (AG). As figuras 4 e 5 demonstram como essas variáveis dependentes variaram durante o experimento. A amostra controle (farinha de trigo) apresentou um valor médio de ΔE igual a 1,97 e um teor de lipídios de 2,93%.

Conforme pode ser observado nas Figuras 4 e 5, pelos gráficos de contorno da superfície de resposta, verificou-se que os valores ideais para as variáveis estudadas que apresentaram diferença significativa, % de lipídios (AG) e valor de ΔE , são representados nas regiões mais escuras dos gráficos, na qual a proporção das três farinhas avaliadas (quinoa, amaranto e aveia) apresentam um teor de lipídio ao final do processo de fritura menor do que 0,6% e um valor de ΔE menor do que 4,0.

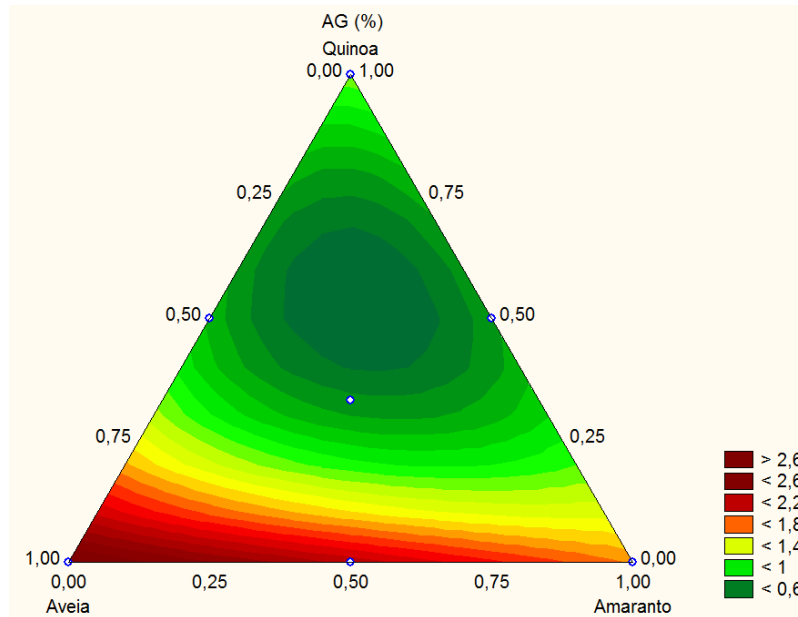


Figura 4 - Gráfico de contorno da superfície de resposta para a variável dependente teor de lipídios (AG).

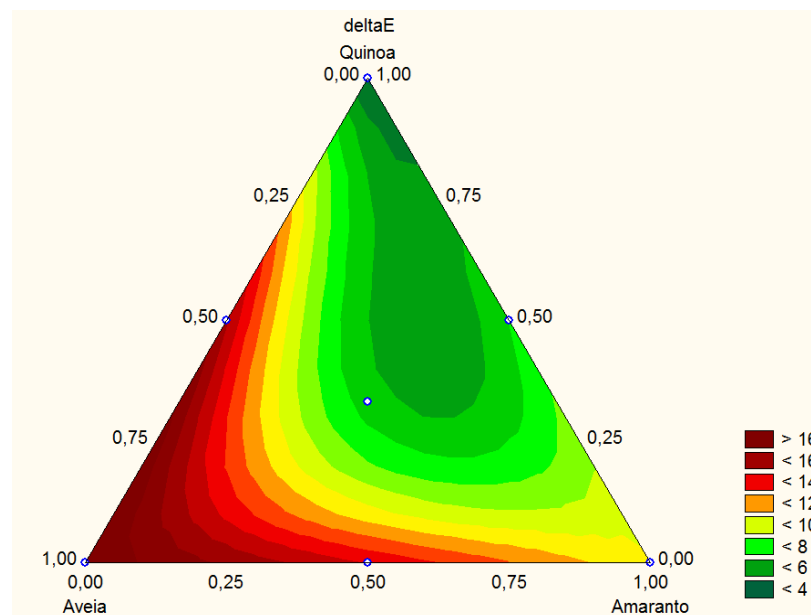


Figura 5 – Gráfico de contorno da superfície de resposta para a variável dependente valor de variação total de cor (ΔE).

A Normativa nº 20, de 31 de julho de 200 da ANVISA exige que a almôndega crua apresente teor máximo de gordura de 18%. No caso desta pesquisa, os nove experimentos e inclusive a amostra controle obtiveram um resultado inferior, mesmo após o processo de fritura.

A formulação otimizada foi gerada pelos dados obtidos experimentalmente e pela informação das seguintes necessidades: menor teor de gordura possível e menor delta E possível.

A Figura 6 mostra a influência de cada tipo de farinha sobre as variáveis que apresentaram diferença significativa, ΔE e porcentagem de lipídios (AG). Estes gráficos ilustram claramente qual foi a proporção ideal de cada farinha estudada para se obter um produto com menor teor de lipídios e um menor valor de ΔE .

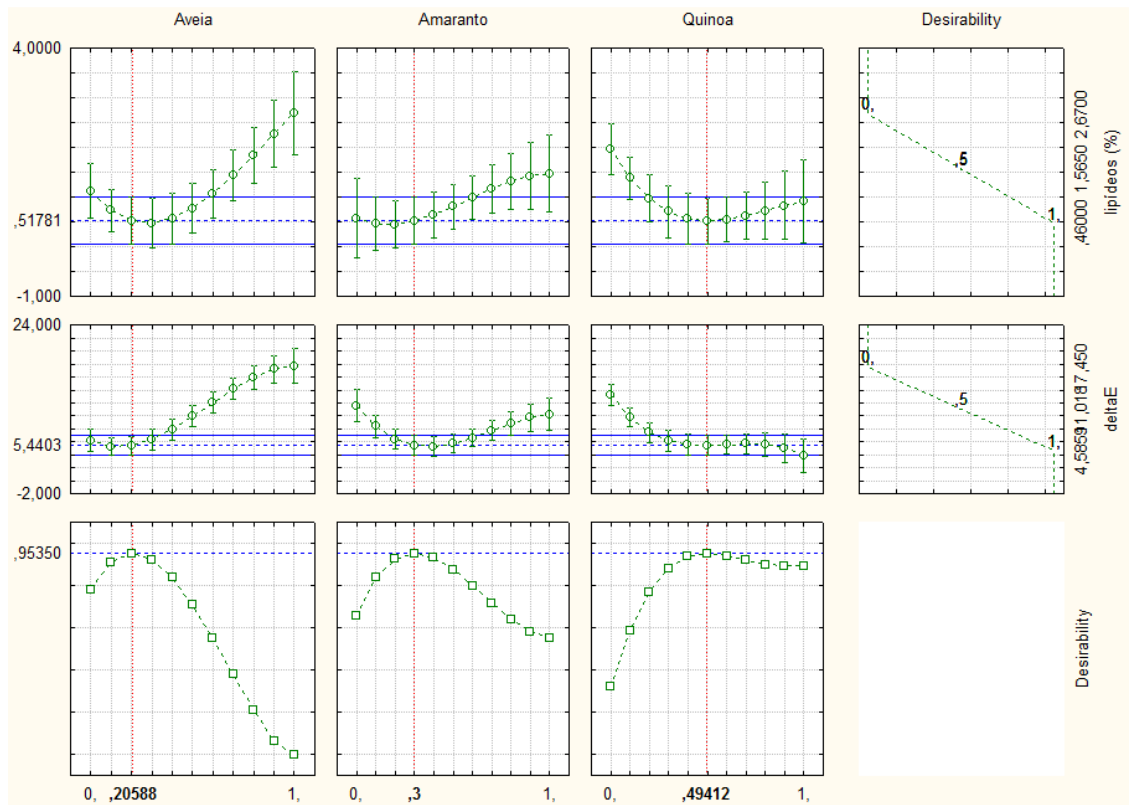


Figura 6 - Gráfico da Influência das farinhas de Aveia, quinoa e amaranto nas propriedades da mistura: teor de lipídios e cor objetiva.

Analisando os gráficos da Figura 4, puderam-se observar linhas horizontais que delimitam o valor ideal para cada propriedade, teor de lipídios e ΔE , e dentro dessas linhas estão os valores ideais das concentrações de cada farinha para a obtenção da formulação otimizada de almôndega de polpa de Tilápia do Nilo. Conseqüentemente a proporção de cada farinha para a elaboração da formulação teórica otimizada deverá ser de, 20,59% de aveia, 30% de amaranto e 49,41% de quinoa para a mistura de farinhas da formulação (que corresponde a 20% do total da almôndega).

Na tabela 3 estão apresentados os modelos ajustados e os correspondentes parâmetros de qualidade estatísticos obtidos a partir dos dados experimentais.

Tabela 5. Modelos estatísticos obtidos para as propriedades de mistura das farinhas.

Parâmetro	Equação	R ² Ajustado	p (Modelo)	p (Falta de Ajuste)
AG (%)	$2,65A + 1,69B + 1,17C - 4,57AC - 3,04BC - 10,09ABC$	0,9778	0,0026	0,7343
ΔE	$17,69A + 10,22B + 3,86C + 17,64AC - 162,81ABC$	0,9534	0,0016	0,2832

A: Aveia; B:Amaranto; C:quinoa.

Com esses modelos matemáticos e com os valores das concentrações das farinhas da formulação otimizada obteve-se os valores teóricos ideais do teor de lipídios (AG), de 0,59% e valor de ΔE de 4,74.

Esse valor teórico encontrado de 0,59%, para o teor de lipídios, apresenta-se quase 3 vezes menor do que o valor encontrado para a amostra controle (2,93%), isso se comprovado na prática, compete à formulação otimizada de almôndega de polpa de tilápia do Nilo o atributo de produto com baixo teor de gorduras totais, já que atinge os requisitos impostos pela Resolução RDC n° 54 de 2012 da ANVISA, que diz que para um produto ser denominado com baixo teor de gorduras totais, ele não deve ter mais que 3% de gordura no seu peso total. Além disso, esse produto terá características nutricionais elevadas, como teor de fibras, proteínas, minerais, entre outros, devido às farinhas utilizadas carregarem com elas essas características. Se tornando um produto que se encaixa na nova maneira que a população busca se alimentar, com baixo teor de gordura e com benefícios à saúde.

5.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICA

Atendendo a legislação vigente, foram realizadas análises microbiológicas, apenas das amostras que seriam submetidas à avaliação sensorial, amostra controle e formulação otimizada. Os resultados estão apresentados na Tabela 6, e podemos observar que ambas as amostras se apresentaram dentro dos padrões permitidos.

Isso se deu devido a todos os cuidados tomados durante a elaboração das almôndegas, como o uso de luvas, touca e materiais devidamente higienizados antes do processo de formulação. Além da manutenção da temperatura de cozimento e de armazenagem das matérias-primas e produto final.

Tabela 6. Resultado das análises microbiológicas da amostra controle e da formulação otimizada.

MICROORGANISMO	AMOSTRAS		TOLERÂNCIA*
	CONTROLE	OTIMIZADA	
Clostridium Sulfito Redutores	0 UFC/g	0 UFC/g	3X10 ³ UFC/g
Salmonella spp.	Ausente em 25g	Ausente em 25g	Ausência em 25g
Estafilococos coagulase positiva	3,2X10 ³ UFC/g	2,3X10 ³ UFC/g	5X10 ³ UFC/g
Coliformes a 45°C	<3 NMP/g	<3 NMP/g	10 ⁴ NMP/g

* Valores de tolerância de acordo com a Resolução RDC nº 12, de 02 de Janeiro de 2001.

5.4 ANÁLISE SENSORIAL

O resultado da análise sensorial da amostra controle e da formulação otimizada, está descrito na Tabela 7.

Tabela 7. Médias das notas atribuídas pelos provadores no teste de aceitação para duas formulações de almôndegas de polpa de tilápia do Nilo.

ATRIBUTO	CONTROLE	OTIMIZADA
AVALIAÇÃO GLOBAL	6,73 ^b	7,11 ^a
SABOR	6,70 ^a	6,80 ^a
COR	6,95 ^a	7,14 ^a
TEXTURA	5,89 ^b	7,26 ^a

Médias dentro da mesma linha, seguidas da mesma letra, não são significativamente diferentes, ao nível de 5%.

Diante dos resultados, verifica-se que houve diferença significativa entre as almôndegas nos atributos avaliação global e textura, sendo que os provadores atribuíram notas maiores à formulação otimizada. Para os outros atributos, sabor e cor, não houve diferença significativa entre as amostras, mas as médias obtidas pela formulação otimizada, 6,8 para o sabor que corresponde a “gostei ligeiramente” e 7,14 para a cor que corresponde a “gostei moderadamente”, indicam que a almôndega de Tilápia do Nilo otimizada teve uma boa aceitação pelos provadores.

A adição das farinhas de aveia, amaranto e quinoa deixaram o produto com uma crocância mais agradável do que a amostra controle desenvolvida com farinha

de trigo, por isso principalmente a nota dada ao atributo de textura para a formulação otimizada (7,26) foi superior ao da amostra controle (5,89).

Segundo Rocha (2013), que estudou a elaboração de produtos tipo “hambúrguer” defumado de fígado bovino adicionado de aveia, mostra que adição da aveia na formulação do produto também melhorou a avaliação sensorial da textura, ficando com valores em média de 6,86, sendo significativamente diferentes dos hambúrgueres que não tiveram adição de aveia a sua formulação. Esse resultado demonstrado para a aveia pode ser considerado para os outros cereais utilizados, quinoa e amaranto, pois eles também possuem um alto teor de fibras, maior que a farinha de trigo, portanto aumentando a crocância das almôndegas melhorando a sua aceitação perante o público consumidor. A aceitação da textura da amostra controle (100% farinha de trigo) foi menor devido ao seu alto teor de amido, que diminui a crocância do produto deixando-o com uma textura mais elástica.

6. CONCLUSÃO

A formulação teórica otimizada apresentou uma boa aceitação sensorial e os atributos estudados de avaliação global e textura, apresentaram notas acima do item “Gostei Ligeiramente” e superiores a aceitação da amostra controle. Em relação aos atributos sabor e cor a amostra otimizada não diferiu da controle e ambos os atributos avaliados tiveram notas acima do item “Gostei Ligeiramente”.

Todos os experimentos mostraram um teor final de lipídios, inclusive a amostra controle inferior ao limite máximo de gordura permitido pela legislação.

Pode-se concluir que além de carregar todas as características nutricionais que a aveia, o amaranto e a quinoa possuem e aumentando o teor de fibras no produto, a formulação otimizada apresentou uma porcentagem teórica de lipídios de inferior das demais.

Este produto desenvolvido é uma alternativa de alimentação consideravelmente saudável, e além de agregar valor a uma matéria-prima que para a indústria da pesca é um subproduto, minimiza os impactos gerados ao meio ambiente e pode ser ofertado ao consumidor um alimento com um teor reduzido de gordura e com adição de fibras, ampliando a oferta de produtos industrializados a base de proteína animal.

7. REFERÊNCIAS

AMAYA-FARFAN, J.; MARCÍLIO, R.; SPEHAR, C. R. **Deveria o Brasil Investir em Novos Grãos para a sua Alimentação? A Proposta do Amarantho (*Amaranthus sp.*)**. Segurança Alimentar e Nutricional. Campinas, 2005.

ANDRADE, L. **Mapeamento do Sebrae Revela o Boom da Produção de Tilápia**. Revista Globo Rural. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Empreender/noticia/2015/01/o-boom-da-producao-de-tilapia.html>>. Acessado em: 14 Nov. 2015.

AVILA, M. F. **Quinoa o alimento perfeito**. Disponível em: <www.marianaferrideavila.com.br>. Acessado em: 12 Nov. 2015.

BADAWI, C. **Quinoa o alimento do Momento**. Acadêmica de Nutrição da FSP-USP, estagiária curricular em marketing da Nutrociência Assessoria em Nutrologia, 2012. Disponível em: <www.nutrociencia.com.br/upload_files/arquivos/quinua.doc>. Acessado em: 12 Nov. 2015.

BERAQUET, N. J. **Panorama da carne de frango mecanicamente separada**. In; Seminário sobre Produção e Utilização de Carne de Frango Separada Mecanicamente. Campinas, 1988. Campinas, ITAL, 1988.

BHARGAVA, T.S. RANA, S.; SHUKLA, D. OHRI. Seed protein electrophoresis of some cultivated and wild species of *Chenopodium*. **Biologia Plantarum**. v. 49, 2005.

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

BORBA, C. M. **Avaliação físico-química de hambúrguer de carne bovina e de frango submetidos a diferentes processamentos térmicos**. Trabalho de

Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição), Universidade Tecnológica Federal do Rio Grande do SUL. Porto Alegre, 2010.

BORGES, J. T. S.; ASCHERI, J. L. R.; ASCHERI, D. R.; NASCIMENTO, R. E.; REITAS, A. S. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*chenopodium quinoa, willd*) e de farinha de arroz (*oryza sativa*) polido por extrusão termoplástica. **B. CEPPA**. v. 21, 2003.

BORGES, J. T. S.; PIROZI, M. R.; CHAVES, J. B. P.; GERMANI, R.; PAULA, C. D. Caracterização físico-química e reológica de farinhas mistas de trigo e linhaça. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 159-172, jul./dez. 2011.

BORGES, J. T. S.; VIDIGAL, J. G.; SILVA, N. A. S.; PIROZI, M. P.; PAULA, C. D. Caracterização físico-química e sensorial de pão de forma contendo farinha mista de trigo e quinoa. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v.15, n.3, p.305-319, 2013.

BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; MALUF, M. L. F.; VEIT, J. C. **Peixe na merenda escolar: educar e formar novos consumidores**. Toledo: GFM, Gráfica & Editora, 2009.

BRASIL. Leis, decretos, etc. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – Riispoa**. Diário Oficial da União. Rio de Janeiro, 29 de março de 1952.

BRASIL. Leis, decretos, etc. **Instrução Normativa n. 4, 31 de mar. 2000 da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Lingüiça e de Salsicha**. Diário Oficial da União. Brasília, 05 de abr. 2000.

BRASIL. Leis, decretos, etc. **Instrução Normativa n. 4, 31 de mar. 2000 da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do**

Abastecimento. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresuntado, de Fiambre, de Hambúrguer, de Kibe, de Presunto Cozido. Diário Oficial da União. Brasília, nº 149, 03 de ago. 2000.

BRASIL. Leis, decretos, etc. **Resolução RDC nº12 de 02 de Janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.** Diário Oficial da União. Brasília, 10 de jan. 2011.

BREENE, W. M. Food uses of grain amaranth. **Cereal Foods World. St. Paul.** v.36, 1991.

BREITKREITZ, M.C.; JARDIM, I.C.S.F.; BRUNS, R.E. Combined column-mobile phase mixture statistical design optimization of high- performance liquid chromatographic analysis of multicomponent systems. **Journal Chromatography A.** v. 1216, 2009.

BRESSANI, R. A. The nutritive value and potential uses of grains and by-products. **Food and Nutrition Bulletin.Tokyo.** v10, 1988.

CAPOBIANCO, T. L. **Tendências e Perspectiva do Mercado e da Produção de Tilápias no Brasil.** Associação Brasileira das Indústrias de Processamento de Tilápia. Rio de Janeiro, 2013.

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce.** Jaboticabal: Funep. 1992.

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

CORNELL, J. A.; DENG, J.C. Combining process variables and ingredient components in mixing experiments. **Journal Food Science.** v. 47, 1982.

COSTA, D. P. S.; CASSUCCI, A. R. **Processamento de nuggets de peixe e avaliação sensorial.** 48º Congresso SOBER - Sociedade Brasileira de Economia,

Administração e Sociologia Rural. Campo Grande, 25 a 28 de julho de 2010. Disponível em <<http://www.sober.org.br/palestra/15/400.pdf>>. Acessado em: 14 Nov. 2015.

DANIEL, A. P. **Fracionamento a seco da farinha de aveia e modificação química da fração rica em amido**. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, 2006.

FERREIRA, R. R.; VENDEMIATTI, A.; MEINHARDT, L. W.; LEA, P. J.; AZEVEDO, R. A. **Isolation of enzymes involved in threonine biosynthesis from sorghum seeds**. Braz. J. Plant Physiol. Londrina, v.16, 2004.

FIGUEIREDO, C. A. **Cultivo de Tilápia do Nilo no Brasil: origens e cenário atual**. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Fortaleza, Ceará, 2008.

GOMIDE, L. A. M.; GARCIA A. M.; PEREIRA, A. S. O.; MENDONÇA, R. C. S. **Avaliação físico-química e microbiológica da adição de carne de frango mecanicamente separada em embutido fermentado**. Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.17 no.2 Campinas Mai./Ago. Viçosa-MG, 1997.

GUTKOSKI, L.C.; PEDÓ, I. Aveia: composição química, valor nutricional e processamento. **Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.22 no.1 Campinas Jan./Abr. São Paulo, Varela, 2000**.

HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**. 1998, p. 447-457.

HUNTERLAB. **User's manual with universal software versions 3.5**. Reston, 1998.

LOVSHIN, L.L. **Tilápia do Nilo farming: A Growing Worldwide Aquaculture Industry**. In: Simpósio Sobre Manejo e Nutrição De Peixes. Piracicaba. Anais... Piracicaba: CBNA, 1997.

MACHADO, E. A. **Avaliação da Qualidade Nutricional de Hamburgueres Suplementados com farinha de quinoa**: 2014. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação do curso superior em tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2014.

MARENGONI N. G.; POZZA, M. S. S.; BRAGA, G. C.; LAZZERI, D. B.; CASTILHA, L. D.; BUENO, G. W.; PASQUETTI, T. J.; POLESE, C. Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de *fishburgers* de carne de tilápia do Nilo mecanicamente separada. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.** v.10, n.1, p.168-176, jan/mar, Marechal Cândido Rondo-PR, 2009.

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

MÉLO, H. M. G.; MOREIRA, R. T.; DÁLMAS, P. S.; MACIEL, M. I. S.; BARBOSA, J. M.; MENDES E. S. **Viabilidade da utilização da carne mecanicamente Separada (CMS) de tilápia do Nilo na elaboração de um Produto tipo "mortadela"**. ARS VETERINARIA, Jaboticabal, SP, v.27, n.1, 022-029, 2011.

NEIVA, C. R. P. **Aplicação da Tecnologia de Carne Mecanicamente Separada – CMS na indústria de pescado**. II SIMCOPE. Santos-SP, 2006. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/IIsimcope/palestra_cristiane_neiva.pdf>. Acessado em: 14 Nov. 2015.

NEUMANN, P.; AFRICA, I. C.; ABREU, E. S.; TORRES, E. A. F. S. **Alimentos saudáveis, alimentos funcionais, fármaco alimentos, nutracêuticos....você já ouviu falar?** Higiene Alimentar. v. 14, 2000.

OLIVEIRA, P. R. C F. **Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo**. Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura da Unesp, Campus de Jaboticabal, 2009.

OLIVO, R.; SOARES, A.L.; IDA, E.I.; SHIMOKOMAKI, M. **Dietary vitamin e inhibits poultry pse and improves meat functional properties. Journal of Food Biochemistry.** v.25, n. 4, 271-283, 2001.

PEDÓ, I.; SGARBIERI, V. C. **Caracterização química de cultivares de aveia (*Avena sativa L.*).** Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, v. 17, 1997.

PETENUCCI, M. E.; STEVANATO, F. B.; MORAIS, D. R.; SANTOS, L. P.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. **Composição e estabilidade lipídica da farinha de espinhaço de tilápia.** Ciênc. agrotec. Lavras vol.34 no.5, Sept./Oct. 2010.

PORTAL MATSUDA. **A Produção de Tilápia do Nilo no Brasil 2014.** Disponível em:
<<http://www.matsuda.com.br/Matsuda/Web/Entrevistas/detalhe.aspx?idnot=H12101114130328&lang=pt-BR>>. Acessado em: 15 nov. 2014.

POTTER, N. N.; HOTCHKISS, J. H. **Ciência de los Alimentos.** 5. ed. Zaragoza: Acribia, 1995.

ROCHA, C. M. A. **Elaboração de produtos tipo “hambúrguer” defumado de fígado bovino adicionado de aveia.** Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Programa de pós-graduação em saúde humana e meio ambiente – PPGSHMA. Vitória de Santo Antão, 2013.

RUALES, J.; POLIT, P.; NAIR, B.M. Evaluation of the nutritional quality of flakes made of ana pulp and full-fat soya flour. **Food chemistry.** v. 36, 1990.

SÁ, R. M.; DE FRANCISCO, A.; OGLIARI, P. J.; BERTOLDI, F. C. **Variação no conteúdo de beta-glucanas em cultivares brasileiros de aveia.** Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, v. 20, 2000.

SANTIAGO, C.B.; ALDABA, M.B.; REYES, O.F. **Influence of feedeing rate and diet form on growth and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry. Aquaculture.** SEAFDEC/AQD Aquaculture Department. 1987.

SAUER, J. D. The grain amaranthus a survey of their history and classification. **Annals of Missouri Botanic Garden**. St. Louis, v. 37, 1950.

SEABRA, L. M. J.; ZAPATA, J. F. F.; NOGUEIRA, C. M.; DANTAS, M. A.; ALMEIDA, R. B. **Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v. 22, set./dez. 2002.

SIMÕES, D.R.S.; QUEIROZ, M.I.; VOLPATO, G.; ZEPKA, L.Q. Desodorización de la base proteica de pescado (BPP) con ácido fosfórico. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2004.

STATSOFT. **STATISTICA for Windows**: computer program manual. Versão 7.1. Tulsa: Software Inc., 2006.

TACO - **Tabela brasileira de composição de alimentos** / NEPA-UNICAMP.- Versão II. 2. ed. Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2006.

TAIPINA, M. S.; FONTS, M. A. S.; COHEN, V. H. **Alimentos funcionais – nutracêuticos**. *Higiene Alimentar*. v. 16, n. 100, 2002.

TEDRUS, G. A. S.; ORMENESE, R. C. S. C.; SPERANZA, S. M.; CHANG, Y. K.; BUSTOS, F. M. **Estudo da adição de vital glúten à farinha de arroz, farinha de aveia e amido de trigo na qualidade de pães**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v. 21, jan./abr. 2001.

TERRA, Nelcindo N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. São Leopoldo: Unisinos, 1998.

THOMPSON, L. D.; JANKV, D. M. ARAFA, A. S. Emulsion and storage stabilities of emulsion incorporating mechanically deboned meat and various soy flours. **J. Food Sci.** v.49, 1984.

YÁNEZ, E.; ZACARÍAS, I.; GRANGER, D.; VÁSQUEZ, M.; ESTÉVEZ, A. M. Caracterización química nutricional Del amaranto (*Amaranthus cruentus*). **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. Caracas, v.44, 1994.

WEBER, F. H.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M. C. **Chemical characterization oat caryopses of the UPF 18 cultivar**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v. 22, jan./abr. 2002.

WEBSTER, F. H. Oat utilization: past, present, and future. In: WEBSTER, F. H. *Oats chemistry and technology*. **Saint Paul: American Association of Cereal Chemists**. 1986.