



ALMÔNDEGAS DE PIRARUCU E TILÁPIA NILÓTICA: CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO NA MERENDA ESCOLAR

MEATBALLS OF PIRARUCU AND NILE TILAPIA: CHARACTERIZATION AND APPLICATION IN SCHOOL MEALS

Antonio Diogo Lustosa-Neto^{*1,6}; Maria Lúcia Nunes² (*in memoriam*); Luís Parente Maia³; José Milton Barbosa⁴; Paulo Parente Lira⁵; & Manuel Antonio de Andrade Furtado-Neto^{1,6}

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará - UFC

²Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará - UFC

³Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropical, Universidade Federal do Ceará - UFC

⁴Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal de Sergipe - UFS

⁵Instituto Brasileiro dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama

⁶Associação dos Engenheiros de Pesca do Estado do Ceará - AEP/CE

*E-mail: adiogolustosa@gmail.com

RESUMO Este estudo proveu a caracterização dos aspectos físicos, químicos, microbiológicos, nutricionais e sensoriais de almôndegas elaboradas com carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) e pirarucu (*Arapaima gigas*) e o perfil de aminoácidos das almôndegas. As análises microbiológicas foram realizadas para Estafilococos coagulase positiva, coliformes a 45°C e *Salmonella* e o teste microbiológico para o tempo de vida de prateleira em 90 dias para as almôndegas. Para análise sensorial das almôndegas foi realizado um teste de aceitabilidade global. As CMS apresentaram maiores teores proteico (21% e 20%) e maior umidade (76% e 76,8%) em comparação às almôndegas (17% e 18%) e umidade (72% e 71%). As almôndegas apresentaram maiores teores de lipídios (7% e 8,1%), carboidratos (2,5% e 1,3%) e cinzas (1,5% e 1,6%) que a CMS, em virtude do uso de insumos. Os perfis de aminoácidos das almôndegas foram semelhantes, com alto valor nutricional pela sua composição de aminoácidos essenciais. A análise microbiológica demonstrou que o produto tem o padrão sanitário legal e que os dados de vida de prateleira são satisfatórios. A maioria das crianças atribuiu às almôndegas, ofertadas na merenda escolar, conceitos “gostei” e “adorei” da escala hedônica. É possível concluir que as almôndegas elaboradas a partir de CMS de tilápia nilótica e pirarucu são adequadas para utilização na merenda escolar, por terem atributos físico-químicos, nutricionais, microbiológicos e sensoriais, desejáveis.

Palavras-chave: atributos de qualidade, CMS, almôndega de pescado, aceitabilidade.

ABSTRACT This study provided the characterization of the physical, chemical, microbiological, nutritional and sensorial aspects of meatballs prepared with mechanically separated meat (MSM) of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and pirarucu (*Arapaima gigas*) and the amino acid profile of meatballs. Microbiological analyzes were performed for coagulase positive staphylococci, coliforms at 45 ° C and *Salmonella* and the 90-day shelf-life microbiological test for meatballs. A global acceptability test, was performed for sensory analysis of the meatballs. MSM presented higher protein content (21% and 20%) and higher humidity (76% and 76.8%) as compared to meatballs (17% and 18%) and humidity (72% and 71%). The meatballs had higher lipid content (7% and 8.1%), carbohydrates (2.5% and 1.3%) and ash (1.5% and 1.6%) than MSM, due to the use of inputs. The amino acid profiles of meatballs were similar, with high nutritional value for their essential amino acid composition. The microbiological analysis demonstrated that the product complies with the legal sanitary standard and that shelf life data are satisfactory. The majority of the children attributed to the meatballs, offered in the school lunch, concepts "I liked it" and "I loved it" of the hedonic scale. Thus, It is possible to infer that the meatballs prepared with MSM of nile tilapia and pirarucu are suitable for use in school meals, because they present desirable physical-chemical, nutritional, microbiological and sensorial attributes.

Key words: quality attributes, MSM, fish meatball, acceptability.

INTRODUÇÃO

A pesca e a aquicultura são atividades importantes como fonte de produção de alimentos, emprego e renda para centenas de milhões de pessoas em todo o mundo. O consumo global de pescado per capita atingiu um novo recorde de 20,1 kg em 2014, graças ao forte crescimento da aquicultura. O cultivo de organismos aquáticos é responsável por quase metade de todo o pescado para o consumo humano, e favorece a melhoria da situação para certas unidades populacionais de peixes como resultado de uma melhor gestão das pescarias. Além disso, o pescado ainda é um dos alimentos mais comercializados no mundo e mais da metade do valor das exportações de pescado e produtos alimentares derivados dele são provenientes de países em desenvolvimento. Relatórios recentes elaborados pelas indústrias representantes da sociedade civil, de vários países e organizações internacionais destacaram o enorme potencial (que será ainda maior no futuro) dos oceanos e águas interiores para a produção de alimentos, contribuindo de forma destacada para segurança alimentar e nutrição adequada para a crescente população mundial que deverá atingir 9.700 milhões em 2050 (FAO, 2016).

A produção mundial de pescado atingiu a cifra de 167,2 milhões de toneladas em 2014, sendo que 93,4 milhões de toneladas são provenientes da pesca extrativista e 73,8 milhões de toneladas são da aquicultura de acordo com o Estado Mundial da Pesca e Aquicultura, documento publicado recentemente pela FAO (2016). Entretanto, a produção de pescado da aquicultura em 2015 e 2016, segundo estimativas de especialistas da própria FAO pode ultrapassar a produção de pescado oriundo da captura pela pesca extrativista. O consumo humano de pescado no ano de 2014 foi de 146,3 milhões de toneladas e o os usos não alimentares do pescado atingiu a cifra de 20,9 milhões de toneladas. Em contrapartida a população mundial alcançou a cifra nesse ano de 7,3 bilhões de pessoas ávidas por consumo de proteína de boa qualidade. O consumo *per capita* mundial já alcançou 20,1kg. Entretanto em 2013, o consumo aparente de peixe *per capita* nos países industrializados foi de 26,8 kg. Uma parte considerável e crescente do peixe consumido nesses países desenvolvidos foi abastecida por importações, devido à força da demanda e da estagnação ou o declínio da produção de peixe doméstico (FAO, 2016).

O crescimento significativo do consumo de pescado nos últimos anos melhorou as dietas nas pessoas no mundo todo e graças a uma alimentação diversificada e nutritiva. Em 2013, o pescado foi responsável por cerca de 17% da ingestão das proteínas animais da população mundial e 6,7% das proteínas consumidas no total. Além disso, o pescado forneceu a mais de 3.100 milhões de pessoas, cerca de 20% da ingestão média de proteína animal *per capita*. Além de Ser uma fonte rica de proteína de alta qualidade e de fácil digestão que contém todos os aminoácidos essenciais, o pescado fornece gorduras essenciais (por exemplo, ácidos graxos ômega 3 de cadeia longa), vitaminas (D, A e B) e minerais (como o cálcio, o iodo, zinco, ferro e selênio), especialmente se for consumido inteiro. Mesmo a ingestão de pequenas quantidades de pescado pode ter um impacto positivo nutricional considerável em dietas à base de vegetais; como ocorre nas populações de muitos países em desenvolvimento e países subdesenvolvidos. Além disso, o pescado é geralmente rico em gorduras insaturadas e fornece benefícios para a saúde na proteção contra a doenças cardíacas coronariana, contribuindo também para o desenvolvimento do cérebro e do sistema nervoso em fetos e crianças. Graças às suas propriedades nutricionais valiosas, o consumo de pescado pode ser decisivo para corrigir as dietas desequilibradas e um substituto, para a luta contra a obesidade (FAO, 2016).

Subprodutos do pescado têm sido aproveitados por plantas processadoras com o objetivo de reduzir custos e agregar valor aos produtos gerados (Pesasti, 2001), como acontece em outras cadeias produtivas de suínos, bovinos e de frangos. O aproveitamento desses subprodutos diminui os custos e é uma maneira de evitar contaminação ao meio ambiente pelo descarte inadequada de lixo orgânico industrial (Sucasas, 2011). Apesar disso, o aproveitamento integral do pescado e, em especial de resíduos no ciclo da cadeia produtiva do pescado, continua tendo pouco significado para a indústria brasileira (Brito, 2007). Plantas processadoras de pescado desperdiçam entre 62,5% e 66,5% (Boscolo; Hayashi; Meurer, 2004) e de camarão aproximadamente 50% da matéria-prima (Lima *et al.*, 2012 e Fogaça *et al.*, 2011).

A Carne Mecanicamente Separada - CMS, é um dos coprodutos gerados pela indústria de processamento do pescado. A CMS de Pescado (também conhecida como *minced fish*, polpa de pescado, cominutado ou cominuído de pescado, ou carne de pescado mecanicamente desossada) é o músculo de peixe separado de pele e ossos em máquina desossadora. O *Codex Alimentarius* define a CMS como um produto obtido a partir de uma única espécie, ou mistura de espécies de peixe com características sensoriais semelhantes, através de processo mecanizado da parte comestível, gerando partículas de músculo esquelético isentas de vísceras, escamas, ossos e pele. A granulometria da CMS é de 2 a 4 milímetros (Gonçalves, 2011).

Pesquisas realizadas anteriormente avaliando a estabilidade e qualidade da CMS de tilápia e pirarucu, *in natura* e após lavagens sucessivas, foram realizados por Gryscek, Oetterer e Gallo (2003) e Kirschnik (2007), com boa aceitação e os produtos desenvolvidos (salsicha, *nuggets*, *fishburger* e almôndegas) foram analisados sensorialmente pelos consumidores e tiveram boa aprovação (Sary *et al.*, 2009). Entretanto, pesquisas para o estabelecer padrões de identidade e qualidade da CMS de espécies tropicais e suas possíveis aplicações na indústria de alimentos são essenciais (Fogaça *et al.*, 2011).

Este trabalho teve como objetivo a caracterização físico-química, microbiológica, nutricional e sensorial de almôndegas de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) e pirarucu (*Arapaima gigas*) cultivados com aplicação na merenda escolar.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de peixes foram provenientes de duas fazendas do setor de aquicultura sediadas no Estado do Ceará, sendo uma delas de cultivo de tilápia nilótica, *Oreochromis niloticus* e outra de cultivo de pirarucu, *Arapaima gigas*. Os animais chegaram vivos na indústria, sendo indivíduos de cada uma das espécies beneficiadas em dias diferentes. Os peixes foram submetidos à rotina de depuração (78h sem alimentação), e após este período, foram trazidos para a indústria e abatidos por hipotermia, eviscerados, lavados, descabeçados, a pele retirada e filetados. A seguir, os filés foram embalados em filme de polietileno e congelados em túnel de congelamento a -45°C . Após a filetagem os dorsos (carcaças sem a cabeça) foram lavados em água clorada a 7ppm e a 5°C , colocados em gelo para manter a temperatura em 5°C e logo a seguir, processado em uma máquina separadora de ossos (*Fish Bone Separator*) da marca Hytech, para a retirada do músculo de pescado aderido aos ossos do dorso e transformado (CMS).

A CMS obtida foi condimentada com tempero industrial (NaCl, e condimentos desidratados – tais como: alho em pó, cebola em pó e especiarias naturais), a seguir foram levadas para misturadoras, então a massa pronta foi colocada em uma máquina enchedeira à vácuo e formatadas em almôndegas condimentadas de pescado (com peso de 30g cada). Em seguida, foi realizado um tratamento térmico de pré-cozimento em tachos industriais de inox, com água a 100°C , por cinco minutos, após essa etapa, as almôndegas foram resfriadas e embaladas em bolsas de nylon/polietileno de com um 1kg. A seguir, foram também congeladas em túnel de congelamento a -45°C . Todas as etapas foram realizadas em uma Indústria de Processamento de Pescado com certificação e fiscalização pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).

Para a caracterização dos produtos obtidos nesse estudo foram realizadas as análises nas amostras de CMS (matéria prima) e almôndegas (produto) de tilápia nilótica e pirarucu, a seguir: medição de pH; atividade de água; análise proximal e análise microbiológica. Foram também realizadas análises de perfil de aminoácidos, análise sensorial e de análise estatística da sensorial, somente para as almôndegas de tilápia nilótica e pirarucu.

ATIVIDADE DE ÁGUA (AW)

A Atividade de Água é o volume de água livre disponível. A análise foi realizada utilizando o equipamento Aqualab Cx-2 (Decagon Devices Inc.) – Analisador de Atividade de água por ponto de orvalho com controle interno de temperatura da amostra para medidas em todos os tipos de amostras sólidas, semissólidas e líquidas, de acordo com os métodos da APHA (American Public Health Association, 2001). As amostras de CMS e almôndega de tilápia nilótica e pirarucu foram trituradas, colocadas no porta amostras e previamente acondicionadas a 25°C por 30 min. O aparelho foi previamente calibrado com NaCl 6 molar ($A_w=0,76$) a 25°C .

MEDIÇÃO DE PH

A determinação do pH foi feita eletrometricamente com a utilização de um potenciômetro e eletrodos. O princípio da medição eletrométrica do pH é a determinação da atividade iônica do hidrogênio utilizando o eletrodo de pH padrão de hidrogênio, que consiste de uma haste de platina sobre a qual o gás hidrogênio flui a uma pressão de 101 kPa. Para medição do pH, foi utilizada a técnica de acordo com as análises de alimentos da APHA (American Public Health Association, 2001). Foram diluídas 10g das amostras em 100ml de água destilada em um béquer, tendo sido a mistura agitada até que as partículas fiquem uniformemente suspensas, com um pHmetro (KR20) previamente calibrado para determinação do valor de pH.

ANÁLISE PROXIMAL

A composição centesimal das amostras da CMS e das almôndegas foram realizadas segundo a AOAC (2005) e as análises realizadas em triplicata. Todas as amostras foram armazenadas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ e descongeladas a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por um período de 24 horas antes das análises. A umidade foi definida por secagem em estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 horas (método 950.46); a proteína bruta, pelo método semimicro Kjeldahl ($N \times 6.25$) (método 928.08); os lipídeos foram determinados por extração com clorofórmio metanol, segundo método de Folch, Lees e Sloane-Stanley (1957). As Cinzas de um alimento é o nome dado ao resíduo inorgânico que permanece após a queima da matéria orgânica, entre $550 - 570^{\circ}\text{C}$, a qual é transformada em CO_2 , H_2O e NO_2 , assim sendo, a cinza de um material é o ponto de partida para a análise de minerais específicos. Os carboidratos foram determinados por diferença em relação a todos os outros.

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Foram realizadas análises microbiológicas da CMS e das Almôndegas de tilápia nilótica e pirarucu no tempo de zero dias. Para o produto almondegas de tilápia nilótica e pirarucu, as análises foram no tempo zero, 30, 60 e 90 dias para a verificação da presença de *Salmonella* sp., *Estafilococos* coagulase positiva e contagem de coliformes a 45°C pelo Serviço do Laboratório H_2O analyses, seguindo os métodos de análises utilizados de acordo com a APHA (American Public Health Association, 2001). Os critérios microbiológicos exigidos pela legislação para produtos à base de pescado, cozidos, em uma amostra indicativa, foram: ausência de *Salmonella* sp. em 25 g do alimento; coliformes a $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ em níveis de até 102 g^{-1} ; estafilococos coagulase positiva em níveis de até $5 \times 10^2\text{ g}^{-1}$ de acordo com as normas do Riispoa, 2002/Anvisa- RDC 12, 02/01/2001 (Anvisa, 2001).

PERFIL DE AMINOÁCIDOS

A análise da composição de aminoácidos das almôndegas de tilápia nilótica e pirarucu foi realizada através da cromatografia líquida de alta performance - HPLC (Cromatógrafo Líquido Varian 2699) equipado com uma coluna de Fase Reversa (C18) Sistema Pico-Tag (Waters Division). Os valores de aminoácidos essenciais foram expressos em mg por 100 g de proteína e comparados com o padrão (Who, 2007).

ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial foi realizada através do teste de aceitabilidade usando o modelo de ficha de escala hedônica facial mista (Figura 1) para os produtos: almôndegas de pirarucu (*Arapaima gigas*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*), de acordo com as normas do PNAE/Cecane - Unifesp/UNB (2010).

O teste de aceitabilidade foi realizado com 120 crianças, da 5ª série do ensino fundamental do Colégio Militar do Corpo de Bombeiros do Estado do Ceará, localizado no bairro de Jacarecanga, Fortaleza-CE. As 120 crianças foram divididas em dois grupos de 60, para tilápia e outro para pirarucu. As porções que foram servidas na merenda constaram de duas almôndegas de 30g (60g ao todo/criança) colocadas sobre massa de macarrão e recobertas com molho de tomate. Os questionários (Figura 3) foram aplicados, após as crianças ingerirem a primeira almôndega e degustarem o produto. A pesquisa foi supervisionada por uma Nutricionista com expertise em testes de aceitabilidade em escolas.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

O Teste de hipóteses do Qui Quadrado, que se destina a encontrar um valor da dispersão para duas variáveis nominais, foi aplicado para avaliar a associação existente entre variáveis qualitativas. Esse teste não paramétrico, não depende de parâmetros populacionais, como média e variância. O princípio básico deste método é comparar proporções, isto é, as possíveis divergências entre as frequências observadas e esperadas para um certo evento.

TESTE DE ACEITAÇÃO DA ALIMENTAÇÃO ESCOLAR

Nome _____ Série _____ Data _____

Marque a carinha que mais represente o que você achou do _____



Defestei
1



Não Gostei
2



Indiferente
3



Gostei
4



Adorei
5

Diga o que você mais gostou na preparação: _____

Diga o que você menos gostou na preparação: _____

Figura 1. Ficha de escala hedônica facial mista (Fonte: PNAE/Cecane - Unifesp/UNB (2010)).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ATIVIDADE DE ÁGUA (AW) E PH

As leituras médias de pH e Aw da CMS e das almôndegas de tilápia nilótica e pirarucu, estão representadas na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios de determinação de pH e Atividade de água (Aw) de dois tipos de CMS* de almôndegas de Tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) e pirarucu (*Arapaima gigas*)

DESCRIÇÃO DO PRODUTO	pH	ATIVIDADE DA ÁGUA AW
CMS de Tilápia	6,4	0,98
Almôndega de Tilápia	6,2	0,95
CMS de Pirarucu	6,3	0,96
Almôndega de Pirarucu	6,0	0,90

Os valores médios encontrados de pH para as CMS de tilápia nilótica e pirarucu foram de 6,4 e 6,3, e para as almôndegas de Tilápia nilótica e pirarucu foram de 6,2 e 6,0 respectivamente. Segundo Xavier e Beraquet (1994), o rompimento celular durante o processo de extração da CMS libera as catépsinas, enzimas lisossômicas presentes na carne responsáveis por promover a hidrólise de proteínas com formação de metabólitos como bases nitrogenadas, as quais tornam mais alto o pH da CMS. Lee (1984), afirmou que o pH ótimo da carne de pescado, para que se obtenha o máximo de retenção de água, entre 6,5 a 7,0, embora a legislação determine que o limite máximo de pH aceitável para o consumo da carne seja de 6,8 (Brasil 2). Para a atividade de água (Aw) os valores de 0,98 (CMS de tilápia nilótica) e 0,96 (CMS de pirarucu) e 0,95 (almôndega de tilápia nilótica) e 0,90 (almôndega de pirarucu) encontrados na Tabela 1, estão de acordo com o descrito por Fellows (2006), em que as carnes frescas deveriam apresentar Aw de cerca de 0,985.

Os valores médios encontrados de pH das almôndegas de tilápia nilótica e de pirarucu foram de 6,2 e 6,0, respectivamente, ficaram próximos da faixa indicada por Terra (2003), que determina para produtos cárneos pH entre 5,8 e 6,2. Foi também observado que as duas formulações de almôndegas de tilápia nilótica e pirarucu apresentaram média de 0,92, portanto, se classificam como alimentos de alta atividade de água, por este valor ser ligeiramente inferior a 1,0 (Franco; Landgraf, 2008). Desta forma, com base nos resultados obtidos se pode sugerir a adoção de controle de qualidade do ponto de vista higiênico sanitário durante a manipulação e armazenamento de almôndegas desses peixes, devendo ocorrer a criação de barreira adicional ao crescimento de microrganismos, como a utilização de embalagens apropriadas e congelamento a -45°C.

ANÁLISE PROXIMAL

Todas as análises para a composição proximal de dois tipos de Carne Mecanicamente Separada-CMS e de almôndegas de pescado, elaborados a base de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) e pirarucu (*Arapaima gigas*) foram realizadas em triplicata. Na Tabela 2 estão expressos os valores médios da composição proximal almôndegas de pescado, elaborados a base de CMS de tilápia nilótica e pirarucu, ao compará-los com o músculo da Carne Mecanicamente Separada-CMS in natura. Segundo Gonçalves (2011) e Beirão *et al.* (2000), a composição proximal é variável, pois depende da espécie, estado nutricional, sazonalidade, idade, parte do corpo e condições gonadais.

Tabela 2. Valores médios da análise proximal (%) de dois tipos de Carne Mecanicamente Separada CMS* e de almôndegas de pescado, elaboradas a base de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) e pirarucu (*Arapaima gigas*).

DESCRIÇÃO DO PRODUTO	UMIDADE (%)	PROTEÍNA (%)	LIPÍDIOS (%)	CARBOIDRATOS (%)	CINZAS (%)
CMS de Tilápia	76	21	2,3	0,0	0,7
Almôndega de Tilápia	72	17	7	2,5	1,5
CMS de Pirarucu	76,8	20	2,7	0,0	0,5
Almôndega de Pirarucu	71	18	8,1	1,3	1,6

O teor de umidade para os produtos almôndegas elaboradas a base de tilápia nilótica e pirarucu foram respectivamente de 72% e 71%, um pouco abaixo do encontrado na Carne Mecanicamente Separada-CMS de tilápia nilótica e pirarucu in natura. Isso pode estar relacionado ao fato de os produtos almôndegas elaboradas a base de tilápia nilótica e pirarucu terem sido submetidas a tratamento térmico por poucos minutos, onde ocorreu a liberação de líquido por evaporação.

O valor de cinzas para os produtos almôndegas de pescado elaboradas a base de tilápia nilótica e pirarucu foram respectivamente de 1,5% e 1,65%. As proteínas são estruturas frágeis que podem se desnaturar quando submetidas a altas temperaturas e pressões diferentes. As porcentagens de proteínas encontradas nos produtos almôndegas de pescado elaboradas a base de tilápia nilótica e pirarucu foi respectivamente de 17% e 18%, valores um pouco abaixo ao descrito no músculo da Carne Mecanicamente Separada-CMS de tilápia nilótica e pirarucu in natura. A fração de cinzas em pescado de água doce apresenta oscilações que variam de 0,90 a 3,39% (Contreras-Guszmán, 1994).

Na análise de Lipídios das almôndegas de pescado elaboradas a base de tilápia nilótica e pirarucu o valor respectivo foi de 7% e 8,1%, foi superior ao CMS in natura de tilápia e pirarucu (2,3% e 2,7%), o que pode ser explicado pelo processo de elaboração das almôndegas de pescado elaboradas a base de tilápia nilótica e pirarucu e a adição de insumos para formatar as almondegas, além do tratamento térmico.

O alto teor de lipídeos presente nas amostras de almôndegas de tilápia nilótica e pirarucu que foram elaboradas com maiores teores de CMS é explicado em razão da CMS de peixe ser extraída do músculo abdominal, o qual se encontra próximo à carcaça da tilápia que contém considerável adiposidade (Bordignon *et al.*, 2010). Apesar do aumento na porcentagem de lipídios, segundo Vidotti e Martins (2010), a gordura presente na cavidade abdominal e ventral do peixe é composta por ácidos graxos monoinsaturados, poli-insaturados totais, saturados e ômega-3, o que traz benefícios nutricionais ao produto.

Conforme Ordóñez (2005), a umidade apresenta uma correlação inversa ao conteúdo de lipídeos. Essa afirmação condiz com os resultados encontrados no presente estudo, visto que, quando constatada uma elevada porcentagem de gordura, a umidade mostrou-se baixa e, assim reciprocamente.

O teor de carboidratos das almôndegas de pescado elaboradas a base de tilápia nilótica e pirarucu (Tabela 2) foi respectivamente de 2,5% 1,3%, um pouco superior ao da CMS in natura de tilápia e pirarucu (0,0% e 0,0%). Isso se explica em virtude da adição de insumos que dão liga, quando da elaboração dos produtos almôndegas destas espécies.

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Os resultados obtidos (Tabela 3) nas análises das amostras de matéria-prima (músculo de peixe congelado - CMS) e dos produtos (almôndegas congeladas) de tilápia nilótica e de Pirarucu para Coliformes a 45°C (NMP/g), *Staphylococcus* Coagulase Positiva (UFC/g) e Pesquisa de Salmonela SP (Ausência 25/g) indicaram que os mesmos se encontravam em conformidade com os padrões estabelecidos pela Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001 da Anvisa. De acordo com Franco & Landgraf (2008), os resultados obtidos no presente estudo indicam que houve uma manipulação adequada dos mesmos durante o processamento, uma vez que se acredita ser o manipulador o principal veiculador destes micro-organismos que se alojam preferencialmente nas fossas nasais, boca e pele. A mesma qualidade microbiológica foi observada em bolinhos de peixe (SARY *et al.*, 2009) e fishburger de tilápia (Marengoni *et al.*, 2009). A excelente qualidade microbiológica apresentada pelas almondegas de tilápia nilótica e pirarucu, durante todo o tempo de estocagem (Tabela 4), pode ser relacionada ao efeito combinado entre: o tratamento térmico, o qual elimina as formas vegetativas, e o uso do sal (NaCl) contido na formulação que reduz a atividade de água e inibe o crescimento de microrganismos como também foi verificado por Lago (2015).

Tabela 3. Valores médios das análises microbiológicas de dois tipos de almôndegas de pescado (Dia Zero) e Carne Mecanicamente Separada CMS* de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) e pirarucu (*Arapaima gigas*) congelados (-45°C) - Resolução - RDC 12, de 02/01/2001.

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	VALOR DE REFERÊNCIA	ALMÔNDEGA TILÁPIA	ALMÔNDEGA PIRARUCU	CMS TILÁPIA	CMS PIRARUCU
Coliformes a 45°C (NMP/g)	10 ² NMP/g	< 1,0x10 NMP/g	< 1,0x10 NMP/g	< 1,1x10 NMP/g	<1,2x10 NMP/g
Estafilococos Coagulase Positiva (UFC/g)	5x10 ² UFC/g	< 1,0x10 ² UFC/g	< 1,0x10 ² UFC/g	< 1,2x10 ² UFC/g	< 1,2x10 ² UFC/g
Salmonela (Ausência 25/g)	-	-	-	-	-

Os resultados apresentados nas análises microbiológicas (Tabela 4) das amostras dos produtos (almôndegas congeladas) de tilápia nilótica e de pirarucu para Coliformes a 45°C (NMP/g), *Staphylococcus* Coagulase Positiva (UFC/g) e Pesquisa de Salmonela SP (Ausência 25/g), indicaram que esses produtos se encontravam em conformidade com os padrões estabelecidos pela Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001 da ANVISA no período de 0, 30, 60 e 90 dias e estabelece uma vida de prateleira estável do ponto de vista microbiológico. Além disso os resultados indicam que as condições higiênicas sanitárias da indústria foram satisfatórias e os resultados apresentados se encontravam em conformidade com os padrões estabelecidos pela Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001 da Anvisa e abaixo dos valores de referência das análises. Ainda que, todas as amostras tinham contagens semelhantes, no final da experiência, a qualidade bacteriana das amostras de almôndegas de tilápia nilótica e pirarucu não foi comprometida.

PERFIL DE AMINOÁCIDOS

Os valores do conteúdo de aminoácidos para tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) e pirarucu (*Arapaima gigas*) obtidos no presente estudo estão apresentados na Tabela 5. Os resultados mostraram que as quantidades de aminoácidos resultantes da análise estão dentro dos padrões encontrados para pescado na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (Taco, 2011).

A composição dos aminoácidos das almôndegas de pescado de tilápia nilótica e pirarucu tem uma semelhança muito grande com outros peixes da mesma família e quando elaborados da mesma matéria prima. As almondegas de pescado são uma boa fonte de aminoácidos essenciais (Lustosa-Neto, 1994). A grande parte dos aminoácidos permanece estáveis durante a estocagem. Em função da similaridade das almondegas de pescado (tilápia nilótica e pirarucu) em termos de qualidade de proteínas e conteúdo de aminoácidos, as almôndegas de pescado deveriam ser mais utilizadas especialmente em dietas balanceadas de crianças na escola.

Tabela 4. Valores médios das análises microbiológicas de dois tipos de almôndegas de Carne Mecanicamente Separada CMS* de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) e pirarucu (*Arapaima gigas*) congelados (-45°C - Resolução - RDC 12, de 02/01/2001, em 30, 60 e 90 dias.

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	VALOR DE REFERÊNCIA	(30 DIAS)		(60 DIAS)		(90 DIAS)	
		TILÁPIA	PIRARUCU	TILÁPIA	PIRARUCU	TILÁPIA	PIRARUCU
Coliformes a 45°C (NMP/g)	10 ² NMP/g	< 1,0x10 ² NMP/g	< 1,0x10 ² NMP/g	< 1,1x10 ² NMP/g	< 1,2x10 ² NMP/g	< 1,2x10 ² NMP/g	< 1,2x10 ² NMP/g
Estafilococos Coagulase Positiva (UFC/g)	5x10 ² UFC/g	< 1,0x10 ² UFC/g	< 1,0x10 ² UFC/g	< 1,2x10 ² UFC/g			
Salmonela (Ausência 25/g)	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 5. Aminoácidos essenciais (mg/g de Proteína) de almôndegas de pescado, elaboradas a base de CMS* de Tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) e pirarucu (*Arapaima gigas*).

AMINOÁCIDOS	<i>O. NILOTICUS</i>	<i>A. GIGAS</i>
Alanina	47	46
Arginina	44	45
Ácido Aspartâmico	73	72
Cistina	8	9
Ácido Glutâmico	105	102
Histidina	19	20
Isoleucina	32	30
Leucina	54	54
Lisina	67	68
Metionina	24	23
Treonina	38	39
Triptofano	7	6
Tirosina	26	25
Valina	35	33
Prolina	31	31
Serina	33	32

essenciais encontrados nesse estudo o qual superou os recomendados pela FAO/WHO (Tabela 6).

A composição dos aminoácidos das almôndegas de pescado de tilápia nilótica e pirarucu tem uma semelhança muito grande com outros peixes da mesma família e quando elaborados da mesma matéria prima. As almôndegas de pescado são uma boa fonte de aminoácidos essenciais (LUSTOSA-NETO, 1994). A grande parte dos aminoácidos permanece estáveis durante a estocagem. Em função da similaridade das almôndegas de pescado (tilápia nilótica e pirarucu) em termos de qualidade de proteínas e conteúdo de aminoácidos, as almôndegas de pescado deveriam ser mais utilizadas especialmente em dietas balanceadas de crianças na escola. A comparação do teor de aminoácidos entre as duas espécies estudadas, tilápia nilótica e pirarucu, mostrou que as quantidades de aminoácidos são muito próximas entre si. Foi também observado que todos os aminoácidos essenciais, estavam presentes em boas quantidades, sugerindo que as duas espécies têm um alto valor nutricional. Outra constatação que se faz, refere-se à quantidade de aminoácidos as necessidades diárias desses aminoácidos

Tabela 6. Perfil de aminoácidos essenciais e requerimentos nutricionais diário segundo padrão da FAO/WHO/UNU (2007).

AMINOÁCIDOS	g/Kg DE PESO CORPÓREO
Histidina	0,010
Isoleucina	0,020
Leucina	0,039
Lisina	0,030
Metionina	0,010
Fenilalanina +Tirosina	0,025
Treonina	0,015
Valina	0,026
Triptofano	0,04

Esse fato sugere que os produtos (almôndegas de pescado) podem ser utilizados em merenda escolar, por todas as propriedades nutricionais apresentadas nesta pesquisa. Além do alto valor nutritivo e digestibilidade, as proteínas dos peixes tais como a tilápia nilótica e o pirarucu também têm boas propriedades funcionais, tais como a capacidade de retenção de água, gelificação emulsificação e propriedades texturiais (Menegassi, 2011).

Além do alto valor nutritivo e digestibilidade, as proteínas dos peixes tais como a tilápia nilótica e o pirarucu também têm boas propriedades funcionais, tais como a capacidade de retenção de água, gelificação emulsificação e propriedades texturiais (Menegassi, 2011).

A tilápia nilótica pode ser enquadrada como peixe magro de alto teor proteico. O músculo da tilápia contém os aminoácidos necessários para a alimentação humana. O perfil de aminoácidos de tilápias é similar ao de outros animais e pode ser visualizado na Tabela 5. A tilápia contém maior quantidade de hidroxiprolina, glicina e prolina do que os animais marinhos (Minizzo, 2005).

ANÁLISE SENSORIAL DAS ALMÔNDEGAS

O teste de aceitabilidade usando o modelo de ficha de escala hedônica facial mista para os produtos almôndegas de pirarucu e tilápia nilótica foi realizado de acordo com as normas do PNAE/Cecane Unifesp/UNB (2010). Os resultados da análise sensorial estão descritos na Tabela 7 apontam que tanto a almôndega de pirarucu com 100% de aceitação assim como a almôndega de tilápia com 100%, tiveram boa performance pela análise sensorial. Pode ser visto ainda na Tabela 7, que a maioria das crianças aceitaram a merenda escolar em forma de almôndegas nos conceitos conferidos da escala hedônica gostei e adorei. Isto é indicativo que a forma de almôndegas de pirarucu e tilápia nilótica foi bem aceita e pode se constituir numa grande opção de aumento de consumo de pescado no Estado do Ceará.

Tabela 7. Resultados do teste de aceitabilidade usando a ficha com escala hedônica facial mista para os produtos: almôndegas de pirarucu (*Arapaima gigas*) e tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*).

OPÇÕES NA ESCALA HEDÔNICA	ACEITAÇÃO DA ALMÔNDEGAS POR ESPÉCIE (NÚMERO DE ALUNOS / PRECENTAGEM DE ACEITAÇÃO)	
	Pirarucu n / %	Tilápia n / %
Conceito		
1 - DETESTEI	-	-
2 - NÃO GOSTEI	-	-
3 - INDIFERENTE	-	-
4 - GOSTEI	12 / 20	22 / 36,6
5 - ADOREI	48 / 80	38 / 63,4
TOTAL	60 / 100	60 / 100

ESTATÍSTICAS DA ANÁLISE SENSORIAL

Para comparar as proporções da aceitabilidade entre os dois grupos foi utilizado o teste do Qui-quadrado X^2 . A categoria **adorei** teve uma maior proporção no grupo Pirarucu (80,0 %), quando comparado ao grupo Tilápia (65,5%), no entanto sem significância estatística ($p=0,0683$), como visualizado na Tabela 8.

Tabela 8. Resultados do teste de aceitabilidade usando o modelo de ficha de escala hedônica facial mista para os produtos: almôndegas de Pirarucu (*Arapaima gigas*) e Tilápia (*Oreochromis niloticus*).

GRUPOS	GOSTEI N / %	ADOREI N / %	VALOR de P
Almôndegas pirarucu	12 (20,0)	48 (80,0)	0,0683
Almôndegas tilápia	20 (34,5)	38 (65,5)	

CONCLUSÕES

A CMS na forma de almôndegas de pirarucu (*Arapaima gigas*) e tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) se mostraram bem aceitas e podem se constituir numa grande opção de aumento de consumo de pescado via as escolas no Estado do Ceará, visto que apresentaram atributos físico-químicos, nutricionais, microbiológicos e sensoriais, desejáveis e por estimular o aproveitamento integral de pescado em produtos de valor agregado.

A quantidade de aminoácidos essenciais encontrados nesse estudo, supera as necessidades diárias desses aminoácidos recomendados pela FAO/WHO.

As almôndegas de pirarucu se apresentaram mais atrativas na merenda escolar nos critérios estatísticos da análise sensorial (80% “Adorei”), corroborando ao objetivo de implantar um novo produto inédito (almôndegas de pirarucu) e de valor agregado voltado para alimentação institucional.

AGRADECIMENTOS

À empresa Frigoríficos Valpex Indústria e Comércio de Pescados Ltda. pela concessão do financiamento deste projeto de pesquisa e à Capes pela concessão de bolsas.

AVALIAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA HUMANA

Para a realização da análise sensorial, o Projeto foi submetido e protocolado pelo Comitê de Ética da Plataforma Brasil do Ministério da Saúde em Pesquisa Humana, Fortaleza-CE. (Pesquisa NR. 707201).

REFERÊNCIAS

- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2001). *Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001*. Acesso em: 21 dez. 2015. Disponível em: <http://www.abic.com.br/arquivos/leg_resolucao12_01_anvisa.pdf>.
- A.O.A.C. (2005). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International*, 18th ed. Arlington: AOAC.
- APHA American Public Health Association (2001). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. Chapter 8. 4ª ed. Washington DC.
- Beirão, H.; Teixeira, E. & Meinert, E. M. (2000). Processamento e industrialização de moluscos. In: Seminário e workshop tecnologias para aproveitamento integral do pescado. Campinas. *Anais*. pp 38-84.
- Boscolo, W. R. & Hayashi, C.; Meurer, F. (2004). Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão-canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33 (1): 8-13, jan/fev.

- Bordignon, A. C. Souza, B. E.; Bohnengerger, L.; Hilbig, C. C.; Freinden, A. & Boscolo, W. R. (2010). Elaboração de croquete de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do corte em 'V' do filé e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, 32 (1): 109-116.
- Brasil, Presidência da República (1962). Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Decreto nº 1.255, de 25 de julho de 1962. Brasília:PR.
- Brito, L. F. (2007). *Uso de farinha de sangue na nutrição de frangos de corte*. Osasco: Poli-nutri. Acesso em: 20 mar. 2016. Disponível em: <https://www.polinutri.com.br/upload/artigo/186.pdf>.
- Contreras-Gusmán, E.C. (1994). *Biochemistry of fishery products*. FUNEP, Jaboticabal, SP.
- FAO (2016). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. FAO: Roma.
- FAO/WHO/UNU (Food and Agriculture Organization/World Health Organization, United Nations University) (2007). *Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition*; Technical Report Series 935. United Nations University, Geneva, Switzerland.
- Fellows, P. J. (2006). *Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática*. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed..
- Fogaça, F. H. S., Oliveira, E. G., Carvalho, S. E. Q. & Santos, F. J. S. (2011). Yield and composition of pirarucu fillet in different weight classes. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá. 33(1): 95-99.
- Folch, J.; Lees, M.; Sloane-Stanley, G. H. (1957). A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissue. *Journal of Biological Chemistry*, Rockville. 226(1): 497-509.
- Franco, B.D.G.M. & Landgraf, M. (2008). *Microbiologia dos Alimentos*. São Paulo: Atheneu.
- Gonçalves, A. A. (Org.) (2011). *Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação*. São Paulo: Editora Atheneu.
- Gryschek, S. F. B.; Oetterer, M. & Gallo, C. R. (2003). Characterization and frozen storage stability of minced Nile tilapia *Oreochromis niloticus* and red tilapia *Oreochromis* spp. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 12(3): 57-69.
- Kirschnik, P. (2007). *Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (Oreochromis niloticus)*, 91 f. (Tese de Doutorado em Aqüicultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas e Veterinárias, Centro de Aqüicultura da Unesp, Jaboticabal (SP).
- Lago, A.M.T. (2015). *Embutido tipo salsicha utilizando carne mecanicamente separada de tilápia: uma alternativa para o aproveitamento de resíduo da filetagem*, 231f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.
- Lee, C. M. (1984). Surimi process technology. *Food Technology*, Chicago. 38(11): 69-80.
- Lima, J.; Burns, V.; Alves-Jr, A. J. & Mungioli, R. (2012). Panorama da aqüicultura no Brasil: desafios e oportunidades. *Revista BNDES Setorial*. 35: 421-463.
- Lustosa-Neto, A.D. (1994). *Elaboração e caracterização química, funcional e nutricional de ensilados de resíduo de pescado da família Lutjanidae*. 77f. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE.
- Marengoni, N. G.; Pozza, M. S. S.; Braga, G. C.; Lazzeri, D. B.; Castilha, L. D. & Bueno, G. W. (2009). Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de *fishburgers* de carne de tilápia mecanicamente separada. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, 10(1):168-176.
- Menegassi, M. (2011). Aspectos Nutricionais do Pescado. IN: GONÇALVES, A. A. (Org.). *Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação*. São Paulo: Editora Atheneu, pp. 43-60.
- Minozzo, M.G. (2005). *Elaboração de patê cremoso a partir de file de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) e sua caracterização físico-química, microbiológica e sensorial*. 110f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.

Official Methods of Analysis - AOAC (2005). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International*, 17th ed. Arlington.

Ordóñez, J. A.; Rodriguez, M. I. C.; Álvarez, L. F.; Sanz, M. L. G.; Minguillón, G. D. G. F.; Perales, L. H. & Cortecero, M. D. S. (2005). *Tecnologia de alimentos: alimentos de origem de animal*. Porto Alegre: Artmed, v. 2, 279 p.

Pessatti, M. L. (2001). *Aproveitamento dos subprodutos do pescado*. Meta 11. Relatório final de ações prioritárias ao desenvolvimento da pesca e aquicultura no Sul do 161 14 Brasil. Convênio Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Universidade do Vale do Itajaí: MA/SARC, 003/2000.

PNAE (2010). *Manual para aplicação dos testes de aceitabilidade no programa nacional de alimentação escolar – PNAE /Cecane – Unifesp e UNB, Brasília-DF*.

Sary, C.; Francisco, J. G. P.; Dallabona, B. R.; Macedo, R. E. F.; Ganeco, L. N.] & Kirschnik, P. G. (2009). Influência da lavagem da carne mecanicamente separada de tilápia sobre a composição e aceitação de seus produtos. *Revista Acadêmica, Ciências Agrárias e Ambientais*, Curitiba, 7, n. 4, p. 423-432, out./dez.

Sucasas, L. F. A. (2011). *Avaliação do resíduo do processamento de pescado e desenvolvimento de co-produtos visando o incremento da sustentabilidade na cadeia produtiva*. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Taco (2011). *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos*. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (Nepa), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp eds.), Campinas.

Terra, N. N. (2003). Particularidades na fabricação do salame. *Revista Nacional da Carne*, Acesso em: 1 ago. 2016. São Paulo, n. 317, julho, Disponível em: <http://www.dipemar.com.br/carne.htm>.

Vidotti, R. M. & Martins, M. I. E. (2010). Aproveitamento da carne de tilápia mecanicamente separada (CMS). *Feed & Food*, 39(4): 50-51.

World Health Organization (WHO) (2007). *Protein and amino acid requirements in human nutrition: report of a joint WHO/FAO/UNU expert consultation*. Geneva: WHO, (Technical report, 935).

Xavier, C.V.A. & Beraquet, N.J. (1994). Vida-de-prateleira de carne mecanicamente separada de frango estocada sob refrigeração. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, 1(24): 91-104.