



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 e Aquicultura, 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% e 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	< 1,2x10 ² UFC/g	< 1,2x10 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

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 essenciais encontrados nesse

estudo o qual superou as necessidades diárias desses aminoácidos recomendados pela FAO/WHO (Tabela 6).

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).

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 / PERCENTAGEM DE ACEITAÇÃO)	
	Pirarucu n / %	Tilápia n / %
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 aquicultura 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.

OFERTA DE PESCADO EM ARACAJU, SERGIPE: ESTUDO DE CASO

FISH SUPPLY IN ARACAJU, SERGIPE: CASE STUDY

Adriano de Jesus Santos & Ana Rosa da Rocha Araújo*

Departamento de Engenharia de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal de Sergipe - UFS

*e-mail: anarosaaraujop@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

O consumo de peixes aumentou nas últimas quatro décadas devido a maior demanda por alimentos e pelas mudanças no hábito alimentar da população, que vem, cada vez mais, buscando produtos com alto valor nutricional. Por ser um alimento saudável, a carne de pescado se destaca nutricionalmente quanto à quantidade e qualidade de proteínas, vitaminas e sais minerais (Sartori & Amâncio, 2012). É um alimento com baixo teor de gordura e possui elevados teores de ômega-3, substância que gera grandes benefícios à saúde humana (Bruschi, 2001) que são a redução do risco de Acidente Vascular Cerebral (AVC), de depressão, do Mal de Alzheimer e de morte por doença cardíaca.

O pescado está entre os mais importantes recursos renováveis, pois são responsáveis pelo bem-estar humano e por meio dos empregos gerados na cadeia produtiva da pesca e, principalmente, pela segurança alimentar que proporcionam as comunidades costeiras (Sumaila et al. 2012). O pescado comercializado no Brasil é oriundo das capturas e da aquicultura que são disponibilizado a venda para os consumidores. Muitas das atividades ligadas ao setor estão ainda desorganizadas ou desestruturadas, forçando o produtor a vender seu pescado por um preço baixo.

O termo “pescado” é uma denominação genérica que compreende os peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, quelônios e mamíferos de água doce ou salgada, usados na alimentação humana; definida no Art. 438 do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal (RIISPOA) (BRASIL, 2008). Os peixes aparecem como o alimento mais comum na dieta diária de populações de muitos países e contribui com cerca de um quarto da oferta de proteína de origem animal, além de ser fonte de emprego, lucro e renda em alguns países (Gonçalves et al., 2008). Tradicionalmente, no Brasil é histórico o consumo de proteína alimentar de origem animal, o consumo de carne bovina tem sido recorrente nas refeições diárias da população.

No mercado brasileiro de pescado a demanda é baixa, mas crescente e apresenta uma série de especificidades inter e intra-regionais decorrentes da diversidade sócio-cultural (Silva, 2012). O consumo de pescado pode ser influenciado por fatores socioeconômicos, padrões de consumo alimentar, características pessoais, estado de saúde e dimensões atitudinais (Trondesen et al, 2003).

O pescado de qualidade deve englobar alguns fatores intrínsecos ao próprio pescado e a características externas, como as que se seguem: elaboração, armazenamento, distribuição, venda e apresentação ao consumidor, considerações estéticas, rendimento e benefícios do produtor e intermediários. Esses fatores estão interligados com os conhecimentos de conceitos econômicos, tal como o preço, oferta e a demanda. Norma de qualidade e classificação tem sido publicada por órgãos nacionais e internacionais (Abdon-Silva & Silva, 2004).

Consumo de mundial pescado aumentou de uma média de 9,9 kg na década de 1960 para 14,4 kg na década de 1990 e 19,7 kg em 2013, com estimativas preliminares para 2015 indicando crescimento adicional, superior a 20 kg (FAO, 2016). O consumo per capita recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) é de 12 kg por pessoa ao ano. No Brasil, este consumo, conforme a FAO, teria alcançado 11,17 kg por habitante ao ano de 2012 (FAO, 2013). Segundo dados da pesquisa de orçamentos familiares (BRASIL-IBGE, 2011), nas regiões Centro Oeste, Sul, Sudeste e Nordeste o consumo per capita é, respectivamente, de 1,62; 1,60; 2,06 e 4,97 kg/hab/ano. A região norte, entretanto, é o grande destaque, sendo seu consumo per capita de 17,54kg/hab/ano. O estado do Amazonas é o maior consumidor per capita do Brasil, com 30kg/hab/ano (Silva, 2012).

Ao se comparar o consumo de pescado no Brasil em relação a outros países, como Japão, Chile e Portugal, considera-se como baixo, porém próximo do recomendado pela OMS. Diversos fatores contribuem para essa situação, tais como alto custo no transporte e conservação, encarecendo o produto final, hábitos alimentares que valorizam a carne bovina em detrimento de outros alimentos, etc. No entanto, a tendência do mercado é a de expandir-se cada vez mais, devido à procura do consumidor por produtos mais saudáveis.

A comercialização é o elo da cadeia de pescado formado por agentes econômicos que agregam valor ao produto, criando os canais adequados para levá-lo até o consumidor. Neste segmento, incluem-se as atividades de armazenamento, beneficiamento, processamento, transporte e distribuição (Walmart Brasil, 2010). Dados de 2016, do Serviço de Inspeção Federal do Ministério da Agricultura (SIGSIF, 2016), registrava-se no Brasil 285 entrepostos de pescado, 38 fábricas de pescado ou conservas de peixes e 6 barcos-fábrica certificados pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF). A maior concentração dessas instalações está na região Nordeste, seguida pela região Sul (Walmart Brasil, 2010).

No Brasil, embora a pesca envolva mais de dois milhões de pessoas, boa parte das espécies comercialmente importantes está sob um cenário de sobre-exploração. A falta de ordenamento e um histórico

de políticas equivocadas de “desenvolvimento” do setor são os principais fatores responsáveis por essa grave crise de sustentabilidade no uso dos recursos pesqueiros (Abdallah & Sumaila; Castelo 2007).

O sistema de abastecimento alimentar no Brasil baseia-se em uma grande rede de supermercados de tamanho variado e complementado por outras estruturas como açougues, peixarias, aviários, quitandas, mercados, feiras livres e padarias (Oliveira, 1996). O varejista é o último elo da cadeia comercial produtor-consumidor, e o controle de qualidade do produto passa por manuseio, armazenamento e exposição no ponto de venda (Rocha, 2007).

De acordo com Barbosa (2006), a demanda de pescado tem evoluído a, taxa superior à oferta, pois os consumidores estão mais exigentes e procuram produtos mais saudáveis, com garantia de segurança alimentar e que apresentem preço acessível. Um produto de qualidade é importante tanto para a economia e quanto para o consumidor (Ribeiro et. al. 2010).

Um manuseio correto para garantir a qualidade do pescado é necessário desde da captura ao acondicionamento e comercialização. Unânime a preocupação do consumidor com a qualidade e procedência do produto. De acordo com dados do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA 2009), o setor supermercadista está se consolidando como ponto de venda e comercialização de pescado: a venda de peixe nas lojas das redes de supermercados aumentou entre 15% e 25% nos últimos anos. Portanto o objetivo desse estudo foi proporcionar informações sobre a dinâmica da oferta de pescado comercializados em um estabelecimento comercial na cidade de Aracaju e a preferência dos consumidores.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no período de janeiro a dezembro de 2015, em um estabelecimento comercial localizado na cidade de Aracaju, capital do estado de Sergipe.

O estabelecimento, alvo do estudo, foi escolhido pela facilidade de se obter os dados necessários para a pesquisa. A coleta de dados foi realizada no setor de pescado congelado (composto de 5 freezer), pescado enlatado (na seção de conserva do setor de mercearia) e pescado seco/salgado (no setor de salgado e defumado).

As coletas foram realizadas duas vezes por mês durante 12 meses, totalizando 24 coletas. A primeira coleta de cada mês foi realizada sempre entre os dias 8 e 10 e a segunda entre os dias 18 e 20 por serem os dias de intensa movimentação de consumidores no estabelecimento, a escolha do dia para a coleta foi por ser a data de entrada de cartões vale alimentação e pagamento de muito do consumidores que frequenta o estabelecimento. As variáveis consideradas foram: preço do produto, tipo de processamento, espécie de pescado (considerando o nome comum na embalagem), unidade adotada na embalagem e tipo de conservação.

A pesquisa foi complementada com a realização de entrevistas semiestruturadas com os consumidores para caracterização do perfil do consumidor de pescado. O questionário foi elaborado com oito questões que tinham o objetivo de conhecer a frequência de consumo de pescado, o tipo de pescado consumido, a importância de consumir pescado, a preferência pelo tipo de processamento, identificação do tempo de prateleira, preferências da origem do pescado (Marinho ou de Água doce) e se as embalagens de pescado trazem todas as informações para o consumidor. No total foram realizadas 100 entrevistas com consumidores no período de estudo. Todos os dados obtidos foram digitalizados em planilha Excel para posterior análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PERFIL DO CONSUMIDOR

A validade do produto (tempo de prateleira) foi um fator importante para a escolha do consumidor, representando 81% dos entrevistados. Com relação à preferência pelo pescado 66% responderam que se alimentam de pescado por que e bom para a saúde, 32% porque gostam de comer pescado e 2% comentaram que comem com menor frequência porque a renda não é suficiente para comprar pescado sempre. Os peixes foram o tipo de pescado favorito dentre os consumidores entrevistados (78%), principalmente se for fresco (56%) (Figura 1).

■ fresco ■ congelado ■ congelado ou enlatado ■ fresco ou congelado

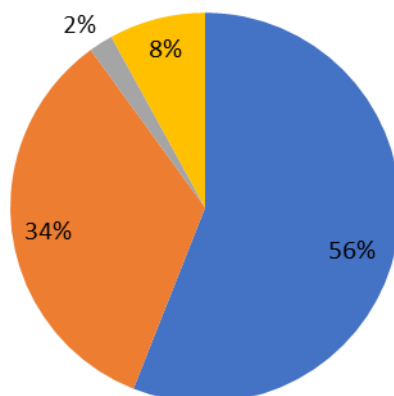


FIGURA 1. Preferencia por tipos de conservação.

O perfil do consumidor que frequenta o estabelecimento alvo desse estudo consome pescado 2 (duas) vezes por semana (39%) e 2% todos os dias (Figura 2). Este resultado foi semelhante ao obtido por Rocha Neto (2010), em que a frequência maior de consumo foi de uma ou mais vezes por semana (62%). Os dados dos obtidos por Tavares *et al.*, (2013) em que a frequência de consumo e pelos entrevistados foi de duas ou mais vezes ao mês (25,3%), seguida de uma vez por semana.

O consumo de pescado no Brasil ainda é considerado baixo principalmente pela grande oferta de outras fontes de proteína animal com custo inferior ao do pescado. Segundo Galvão (2010) as preferências pelo consumo de carne bovina tem sido recorrente nas refeições diárias da população, considerando um produto de constante presença no hábito alimentar da população brasileira. Os mesmos autores relataram ainda que o consumo de pescado é pouco observado no cotidiano alimentar da população brasileira por conta de fatores como preço elevado em comparação a outros tipos de carne e a dificuldade de acesso a um pescado de qualidade, fatores que reduzem o atrativo pelo consumo de dessa fonte de alimento rico em nutrientes.

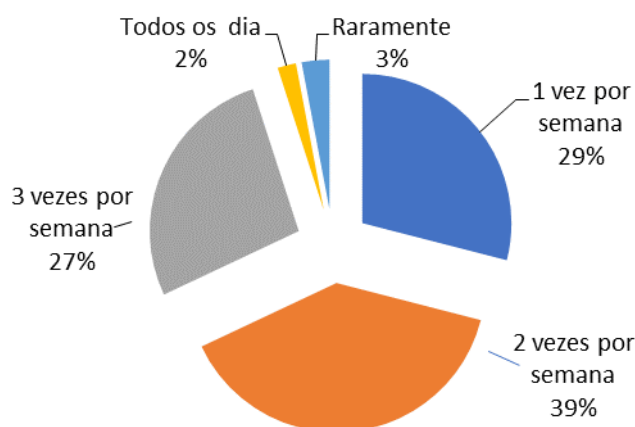


FIGURA 2. Perfil do consumidor quanto ao consumo de pescado.

Outra forma de apresentação preferida pelos consumidores foram as postas (40%) seguidas dos filés (24%) (Figura 3), Porém, os dados diferem dos obtidos por Rocha Neto (2010) que 30% preferem compra peixe inteiro e 12% o file, 58% tratados (eviscerado). Quando questionados sobre o conhecimento da origem do pescado, 14% dos entrevistados responderam que desconheciam e 52% informaram que as embalagens não trazem todas as informações sobre o produto.

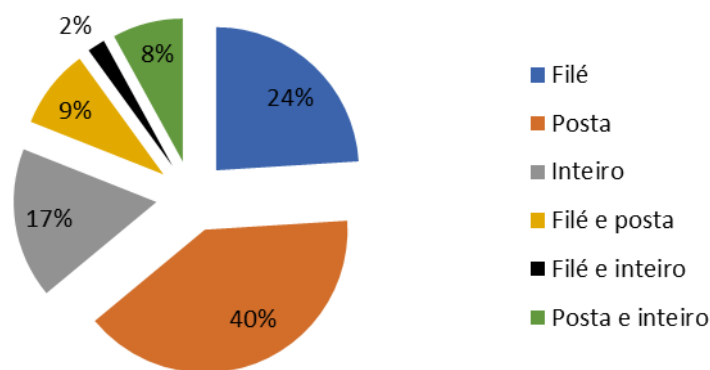


FIGURA 3. Preferência por produto beneficiado.

Gonçalves et al. (2008) ressalta que as informações obtidas a respeito do perfil do consumidor de pescado, ajuda os empresários da indústria pesqueira que esperam aumentar suas vendas e com isso favorecer o consumo de pescado e melhorar a aceitação dos seus produtos pelos consumidores, precisam investir na produção de produto inovador à base de pescado, para atender a demanda dos consumidores, dentro de um padrão de qualidade.

Além de ações mais “tradicionais” e diretamente relacionadas à gestão pesqueira, estratégias inovadoras baseadas no mercado (guias de consumo, certificação) também podem ajudar a reverter esse quadro, alavancando mudanças importantes na cadeia produtiva da pesca (Gutiérrez et al. 2012).

No entanto, esforços neste sentido são ainda incipientes e carecem de informações sistematizadas. O Brasil é um grande importador de pescado, principalmente de espécies de elevado valor comercial, como o bacalhau da Noruega e o salmão do Chile, além de outras espécies menos tradicionais comercializadas a um valor muitas vezes abaixo do custo de produção no Brasil, devido aos subsídios dos outros países, principalmente asiáticos.

TIPOS DE PESCADO

Os resultados registraram um total de 35 tipos de pescado dos quais 88% foram de peixes e 12% de crustáceos, comercializados de diversas formas. Os produtos advindos do mar foram os mais ofertados (78%) aos consumidores, principalmente conservados de forma congelada (60%) e menos representativos no formato de saches (1%) (Figura 4). Além da variedade de tipos de pescado, foram registradas 33 empresas diferentes como fabricantes dos produtos observados.

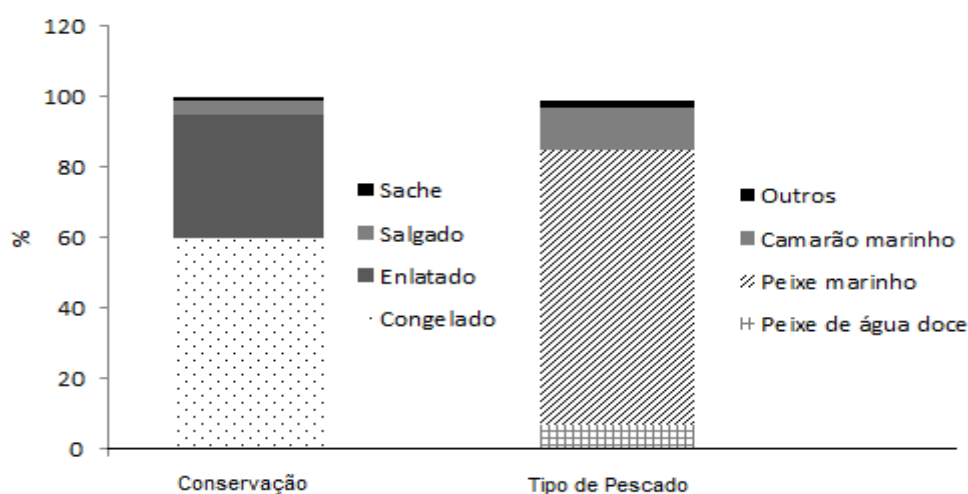


FIGURA 4. Distribuição de pescado por tipo de pescado e tipos de conservação utilizados na comercialização de pescado.

Dentre as formas de apresentação dos produtos, o filé foi o mais encontrado com 21% do total de produtos registrados, seguido por pescado em posta (15%) e ralado/enlatado (10%). Os maiores volumes observados na comercialização foram de peixes marinhos e pescado congelado. A principal espécie comercializada foi o atum, seguida do bacalhau e camarões (Tabela 1). Segundo Melo (2011) a apresentação do produto em embalagens com especificações, propicia uma melhor comercialização, além de aprimorar o marketing. Uma das funções da embalagem é proteger seu conteúdo, o contato do alimento com fatores ambientais, como luz, oxigênio, umidade, microrganismos, acarretam a deterioração do produto, mas a falta de uma melhor descrição sobre as espécie e origem.

TABELA 1. Pescado comercializado em Aracaju, Estado de Sergipe.

ORIGEM	PESCADO	ESPECIE	TIPO	%
Marinha	atum	<i>Thunnus spp.</i>	Patê em sachê e enlatados diversos	26,81
Marinha	bacalhau	<i>Gadus spp.</i>	Bolinho, filé e posta congelado e pedaços salgado	12,94
Marinha	camarão	Não identificado	Congelado inteiro, sem cabeça, sem casca, pré-cozido	12,31
Marinha	sardinha	<i>Sardinella spp.</i>	Inteiro congelado ou file enlatado	10,46
Marinha	salmão	<i>Salmo spp.</i>	Filé e posta congelado ou filé enlatado	7,80
Marinha	dourado	<i>Coryphaena hippurus.</i>	Filé e posta congelado	3,87
Marinha	corvina	<i>Micropogonias furnieri.</i>	Inteiro e posta congelado	3,58
Água doce	tilápia	<i>Oreochromis niloticus.</i>	Filé congelado	3,12
Marinha	polaca	<i>Theragra chalcogramma.</i>	Filé e posta congelado	2,02
Marinha	pescada-amarela	<i>Cynoscion acoupa.</i>	Filé e posta congelado	1,96
Marinha	cação	<i>Carcharhinus spp.</i>	Posta congelado	1,85
Água doce	panga	<i>Pangasius hypophthalmus</i>	Filé congelado	1,44
Marinha	castanha	<i>Umbrina canosai.</i>	Inteiro e posta congelado	1,39
Água doce	surubim	<i>Pseudoplatystoma spp.</i>	Filé e posta congelado	1,33
Água doce	pescada-branca	<i>Cynoscion leiarchus.</i>	Filé e posta congelado	1,27
Marinha	palombeta	<i>Chloroscombrus chrysurus.</i>	Inteiro congelado	1,04
Água doce	mapará	<i>Hypophthalmus spp.</i>	Filé congelado	1,04
Marinha	galo	<i>Tracnotus spp.</i>	Inteiro congelado	0,92
Marinha	cavala	<i>Scomberonorus spp.</i>	Posta congelado	0,92
Marinha	merluza	<i>Merluccius Merluccius.</i>	Filé congelado	0,81
Marinha	arraia	<i>Altantoraja spp.</i>	Posta sem pele congelado	0,64
Marinha	bonito	<i>Katwonus pelamis.</i>	Ralado enlatado	0,58
Marinha	cavalinha	<i>Scomber japonicus.</i>	Inteiro congelado	0,52
Água doce	pirarucu	<i>Arapaima spp.</i>	Filé congelado	0,40
Marinha	abadejo	<i>Mycteroperca spp.</i>	Filé congelado	0,35
Marinha	vermelha	<i>Lutjanus spp.</i>	Filé congelado	0,35
Água doce	piramutaba	<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	Posta congelado	0,17
Marinha	tainha	<i>Mugil spp.</i>	Inteiro congelado	0,12
Total				100,00

De janeiro a março o Abadejo continuou a ser ofertado no estabelecimento, porém a partir do mês de abril a procura por esse produto apresentou uma queda considerável, ocasionando sua ausência no balcão de venda. Não se sabe se a indústria tinha produto disponível para venda ou se optou por comprar produto de qualidade mais barato para ofertar. Foi observado uma mudança de paradigma quanto à estratégia comercial do pescado, antes os estoques eram explorados e se buscava o nome comercial para o pescado. Atualmente,

as indústrias pesqueiras tem um nome, de apelo comercial e busca um estoque, ou espécie, para ser comercializado com aquele nome. É o caso de uma grande empresa brasileira que buscava uma espécie para ser comercializada com o nome “badejo” ou “abadejo” (Barbosa, 2015).

Ao longo de todo o período os preços dos produtos congelados e enlatados mantiveram-se estáveis, sem apresentar grandes oscilações. Os produtos pesqueiros salgados foram os que mantiveram os maiores preços de venda para o consumidor ao longo do ano, com exceção do mês de maio em que os congelados alcançaram preços maiores (Figura 5). O pescado salgado foi que apresentou maior preço de vendas ao consumidor ao longo do ano por ser produto importado e sofre influencia do dólar. O maior consumo popular de bacalhau foi confinado às festas religiosas mais tradicionais, como a Páscoa e o Natal (Lopane, 2014). Devido a um excesso de estoque de bacalhau na semana santa e para evitar a perda de qualidade elevou-se o preço do pescado congelado, para que o pescado salgado fosse considerado o mais barato para compra.

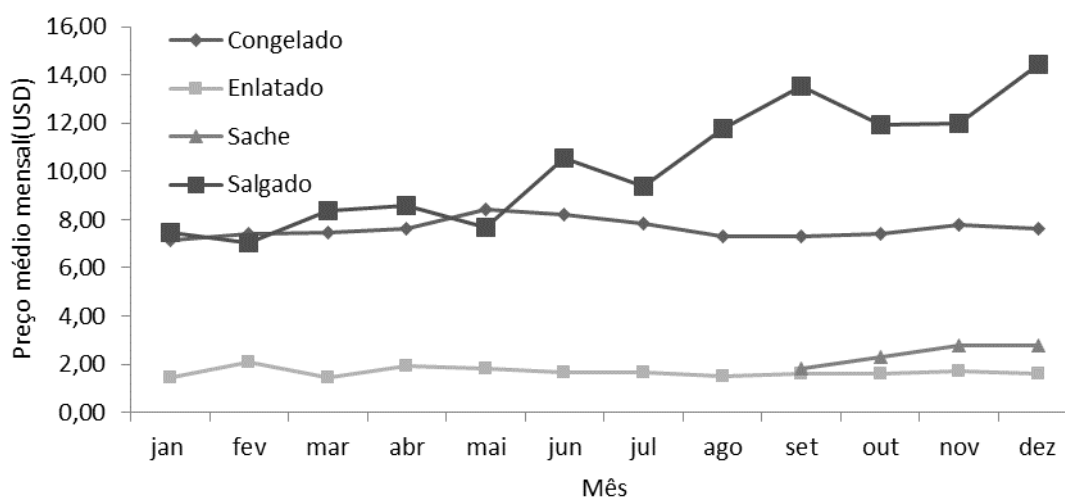


FIGURA 5. Variação anual dos preços médios mensais (USD) dos pescado comercializado em 2015.

O espaço destinado à venda do pescado congelado foi considerado pequeno para exposição do produto, uma vez que a diversidade de produtos foi volumosa. O estabelecimento comercial estudado possui áreas específicas para a aquisição de pescado congelado, os quais são armazenados em *freezer* localizados no setor refrigerado: Os produtos conservados, enlatados e outros, estão localizados na seção de conservas enlatados e o pescado seco/salgado no setor de salgados e defumados. Um dos problemas observados foi o espaço pequeno para comercialização, e um abastecimento muito excessivo e apertado a mercadoria para armazenar, para caber toda linha de mercadoria disponível para a venda com isso o pescado tem a embalagem danificada, o que pode contribuir na perda da qualidade do produto. O pescado é um dos alimentos mais perecíveis e, por isso necessita de cuidado adequados desde que é capturado fresco até chegar ao consumidor ou a indústria transformadora (Pereda et al., 2005).

PESCADO CONGELADO

Os produtos congelados foram ofertados de diversas formas: bolinho de peixe, peixe inteiro, filé de peixe e camarão, posta de peixe, lombo de peixe e produtos com um mix de diferentes pescado (*paella* e *surimi*). *Paella* é um prato de origem espanhol feito a base de uma variedade de pescado, contendo porções de peixes, crustáceos e moluscos, além de sachés de temperos prontos. Já o *Surimi* é um subproduto do processamento do pescado, onde é formada uma polpa de pescado com sabor normalmente de caranguejo.

O bolinho de peixe foi encontrado apenas com a espécie de peixe bacalhau e as embalagens apresentaram peso variando de 270 a 360g, produzidos por três diferentes empresas. Os preços variaram de USD 3,32 a USD 6,05 (Figura 6).

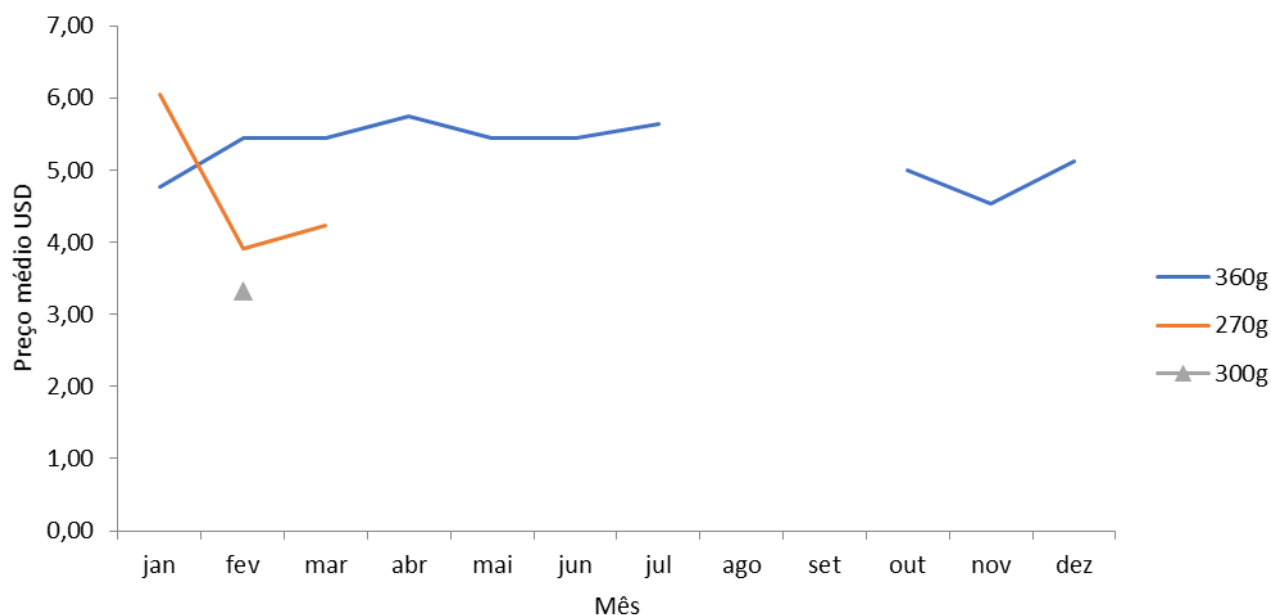


FIGURA 6. Preços médios (USD) de comercialização de bolinho de bacalhau congelado em 2015.

Sendo que 360g dominou o mercado, devido sua venda que reflete a possível aceitação do consumidor pelo o produto. Isso depende da estratégia empresarial que promove a fidelização do distribuidor, garantindo sua exclusividade na venda do produto (Lopane, 2014).

Cada tipo de pescado inteiro congelado foi ofertado de dois a seis meses não contínuo. O produto peixe inteiro congelado foi observado para peixes marinhos em embalagens que variaram de 800g a 1 kg. As espécies de peixes corvina, salmão e tainha foram ofertadas no tipo inteiro em embalagens com pesos diversos, ou seja, não tinham um peso padrão. Já os peixes castanha, cavalinha, galo, merluza, palombeta, sardinha e sardinha lage foram encontrados em embalagens de 1 kg, sendo que palombeta e sardinha foram encontradas durante o ano inteiro com preços que variaram de USD 1,65 a USD 2,78. Por outro lado, os peixes galo, palombeta e sardinha lage foram encontrados durante cinco meses do ano em embalagens de 800g, com preços que variaram de USD 1,65 a USD 7,20 (Figura 7).

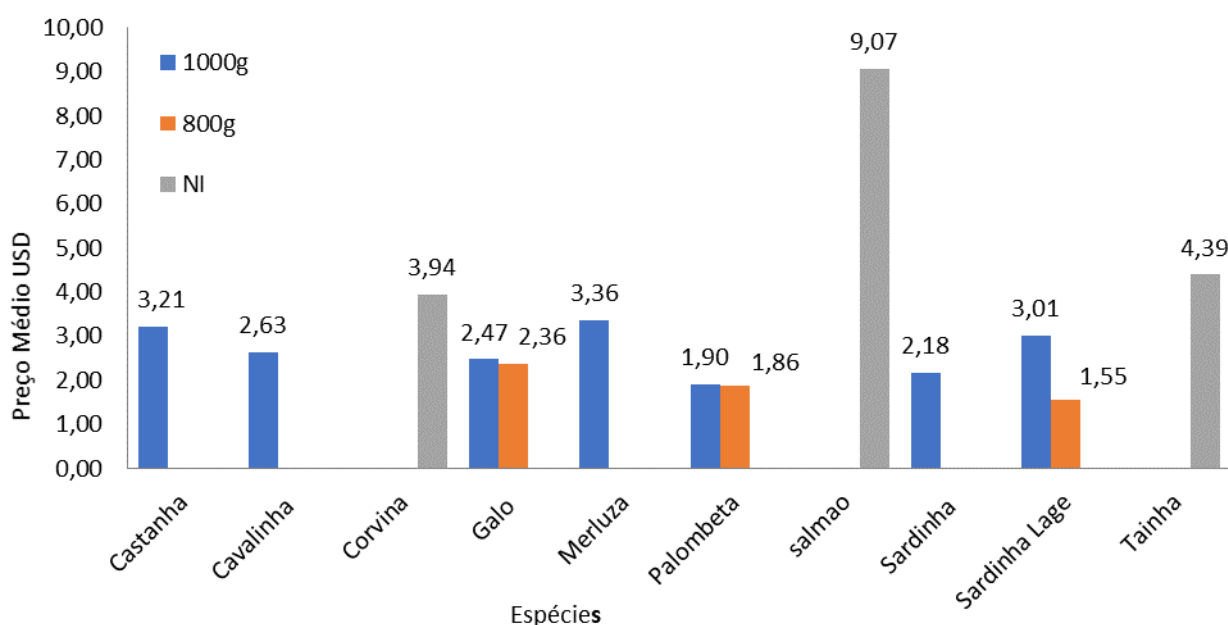


FIGURA 7. Preços médios (USD), por unidade comercializada, de pescado inteiro congelado em 2015: castanha *Umbrina conosai*; cavalinha *Scomber japonicus*; corvina *Micropogonias furnieri*; galo *Tracnotus spp*; merluza *Merluccius hubbsi*; palombeta *Chloroscombrus chrysurus*; salmão *Salmo spp*; sardinha *Sardinella spp*; sardinha-lage *Opisthonema oglinum*; tainha *Mugil spp*.

A oferta de pescado inteiro é realizada com a venda de peixes pequenos em embalagens de 800g a 1 kg e peixe grande nas embalagens com peso diverso (NI). No estudo Sartori & Amâncio (2012) alguns peixes aparecem entre os mais consumidos na totalidade do território ou em pelo menos quatro das cinco grandes regiões. É o caso do camarão, da sardinha fresca ou conserva (exceto região Norte) e da pescada (exceto região Sul). Não foi encontrada sardinha oriunda de Sergipe.

Os filés congelados de peixes e camarões foram encontrados em embalagens de 200g a 1kg. Os tipos de peixes foram de água doce e marinho com destaque para tilápia e salmão. Para os produtos de origem marinha comercializados no formato de filé congelado, o tipo de pescado salmão em embalagens de 1kg apresentou o maior preço médio (USD 13,63) e o tipo de pescado que apresentou o menor preço médio foi a pescada branca (USD 4,54) (Figura 8).

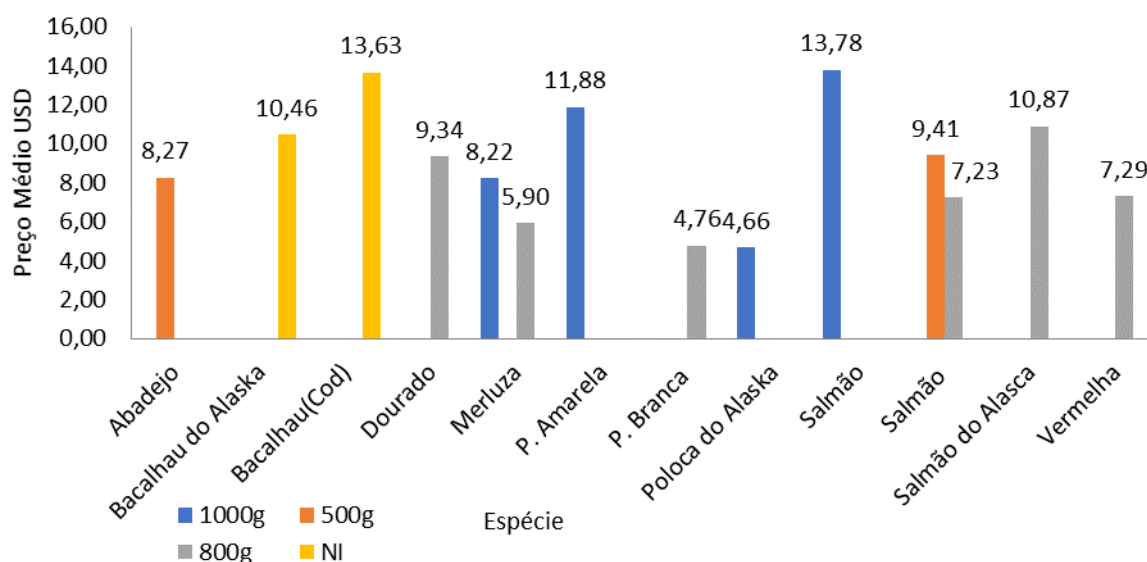


FIGURA 8. Preço médio (USD) de produtos comercializados na forma de filé congelado: abadejo *Mycteroperca* spp.; bacalhau *Gadus morhua*; bacalhau-do-alaska *Gadus macrocephalus*; dourado *Coryphaena hippurus*; merluza *Merluccius* spp.; pescada-amarela *Cynoscion acoupa*; pescada-branca *Plagioscion* spp.; poloca-do- alaska *Theragra chalcogramma*; salmão *Salmo* spp.; salmão-do-alaska *Oncorhynchus keta*; vermelha *Lutjanus* spp.

Dentre os produtos de origem de água doce, comercializados no formato de filé congelado, a tilápia foi à espécie de peixe encontrada com a maior variedade de pesos, ao mesmo tempo em que o pirarucu, o surubim, o panga e o mapará foram encontrados em apenas um peso (Figura 9).

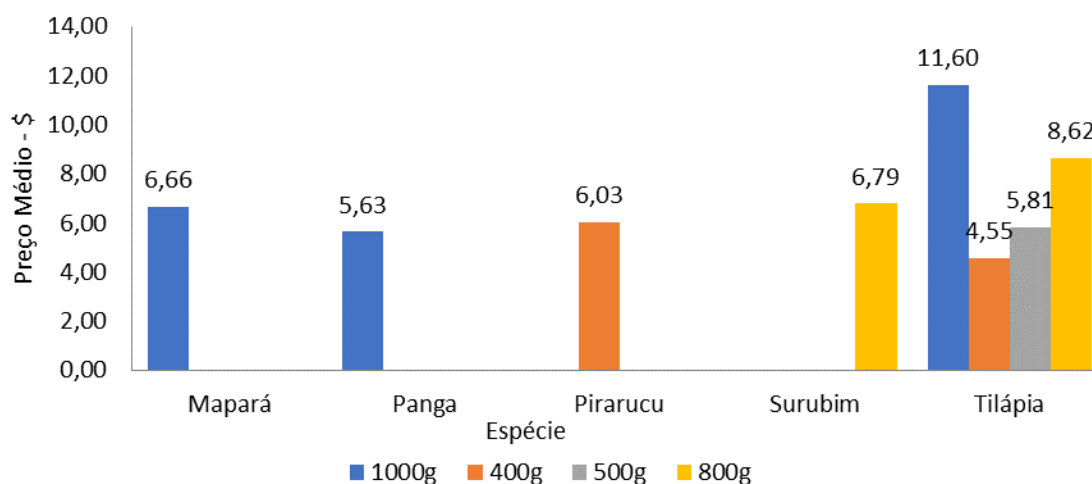


FIGURA 9. Preços médios (USD), por unidade comercializada, de filé de pescado de água doce congelado em 2015, mapará *Hypophthalmus* spp.; pirarucu *Arapaima gigas*; surubim *Pseudoplatystoma* spp.; panga *Pangasius hypophthalmus*; tilápia *Oreochromis niloticus*.

Atualmente, a filetagem é a principal forma de beneficiamento da carne de peixe no Brasil, fato este que levou este formato de apresentação dos pescado a ser o mais encontrado no presente estudo, dado semelhante foi obtido por Silva (2012). Entre os peixes de água doce ofertados, estão filé de mapará, panga e tilápia. O pirarucu é um peixe amazônico que possui grande potencial, no entanto, ainda apresenta pequenos volumes de comercialização.

As embalagens com peso de 1kg de pescado apresentaram a maior diversidade de espécies de pescado. Os preços da pescada amarela foram maiores no primeiro semestre, ao passo que o da tilápia, no segundo semestre (Figura 8). Os dois pescado presentes ao longo de todo o período foram tilápia e salmão. O salmão foi encontrado durante todo o período de estudo no formato de filé em embalagens que variaram de 500g a 1kg, com preço médio variando entre USD 6,65 a USD 13,77.

Sendo um produto considerado mais sofisticado, e de valor agregado maior o filé de salmão é ofertado em diferentes porções. Sendo um produto oriundo de cultivo, e seu abastecimento regularmente no estabelecimento, o salmão importado do Chile e da China, observado por Silva em seu trabalho (2012).

Os camarões de cultivo que foram disponibilizados, para venda na embalagem de 200g foi inteiro 150/200, e embalagem de 400g descabeçado 71/90, na embalagem de 500g o inteiro de 120/150 cozido, e na embalagem de 800g inteiro (*in natura*) 120/150. O camarão advindo da pesca foi o filé de camarão sete barbas e na embalagem de 400g. Os camarões foram encontrados principalmente no formato de filé congelado, comercializados. O filé de camarão ofertado foi quase todo de camarão de cultivo e maiores preços do mercado foram às embalagens de 400g de camarão sem cabeça 71/90 (Figura 10).

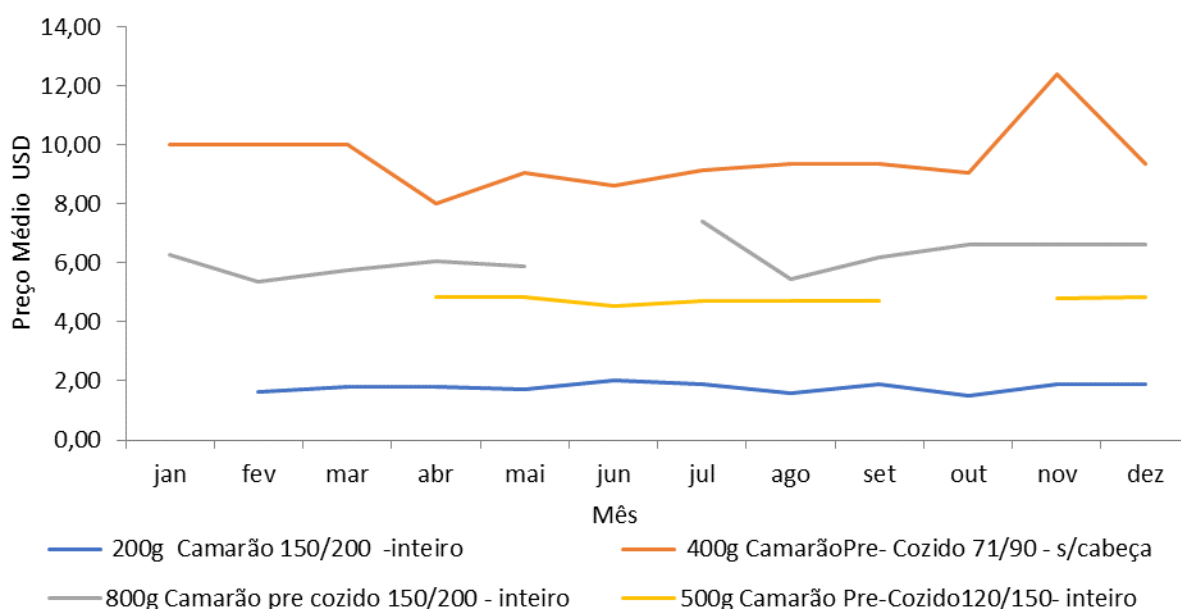


FIGURA 10. Variação mensal do preço médio (USD) de comercialização de camarão congelado. Os camarões ofertados tiveram procedência, na maioria, dos cultivos (*Litopenaeus vannamei*), tendo aparecido apenas uma espécie da pesca de captura e o camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*).

A comercialização de lombo de pescado congelado foi restrita a bacalhau do porto e bacalhau *saithe*, com embalagens de 600g e 1kg, produzidos por duas empresas diferentes. As embalagens de 600g foram exclusivas para comercialização do bacalhau do porto, produto com preço mais elevado (figura 11). Após o mês de outubro não foi encontrado o produto bacalhau do porto em embalagens de 1kg, sendo observado ainda a elevação do preço médio do bacalhau *saithe* (Figura 11).

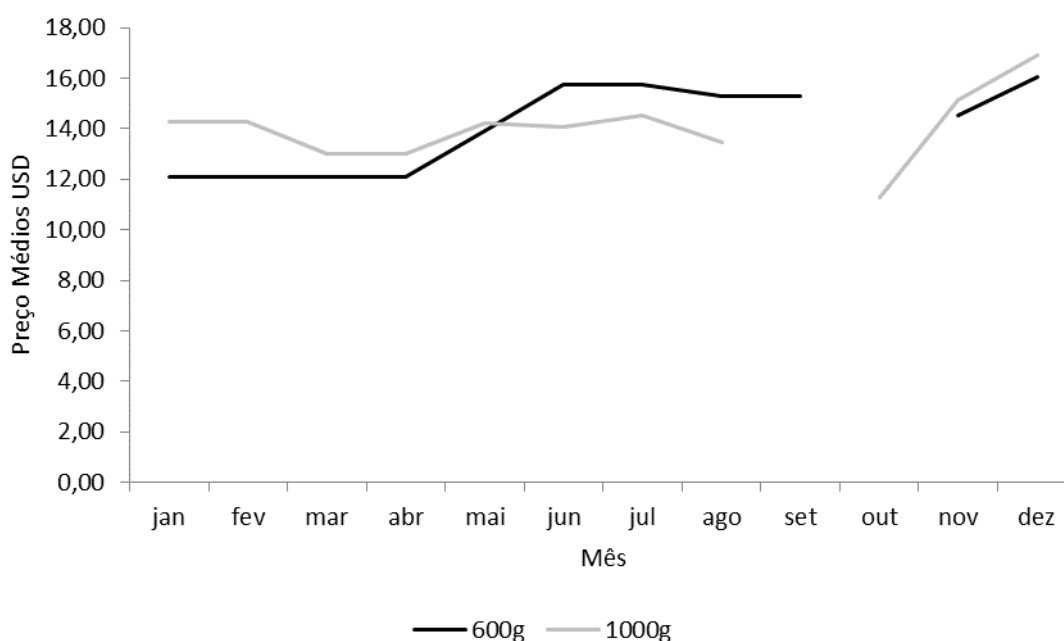


FIGURA 11. Variação mensal do preço médio(USD) do lombo de pescado congelado.

A presença de bacalhau dessalgado ultracongelado nos supermercados brasileiros é relativamente recente. É um produto comercializado há 5 anos no mercado brasileiro. A produção de *dessalgados* em Portugal é ainda menor, mas se pensarmos na produção de dessalgado destinado ao Brasil, essa está mais equilibrada. O aumento da demanda desse segmento possibilita várias reflexões. Primeiro, podem refletir sobre o maior poder de compra das famílias brasileiras. O consumo popular de bacalhau no Brasil é mais frequente durante as festas religiosas mais tradicionais, como a Páscoa e o Natal (Lopane, 2014).

Os produtos que apresentaram uma mistura de diferentes pescado, como as embalagens contendo produtos específicos para o preparo de *paella* ou produtos baseados na polpa de pescado (surimi), foram encontradas em embalagens de 200 a 500g para o produto, produzidos por duas empresas diferentes. Os preços mais elevados foram observados nos meses de abril a junho (Figura 12).

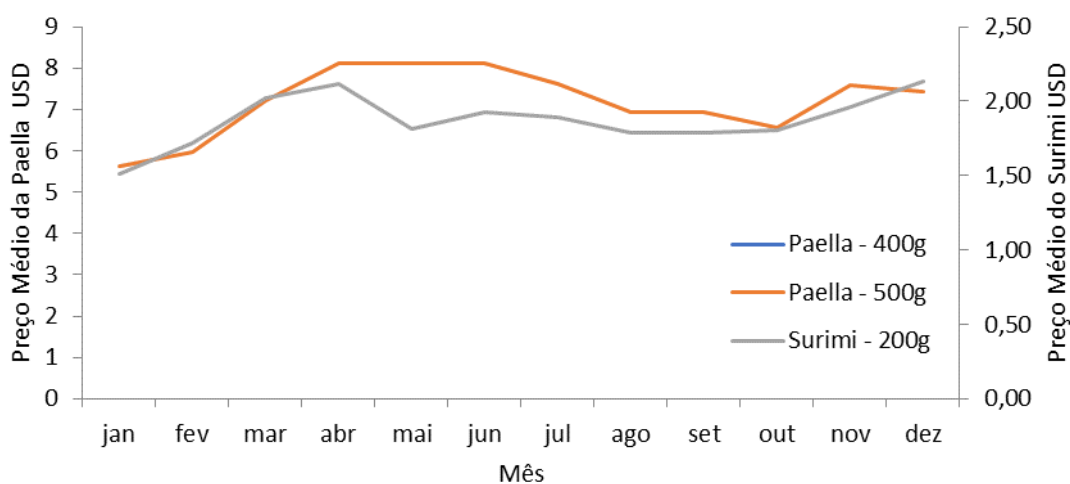


FIGURA 12. Variação mensal do preço médio (USD) da *paella* e surimi congelado, em embalagens de 200 a 500g.

O pescado comercializado na forma de posta congelado foram encontrados principalmente em embalagens de 800g e 1kg, produzidos por oito empresas diferentes.

PESCADO ENLATADO

Os produtos enlatados apresentaram diferenças de cortes, líquido de cobertura e peso. As embalagens enlatadas apresentaram peso variando de 110 a 400g, produzidas por 11 empresas diferentes. As espécies de peixes encontradas em produtos enlatados foram as sardinhas, atuns e bonito, além do filé de salmão ofertado ao consumidor em menores quantidades (Figura 13).

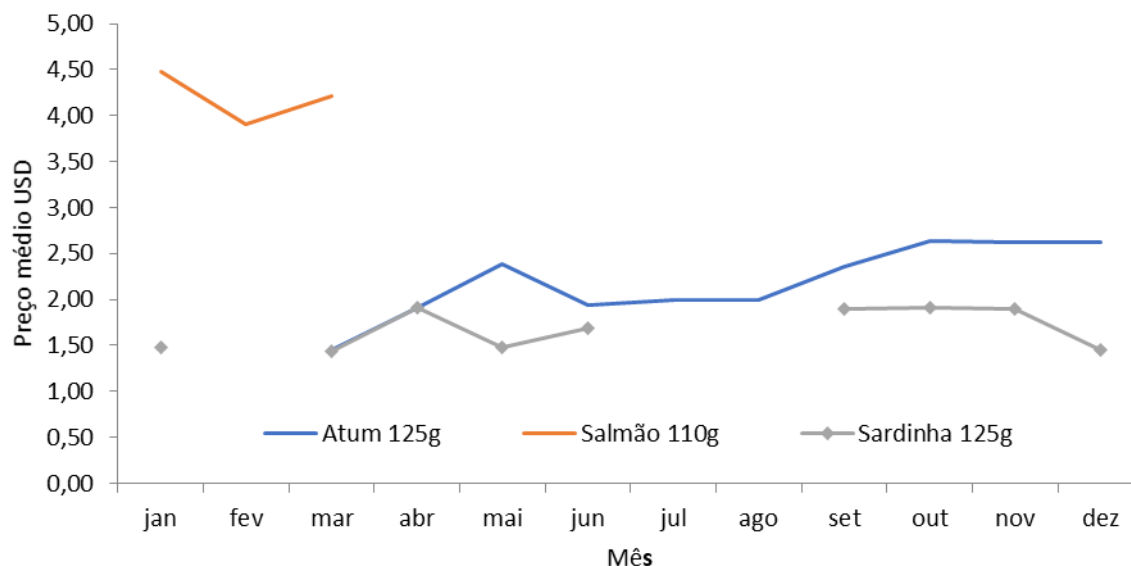


FIGURA 13. Variação mensal do preço (USD) de produtos enlatados.

Dentre os produtos enlatados, os que tinham o atum como espécie de pescado apresentou a maior variedade de pesos, com diferentes tipos de líquido de cobertura e preços variando de USD 1,14 a USD 4,18. As embalagens de 170g foram as mais frequentes no mercado.

Foram encontrados produtos no formato sache elaborados com pescado do tipo atum. As embalagens ofertadas ao consumidor foram de 170g. O produto comercializado por uma única empresa foi observado nos meses de setembro a dezembro. Os preços variaram de USD 1,81 em setembro a USD 2,78 em dezembro. O produto do tipo sache elaborado com atum e atum com pimenta, em embalagens “*Report pouch*”, tipo de produto se assemelha muito aos enlatados, contudo apresenta embalagens de filmes plásticos e filmes laminados de alumínio com selamento por calor, apresentando caractere hermético e impermeabilidade à água, luz e gases atmosféricos.

PESCADO SALGADO

Os produtos salgados foram todos de pescado do tipo bacalhau, os cinco tipos de bacalhau salgado seco foram ofertados ao consumidor o Bacalhau-Porto *Gadus Morhua*, Bacalhau-do-Porto *Gadus macrocephalus* (Portinho), Bacalhau-Saithe, Bacalhau-Ling e Bacalhau-Zarbo. O Bacalhau-do-Porto-*Gadus* apresentou sempre preço elevado, com exceção dos meses de outubro e novembro (Figura 14). No mês de maio há uma redução no preço do Bacalhau-Saithe e Bacalhau-Ling, por causa de um excesso de estoque da semana da santa e para evitar qualidade do produto, para venda, no mês de julho houver um ação promocional juntos com o fornecedor.

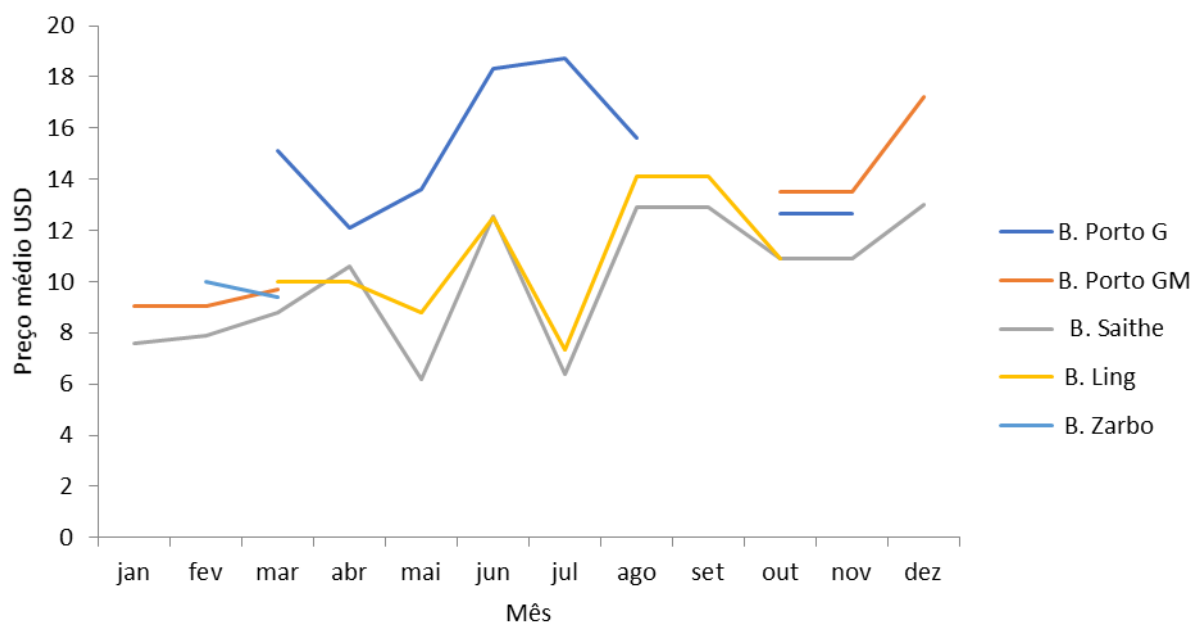


FIGURA 14. Preços do bacalhau salgado seco, comercializado em 2015: bacalhau porto *Gadus Morhua*; bacalhau porto *Gadus Macrocephalus* (Portinho); bacalhau saithe *Pollachius viren*; bacalhau ling *Molva molva*; bacalhau zarbo *Brosme brosme*.

O pescado enlatado apresentou uma grande variedade de forma e apresentação, tipo de pescado, no Brasil, o grau de tecnificação é semelhante ao dos outros países do mundo. As espécies mais comercializadas na forma enlatada são tradicionalmente a sardinha, atum, recebendo adição de óleo de soja, salmoura e molho de tomate. Com o crescimento da população e a busca por produtos de qualidade, o controle dos produtos de origem animal, principalmente do pescado, encontra-se em franco crescimento.

O bacalhau salgado desfiado, com embalagens pesando 400g e 1 kg, foi comercializado por uma única empresa. As embalagens fizeram referência ao tipo do bacalhau (Polaca do Alaska). A embalagem com peso de 1kg foi encontrada durante todo o ano com preços mais elevados e, no mês de novembro, observou-se um aumento de aproximadamente 60% em relação ao mês de agosto (Figura 15).

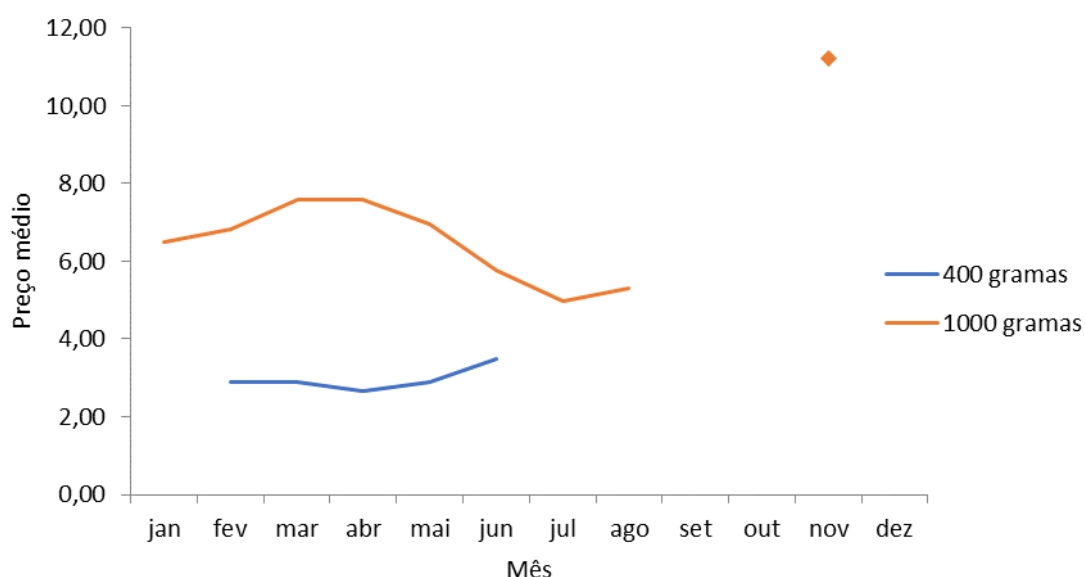


FIGURA 15. Preços do bacalhau salgado desfiado, comercializado em 2015.

De acordo com o Decreto-Lei (Mapa) nº. 25/2005, de 28 de janeiro de 2005, para efeitos comerciais, são permitidas unicamente as seguintes denominações de bacalhau salgado seco, correspondentes a duas espécies distintas: o *Gadus morhua*, chamado também de “Bacalhau Legítimo”, e o *Gadus macrocephalus*, ou “Bacalhau do Pacífico”. Porém, cabe lembrar que atualmente no Brasil, a palavra “bacalhau” não define um peixe, mas sim um processo e, na realidade, muitas espécies de pescado salgado e seco são comercializadas com o nome de bacalhau (Lopane, 2014).

Em Aracaju a oferta de produtos pesqueiros é advinda da pesca extrativa (capturas) e da aquicultura, com pescado de origem marinha e de água doce. A sazonalidade das espécies, associada ao ciclo biológico, regulou a oferta dos tipos de pescado. Os preços foram compostos baseados na oferta, demanda período de proibição das capturas (defeso - para algumas espécies), associado à oferta advinda de cultivo, o qual influencia o mercado de oferta e demanda. Todo o pescado comercializado no estabelecimento estudado foi comercializado de forma beneficiada ou processada. Atualmente não existe comercialização de pescado *in natura* (fresco) em muitos estabelecimentos comerciais de Aracaju. É possível que a venda de produto fresco aumente a perda de venda, pelo fato do produto ficar exposto por muito tempo, de forma inadequada, perdendo as características visuais de qualidade.

O consumidor brasileiro quando vai ao supermercado ou a uma feira livre comprar um alimento, observa os atributos de qualidade: aparência, cor, aspecto geral do alimento e muitas vezes a embalagem. A decisão de compra fica atrelada ao padrão de vida do consumidor, e dessa forma o preço influencia diretamente. Se for acessível ao seu poder de compra, o consumidor adquire o produto, dando-se por satisfeito se o sabor, textura, maciez e palatabilidade do alimento estiverem agradáveis e compatíveis com o preço pago (Mariuzzo, 2005).

REFERÊNCIAS

- Abdallah, P. R., & Sumaila, U. R. (2007). An historical account of Brazilian public policy on fisheries subsidies. *Marine Policy*, 31 (4): 444-450.
- Abdon-Silva, L. M., & Silva, S. L. (2004). Fatores de decisão de compra do pescado nas feiras de Macapá e Santana - Amapá. *Bol. Téc. Cient. Cepnor*, 4 (1), 89-98. Cabo Verde. Portaria nº 6/2001, de 01 de Fevereiro.
- Barbosa, J.A. (2006). Características comportamentais do consumidor de peixe no mercado de Belém. *Boletim Técnico Científico do Cepnor*. Belém, .1: 115- 133.2006.
- Bruschi, F. L. F.(2001) *Rendimento, composição química e perfil de ácidos graxos de e seus resíduos: uma comparação*. Itajaí, 2001. 68f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia)–Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí.
- Barbosa, J. M. (2015). Fraudação na comercialização do pescado. *Revista Actapesca*, 3: 89-99.
- Brasil (2008). Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Riispoa). Brasília: Mapa.
- Castello, J. P. (2007). Gestão sustentável dos recursos pesqueiros, isto é realmente possível? *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 2: 47-52.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. (2012). The State of world fisheries and aquaculture. FAO: Rome. [Online]. 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e00.htm>. Acessado 6 setembro 2016
- Food and Agriculture Organization - FAO. (2016). *The State of World Fisheries and Aquaculture: FAO: 2016*. Rome. 204 p.
- Galvão, J. A. (2010). Boas práticas de fabricação: da despesca ao beneficiamento do pescado. Disponível em: ftp.sp.gov.br/ftppesca/IIsincope/oficina_juliana_galvao.pdf. Acesso em: 02 de ago. 2016.
- Gutiérrez, N. L, Valencia, S.D. & Branch, T.A. (2012). Eco-Label Conveys Reliable Information on Fish Stock Health to Seafood Consumers. *PLoS ONE* 7(8): e43765. doi: 10.1371/journal.pone.0043765.
- Gonçalves, A.A., Passos, M.G. & Biedrzycki, A. (2008). Tendências de consumo de pescado na cidade de Porto Alegre: um estudo através de análise de correspondência. *Estudos Tecnológicos*, 4:21-36.

- Mariuzzo, D. (2005). Segurança Alimentar: Certificação Eurepgap IFA. 13º Seminário Nacional de Criadores e Pesquisadores - Tecnologias para o Melhoramento Genético. Ribeirão Preto: ANCP.
- Melo J.F.B., Santos A. S. & Damasceno A. S. (2011). Comercialização e perfil do consumidor da carne de peixe na região do semiárido de Juazeiro (BA) e Petrolina (PE). *Inform. Econ.* 41(12):39-49.
- Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA. (2009). *Cartilha do Pescado*. Ministério da Pesca e Aquicultura/Abras http://www.cidisem.com.br/cartilha_do_pescado.pdf
- Oliveira, J. D, Cunha, S.F.C., Marchini, J.S. (1996). *Hábitos e consumo de alimentos*. In: A desnutrição dos pobres e dos ricos: dados sobre alimentação no Brasil. São Paulo: Sarvier, 1996, pp. 15-30.
- Rocha-Neto, A. P. (2010). *Fatores que influenciam na decisão de compra de pescado nas feiras livres de Macapá - AP*. 2010. 38 f. Monografia (TCC em Extensão Pesqueira). Coordenação do Curso de Engenharia de Pesca, Universidade do Estado do Amapá.
- Ribeiro, S. C. A.; Park, K. J.; Hubinger, M. D.; Ribeiro, C. F. A.; Araujo, E. A. F.; Tobinaga, S. (2010). Análise Sensorial de Músculo de Mapará Com e Sem Tratamento Osmótico. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 30 (Supl.1): 24-32.
- Rocha, Fabiana Marineli Pontes (2007). Verificação e caracterização da distribuição e comercialização de pescado no Distrito federal-Brasília, 2007.
- Sartori, A. G. O.; Amancio, R. D. (2012). Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 19 :83-93.
- Sumaila, U.R, Cheung W, Dyck. A, Gueye. K, Huang. L, Lam V, Pauly. D, Srinivasan. T, Swartz .T, Watson. T, Zeller. D. (2012). Benefits of rebuilding global marine fisheries outweigh costs. *PloS ONE*, 7(7): e40542. doi: 10.1371/journal.pone.0040542
- Silva, L. A. (2012). Oferta de pescado no mercado de Porto Alegre.
- Trondsen T, Scholderer J, Lund E, Eggen. (2003) AE Perceived barriers to consumption of fish among Norwegian women. *Appetite*.;41(3):301-14
- Tavares, G.C.; Aquino, R.M.A.; Palhares, M.M.; Santos, R.R.D.; Bonfim L.M.; Teixeira, L.V. (2013) Perfil do consumo de pescado na cidade de Belo Horizonte, MG. *Boletim de Indústria Animal*, 70:230-236.
- Walmart Brasil. (2010). Relatório técnico de Pescados, Walmart Brasil. Departamento de Sustentabilidade do Walmart Brasil.

A INDÚSTRIA DE PRODUTOS DERIVADOS DA PESCA E AQUICULTURA

THE INDUSTRY OF PRODUCTS DERIVED FROM FISHERIES AND AQUACULTURE

Antonio Diogo Lustosa-Neto^{1,6}; Maria Lúcia Nunes² (*in Memoriam*); Luís Parente Maia³; João Henrique Cavalcante Bezerra³; 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 e Aquicultura, 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 trabalho apresenta uma revisão sobre dos diversos aspectos da indústria de pescado e de seus derivados. Considerando que o pescado é atualmente uma das principais fontes de proteínas do mundo, a produção mundial tem crescido nas últimas décadas, tendo atingido (atualizar dado) 170,9 milhões de toneladas em 2016 (FAO, 2018). Este crescimento está diretamente associado ao incremento da Aquicultura, visto que a pesca se encontra estável desde a década de 1990. Por outro lado, a utilização do pescado como fonte alimentar tem aumentado a uma taxa média anual de 3,2%, no período de 1961 a 2013. O consumo per capita aumentou de 9,9 kg em 1960 para 19,7 kg em 2013, chegando em 2016 a 20,3 kg (FAO, 2016), sendo esse um dos fatores que contribuíram para o aumento da procura pelo pescado e seus derivados. Enquanto isso, o crescimento populacional mundial está em 1,6% (FAO,2016), Estes dados atestam a importância do pescado e seus derivados para a alimentação humana e a segurança alimentar pela ingestão de produtos saudáveis e de alto valor nutricional. Apresentam ainda informações sobre a ictiologia e o cultivo de Tilápia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) e Pirarucu (*Arapaima gigas*), dados sobre a tecnologia de processamento do pescado em carne mecanicamente separada-CMS, abordando os aspectos de importância nutricional, aproveitamento dos subprodutos de pescado e suas utilidades, equipamentos de extração da CMS, produtos feitos à base de CMS. Ao final desta revisão, os autores apresentam dados sobre a merenda escolar no Brasil e no Ceará um dos mercados em crescimento para o consumo desses produtos de valor agregado.

Palavras chave: alimentos, pescado, segurança alimentar.

ABSTRACT This article presents a review of various aspects of the seafood industry and its derivatives. Considering that seafood is currently one of the main sources of protein in the world, overall production has increased in recent decades, reaching a total of 170.9 million tons in 2016 (FAO, 2018). This growth is directly associated with the increase in aquaculture, since fishing has remained stable since the 1990s. On the other hand, the use of seafood as a food source has increased at an average annual rate of 3.2% in the period 1961 – 2016. Per capita consumption increased from 9.9 kg in 1960 to 19.7 kg in 2013, reaching 20.3 kg in 2016 (FAO, 2016). This was one of the factors that contributed to the increase in the demand for fish and its derivatives. Meanwhile, global population growth is 1.6% (FAO, 2016) These data attest to the importance of fish and its derivatives for human intake and food safety through the consumption of healthy and high nutritional value products. It also presents information on the ichthyology and the cultivation of Nilotic Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Pirarucu (*Arapaima gigas*), data on the technology of fish processing in mechanically separated meat – MSM, addressing aspects of nutritional importance, use of fish by-products and its usefulness, MSM extraction equipment MSM-based products. At the end of this review, the authors present some data on school meals in Brazil and Ceará, one of the growing markets for the consumption of these value-added products.

Key words: food, fish, food security.

INTRODUÇÃO

A produção de pescado mundial tem crescido constantemente nas últimas cinco décadas, de acordo com as informações levantadas no Estado Mundial da Pesca e Aquicultura, publicado pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2018).

A produção mundial de pescado atingiu em 2016 uma marca de 170,9 milhões de toneladas, sendo que 19,7 milhões de toneladas não foram utilizados para fins alimentícios. A pesca extrativista contribuiu com 90,9 milhões de toneladas (Tabela 1). Apesar do ligeiro aumento, comparado aos dois anos anteriores, à atividade pesqueira extrativista segue praticamente estável desde o final da década de 1980, devido à sobre exploração (FAO, 2018).

A produção aquícola mundial para o mesmo ano de 2016 foi de 80,0 milhões de toneladas, considerando que em 1974 a aquicultura fornecia apenas 7% de pescado para consumo humano, e que essa participação aumentou para 26% em 1994, e 39% em 2004, o ano de 2014 tornou-se um marco, haja vista que pela primeira vez a aquicultura superou a pesca no abastecimento de pescado para consumo humano. Isso porque os 20,9 milhões de toneladas em 2014, não foram utilizados com produtos alimentícios são oriundos principalmente da pesca extrativista, como por exemplo das capturas de anchovetas (*Engraulis ringens*), que em sua maioria é reduzida a farinha de peixe.

O pescado como fonte alimentar tem aumentado a uma taxa média anual de 3,2%, no período de 1961 a 2013, enquanto o crescimento populacional mundial está a 1,6%, sendo esse um dos fatores que contribuíram para o aumento do consumo per capita de 9,9 kg em 1960 para 19,7 kg em 2013, com estimativas preliminares para além de 20 kg no ano de 2014 e 20,3 Kg em 2016 (Tabela 1). Entretanto, outros elementos como a ascensão da renda familiar, a urbanização, e a forte expansão da produção de peixe e dos canais de distribuição mais eficientes, ajudaram a impulsionar este aumento do consumo. Prova disso é que em 1960, 67% de toda produção de pescado foi utilizado para o consumo humano, já em 2014 bateu os 87%, ou seja, mais de 146 milhões de toneladas e em 2016 151,2 milhões de toneladas; desses 67 milhões de toneladas, ou seja 46% eram vivos, frescos ou refrigerados. O resto da produção para fins comestíveis foi 12% (17 milhões de toneladas) na forma seca, salgados e defumados, 13% (19 milhões de toneladas) em conservas e 30% (44 milhões de toneladas) sob a forma congelada (FAO, 2018).

TABELA 1. Produção e utilização da pesca e aquicultura no mundo (Fonte: FAO, 2018).

PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE LA PESCA Y LA ACUICULTURA A NIVEL MUNDIAL (millones de toneladas)^a

Categoría	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Producción						
Pesca de captura						
Continental	10,7	11,2	11,2	11,3	11,4	11,6
Marina	81,5	78,4	79,4	79,9	81,2	79,3
Pesca de captura total	92,2	89,5	90,6	91,2	92,7	90,9
Acuicultura						
Continental	38,6	42,0	44,8	46,9	48,6	51,4
Marina	23,2	24,4	25,4	26,8	27,5	28,7
Total de la acuicultura	61,8	66,4	70,2	73,7	76,1	80,0
Total de la pesca y la acuicultura a nivel mundial	154,0	156,0	160,7	164,9	168,7	170,9
Utilización^b						
Consumo humano	130,0	136,4	140,1	144,8	148,4	151,2
Usos no alimentarios	24,0	19,6	20,6	20,0	20,3	19,7
Población (miles de millones) ^c	7,0	7,1	7,2	7,3	7,3	7,4
Consumo aparente per capita (kg)	18,5	19,2	19,5	19,9	20,2	20,3

^a Excluidos los mamíferos acuáticos, cocodrilos, lagartos y caimanes, las algas y otras plantas acuáticas.

^b Los datos de utilización correspondientes al periodo 2014-2016 son estimaciones provisionales.

^c Fuente de las cifras de población: Naciones Unidas, 2015e.

Os peixes são um dos produtos alimentícios mais comercializados no mundo. Ainda de acordo com a FAO (2016), cerca de 200 países relataram exportações de produtos “peixe” e produtos da pesca no ano de 2014, chegando a representar cerca de 9% do total das exportações agrícolas e 1% do comércio mundial de mercadorias em termos de valor. As exportações pesqueiras atingiram US\$ 148 bilhões em 2014.

Já a produção aquícola brasileira segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015) para o ano de 2014 alcançou uma marca de 561.439 t com uma receita de R\$ 3,9 bilhões (Tabela 2).

TABELA 2. Evolução da produção aquícola brasileiro 2013 a 2015.

PRODUÇÃO BRASILEIRA	2013	2014	2015
Piscicultura Continental (t)	392.492	474.329	483.241(+1,888)
Camarões (t)	64.668	65.018	69.859 (+7,45)
Ostras, vieiras e mexilhões (Kg)	19.359	22.091	21.063 (-4,65%)
Pós-larva de camarões (mil)	11.178.767	13.753.293	17.044.028 (+23,93%)
Alevinos	818.850	797.427	955.614 (+19,84)
Sementes: ostras, vieiras e mexilhões (mil)	66.956	66.680	66.504(-0,26%)

Fonte: IBGE, Pesquisa da Pecuária Municipal (2013, 2014 e 2015)

IMPORTÂNCIA DO PESCADO

Os alimentos oriundos do ambiente aquático (conhecidos como pescado) são uma excelente fonte de macronutrientes e micronutrientes necessários para uma dieta saudável. O consumo desse alimento traz vários benefícios à saúde, incluindo a proteção contra doenças cardiovasculares, o auxílio no desenvolvimento do sistema nervoso do feto e do recém-nascido. Os especialistas concordam que os efeitos positivos de um elevado consumo de peixe em grande parte superam os potenciais efeitos negativos associado com riscos de contaminação ou segurança alimentar (FAO, 2016).

Mais de 30% da população humana sofre com doenças ligadas à alimentação, seja pela falta ou excessivo de nutrientes, causando desnutrição e obesidade respectivamente (Tacon e Metian, 2013). O mesmo autor afirma que 6,6 milhões de crianças a cada ano morrem de desnutrição e que de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a obesidade mata pelo menos 2,8 milhões adultos.

A composição bromatológica do pescado, depende da espécie, tamanho, sexo e o estado nutricional (Yarnpakdee *et al.*, 2014), contudo, é uma das proteínas animal qualidade, por ser fonte de aminoácidos essenciais, ácidos graxos poli-insaturados, vitaminas, minerais e oligoelementos (Schmidt *et al.*, 2015).

Segundo a FAO, (2014) uma porção de 150 g de peixe fornece cerca de 50 a 60% das necessidades diárias de proteína para um adulto. Em 2010, as proteínas do pescado foram responsáveis por 16,7% do consumo de proteína animal e 6,5% de todas as proteínas consumidas no mundo. Além disso, os pescados são importantes fontes dos ácidos graxos poli-insaturados como o eicosapentaenoico (EPA) e docosahexaenóico ácido (DHA), fundamentais para o desenvolvimento do cérebro e no sistema neural nas crianças, como também tem benefícios de saúde para a população adulta, tendo em vista que esses compostos reduzem em até 36% dos riscos de doença cardíaca coronária. Ainda segundo a FAO (2014) uma ingestão diária de 250 mg de EPA e DHA é recomendada para adultos e 150 mg para crianças, enquanto alguns estudos também vêm mostrando que o DHA previne doenças mentais.

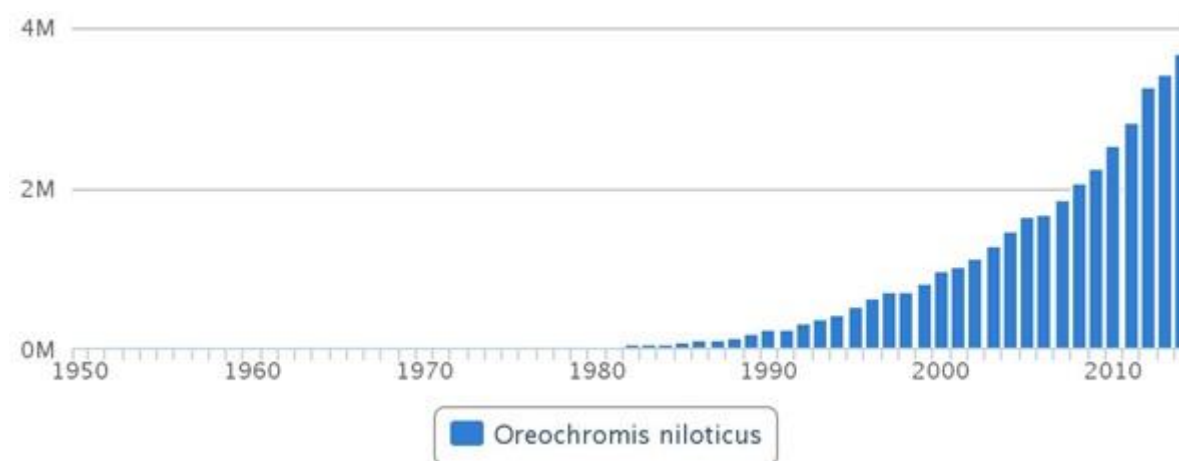
Conforme o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Riispoa), “pescado” são todos os peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, quelônios e mamíferos de água doce ou salgada, usados na alimentação humana (Brasil, 1984), adquiridos através da pesca e aquicultura.

Segundo a Lei Nº 11.959, de 29 de junho de 2009 a qual dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca (Brasil, 2009), a aquicultura é uma atividade de cultivo de organismos cujo ciclo de vida em condições naturais se dá total ou parcialmente em meio aquático e a pesca é definida como toda operação, ação ou ato tendente a extrair, colher, apanhar, apreender ou capturar recursos pesqueiros.

PISCICULTURA

A piscicultura é a atividade do cultivo de peixes. Já a Tilapicultura (cultivo de tilápias) foi intensificada a partir de 1924 no Quênia e sua expansão para outras partes do mundo se deu a partir da Malásia (Campo, 2008). Porém, acredita-se que os primeiros cultivos dessa espécie tenham sido realizados no Egito 2000 anos antes de Cristo (Lopez-Fanjul & Toro, 1990). Recentemente, a FAO (2016) registrou o cultivo da tilápia em 135 países e em todos os continentes e os números da produção (Figura 1) mostram que é um dos peixes mais cultivados no mundo, com cerca de 3,7 milhões de toneladas para o ano de 2014, que representa cerca de 7,4% de todos os peixes produzidos.

FIGURA 1. Evolução da produção aquícola de tilápia *Oreochromis niloticus* no mundo (Fonte: FAO FishStat, 2018).



O Brasil adotou políticas públicas que estimularam a introdução de peixes exóticos em seus recursos hídricos (Gurgel & Oliveira 1987), devido a necessidade de aumentar a produção pesqueira nos açudes do semiárido e erradicar peixes considerados ‘daninhos’ como as piranhas (Braga, 1975). No início da década de 1930 o Departamento Nacional de Obras contra as Secas (Dnocs) iniciou os programas de “peixamento”, responsáveis por introduzir aproximadamente 42 espécies de peixes e crustáceos, porém apenas algumas dessas espécies se adaptaram ao bioma da Caatinga (Gurgel & Oliveira 1987; Silva, 2009).

Segundo Gurgel (1998) a tilápia do Congo *T. rendalli*, foi introduzida no Brasil em 1952 sendo assim a primeira deste gênero no Brasil. A introdução no Nordeste aconteceu quatro a cinco anos depois com o objetivo de tentar conter a excessiva vegetação aquática nos açudes da região (Silva, 2009). Segundo o mesmo autor nos anos 70 foram feitas tentativas sem sucesso, de adaptar espécies nativas em cativeiro, desta forma, foram introduzidas as tilápias do Nilo, *Oreochromis niloticus*, e de Zanzibar, *O. urolepis hornorum*. Recentemente no estudo de Schlindwein (2002), foi observado que na capital do Estado do Ceará, Fortaleza, a tilápia é conhecida por 94,3% da população e é consumida por 75,9% das pessoas.

No Brasil a produção de tilápias foi de 169.306 toneladas no ano de 2013 de acordo com o Ibge (2013), ou seja 4,9% da produção mundial de tilápias, e quase a metade da produção da aquicultura do país representando 43,1%. As Unidades da Federação com maior representatividade foram Paraná, Ceará e São Paulo com valores de 44.748, 30.634, 24.329 toneladas respectivamente. Os municípios com maior produção no país foram Jaguaribara (CE), Santa Fé do Sul (SP) e Orós (CE) respectivamente, com 14.587, 6.486, 5.280 toneladas (Ibge, 2013). Segundo ainda o Ibge (2015), a produção nacional de tilápia foi de 219.329,3 toneladas (Tabela 3).

Já na região Norte do Brasil, o pirarucu desde muito tempo possui importância histórica, cultural e econômica (Castello, 2004). Os primeiros registros de sua comercialização foram através de mantas, seca e salgada, datadas do século XVIII (Veríssimo, 1859) e com grande aceitação no mercado, torna-a já na segunda metade do século XIX uma das espécies mais comercializadas na região Norte (Santos, 2005). Entretanto, com o longo período de intensa exploração para consumo humano e ornamentação provocou um declínio nos estoques naturais (Chu-Koo & Tello, 2010).

TABELA 3. Quantidade total de pescado produzida e valor da produção.

ESPÉCIE OU GRUPO DE PEIXES PRODUZIDOS.	QUANTIDADE E PRODUZIDA		VALOR DA PRODUÇÃO	
	(KG)	%	(1.000 R\$)	%
Total	483.241.273	100,0	3.064.693	100,0
Tilápia	219.329.206	45,4	1.177.643	38,4
Pirarucu	8.386.708	1,7	85.768	2,8

Fonte: IBGE, Pesquisa da Pecuária Municipal (2013, 2014 e 2015).

Na década de 1970, o comércio do pirarucu se tornou quase extinto nas grandes cidades e, em algumas áreas, desapareceu completamente (Goulding, 1980). Por este motivo, o pirarucu em 1975 foi incluído na lista da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Fauna e da Flora Silvestres Ameaçadas de Extinção (Cites). De acordo com o Art. 5º da portaria nº. 08/96 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), é proibida a captura, o transporte e a comercialização da espécie com o tamanho inferior a 150 cm.

O pirarucu possui grande potencial para a aquicultura, sendo entre os peixes amazônicos cultivados o que apresenta melhor taxa de crescimento: de 10 a 15 kg por ano (Rebaza, Rebaza e Deza 2010). Muitos trabalhos se dedicaram a desenvolver um protocolo de cultivo para a espécie (Bard e Imbiriba, 1986; Imbiriba, 1991; Alcantara e Guerra, 1992; Guerra *et. al.*, 2002; Pereira Filho e Roubach, 2005; Saavedra Rojas, *et. al* 2005), no entanto ainda existe dificuldades na criação desta espécie é na produção de alevinos, tendo em vista que não existe o controle da reprodução além da alta mortalidade das larvas.

De acordo com a FAO (2016), a produção mundial do Pirarucu para o ano de 2014 foi de 11.817 toneladas, o que representou um grande salto de produção (Figura 2). Já a produção brasileira do pirarucu segundo o Ibge (2015) foi de 8.386,7 toneladas o que representou um valor de R\$ 85.768.000 (Tabela 3).



FIGURA 2. Produção mundial de pirarucu *Arapaima gigas* (Fonte: FAO FishStat, 2016)

A TILÁPIA E O PIRARUCU

As duas espécies utilizadas nesse estudo foram a tilápia e o pirarucu. As Tilápias fazem parte de um grupo taxonômico que inclui três gêneros, tendo como principais diferenças entre elas, características reprodutivas, as fêmeas de tilápias do gênero *Oreochromis* incubam os ovos na boca, caracterizando o cuidado parental. Nas tilápias do gênero *Sarotherondon* também ocorre cuidado parental, porém este mecanismo é realizado pelo macho ou mesmo pelo casal, enquanto que animais do gênero *Tilapia* não oferecem cuidado parental a sua prole (Kubitza, 2011).

As tilápias são originárias da África e do Oriente Médio (Fryer; Iles, 1972). Aproximadamente 70 espécies de tilápias estão identificadas taxonomicamente, no entanto apenas quatro possuem destaque na aquicultura mundial: a tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus*; a tilápia de Moçambique, *Oreochromis mossambicus*; a tilápia azul ou áurea, *Oreochromis aureus*, e a tilápia de Zanzibar, *Oreochromis urolepis hornorum* (Kubitza, 2011).

A tilápia do Nilo (Figura 3) é um peixe ciclídeos que possui o corpo comprimido lateralmente, uma coloração acinzentada e uma linha lateral dividida em dois segmentos (Embrapa, 2013). Segundo Cuellar (2000) a primeira parte da linha lateral da tilápia do Nilo se estende desde o opérculo até os últimos raios da barbatana dorsal, e a parte traseira é onde termina abaixo da linha lateral superior para o final do caudal. Ainda segundo o mesmo autor, peixes dessa espécie tem boca protrátil com lábios carnudos e dentes grossos, cônicos incisivos e possuem uma única narina em cada lado da cabeça (Figura 3).



FIGURA 3. Tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Fonte: Arquivo pessoal).

Tilápias da espécie *Oreochromis niloticus* possuem características intrínsecas, como rápido crescimento, consumo de ração desde a fase pós-larval, e apresentam excelente textura e sabor de sua carne, com baixo teor de gordura e calorías (0,9g e 117 kcal.100g⁻¹ de carne), alto rendimento de filé (35 a 40%) e ausência de espinhos em forma de “Y” (mioceptos). São considerados animais rústicos, ou seja, apresentam grande capacidade de adaptação as diversas condições de cultivo, tais como variações de pH, baixos teores oxigênio dissolvido na água, amônia, temperatura e salinidade, além de tolerância ao manejo e doenças. Possui um hábito alimentar onívoro, o qual possibilita assimilação eficiente dos nutrientes em ingredientes de origem vegetal nas rações (CAstagnolli, 1992; Hildsorf, 1995; Schimittou, 1995; Ono e Kubitza, 2003; Zimmermann e Fitzsimmons, 2004; Sklan *et. al.*, 2004; Yasui *et. al.*, 2006; Diaskoberstein *et. al.*, 2007; Teixeira *et. al.*, 2008).

Tais características tornaram a tilápia do Nilo a espécie modelo da piscicultura nacional, destacando-se pela sua distribuição geográfica em quase todo o país, e pela sua importância socioeconômica. Gerando seu cultivo milhares de empregos. Entre os diferentes tipos de linhagens de tilápias existentes, a linhagem chitralada, denominada também de tilápia tailandesa é uma das que melhor se adaptou no Brasil. Segundo Zimmermann (1999) as primeiras tailandesas foram trazidas em setembro de 1996 para o Brasil, e apresentavam como principal vantagem em comparação com a linhagem pura, o tamanho reduzido da cabeça o que lhe conferia um maior rendimento do filé. Esta linhagem Chitralada aparenta ser mais dócil quando comparada a indivíduos não selecionados da mesma espécie, e se acredita que a coleta de ovos na boca da fêmea para incubação artificial pode ter gerado uma seleção não intencional de animais mais serenos (Kubitza, 2011). Outra diferença dessa linhagem ocorre entre a coloração das fêmeas e machos na região gular, onde para as primeiras apresentam uma tonalidade amarelada e os machos uma coloração avermelhada (Silva, 2007).

Uma outra linhagem de tilápia do Nilo foi desenvolvida por um programa de melhoramento genético na Malásia, por pesquisadores do World Fish Center entre 1988 e 1997, resultando na linhagem GIFT (Genetically Improved Farmed Tilapia) (Gjedrem, 2012). Reprodutores de quatro linhagens naturais do

Egito, Gana, Senegal e Quênia, além de mais quatro linhagens utilizadas em criações na Ásia resultaram nesse melhoramento genético (Kubitza, 2011).

As tilápias vermelhas são mutantes genéticos selecionados da tilápia de Moçambique, que foram hibridizados com três espécies: *O. niloticus*, *O. aureus* e *O. urolepis hornorum*. A primeira linhagem de vermelhas foram introduzidas no Brasil nos anos de 1980 e 1981, sendo originárias do cruzamento de fêmeas normais de *O. hornorum* com machos de coloração vermelha dourada de *O. mossambicus*, oriundos da Flórida (Lovshin, 1998). A propagação de híbridos vermelhos das Tilápias teve como objetivo satisfazer mercados onde as tilápias de coloração original não eram bem aceitas, entretanto sem perder características como: prolificidade, crescimento, facilidade de manuseio e despesca e tolerância ao frio e à salinidade tendo havido aumento na preferência do consumidor pela tilápia vermelha, incrementando o seu valor comercial (Kubitza, 2011). Uma das tilápias vermelhas mais conhecidas globalmente é a “Saint Peter”, linhagem desenvolvida no Estados Unidos, mas que por problemas como consanguinidade teve sua propagação limitada (Embrapa, 2013).

Segundo Bhujel (2011) tilápias se reproduzem em cativeiro não exigindo qualquer estímulo, produzindo cerca de mil ovos por desova, embora Kubitza (2011) tenha afirmado que a produção de ovos das fêmeas de tilápia pode ser de 4.000 a 5.000 ovos por quilo de peso em cada desova. Várias técnicas têm sido desenvolvidas objetivando aumentar a produção de ovos de tilápia, a maioria delas envolvendo melhoramento genético (Fitzsimmons, 2013).

De acordo com estudos da Embrapa (2013) a reprodução das espécies de tilápia cultivadas no Brasil pode ser realizada em tanques de alvenaria ou viveiros escavados, onde os animais podem estar livres por todo espaço de cultivo ou confinados em hapas, (estruturas de telas, medindo de 6 a 8 m de comprimento, por 1m de largura 1m de profundidade). A proporção sexual tanto nos tanques ou viveiros deve ser de 3 fêmeas para um macho. Nas estruturas de cultivo os machos constroem depressões côncavas no fundo utilizadas como ninhos (Figura 4), assim delimitam um território a ser defendido e atraem as fêmeas para reprodução. Alguns fatores que podem determinar a eficiência reprodutiva das tilápias, são: temperatura da água; estado nutricional dos reprodutores; densidade de estocagem; estratégia de coleta de ovos ou pós larvas; fotoperíodo; canibalismo.



FIGURA 4. Viveiro com ninhos de tilápias (Fonte: Arquivo pessoal)

O cultivo exclusivo de indivíduos machos de tilápias, é uma tendência global que predomina no Brasil. Isto porque, os machos apresentam os maiores índices de crescimento e ganho de peso quando comparados com as fêmeas, uma vez que as mesmas utilizam parte de suas reservas para as atividades reprodutivas (Tachibana *et al.*, 2004). Além disso, fêmeas de tilápias possuem maturação sexual precoce, o que pode ocasionar a superlotação do ambiente de cultivo, além do baixo crescimento dos indivíduos e de

uma elevada heterogeneidade no tamanho dos peixes, o que torna o controle reprodutivo um fator chave na produção comercial destes peixes (Phelps, 2010).

Dentre as técnicas utilizadas para o controle reprodutivo, destacam-se a sexagem manual, o policultivo com espécies piscívoras, a produção de monossexo por hibridação e a reversão sexual com a utilização de hormônios masculinizantes, sendo essa última a técnica mais empregada atualmente (Mainardes-Pinto *et al.*, 2000). Dos hormônios utilizados na reversão sexual, o andrógeno sintético 17 α -metil testosterona (MT) é o mais utilizado, sendo eficaz em mais de 25 espécies examinados (Pandian & Sheela, 1995) e possui a vantagem de ser rapidamente excretado após a sua absorção pelos peixes (Mainardes-Pinto, 2000).

De acordo com a Embrapa (2013), a engorda da tilápia pode ser desenvolvida em diferentes tipos de sistemas produtivos, que podem ser classificados de três modos: (1) quanto ao uso de água, (2) quanto a intensificação da produção e (3) quanto a utilização das espécies (Tabela 4).

TABELA 4. Classificação do sistema produtivo aquícola de tilápias Fonte: EMBRAPA (2013)

Quanto ao uso de água	Sistema de água parada ou estático
	Sistema com renovação de água
	Sistema com recirculação de água
	Sistema extensivo
Quanto a intensificação da produção	Sistema semi-intensivo
	Sistema intensivo
	Cultivos consorciados
Quanto a utilização das espécies	Policultivos
	Monocultivos

A classificação mais utilizada pelos produtores de tilápias no Brasil é a intensificação da produção, ou seja, sistemas extensivo, semi-intensiva e intensivo. O sistema extensivo é realizado em corpos hídricos lânticos, não havendo interferência humana no cultivo, sendo assim não há fornecimento de alimentação suplementar, as tilápias consomem apenas o alimento natural. Já no sistema semi-intensivo realizado geralmente em viveiros, ocorrem intervenções humanas pela adubação e alimentação artificial, podendo haver ou não aeração artificial. O sistema intensivo pode ser realizado em viveiros, tanques-redes, canais “raceway”, sendo caracterizada por altas densidades de estocagem utilizadas (Silva, 2007).

Quando da introdução das espécies de tilápias no Brasil nos anos de 1970, o sistema extensivo foi o mais utilizado (Silva, 2007). Até o fim da década de 1990, o sistema produtivo de cultivo mais utilizado no Brasil era o semi-intensivo, todavia a partir dos anos 2000 a criação em tanques-rede começou a ser mais adotada, especialmente em águas da União (Sussel, 2013). As vantagens do sistema produtivo intensivo são: menor variação dos parâmetros físico-químicos da água; despesca facilitada; fácil deslocamento das estruturas de cultivo; intensificação da produção; facilidade de observação dos peixes; redução do manuseio dos peixes; diminuição dos custos com tratamentos de doenças; e menor investimento inicial (Furlaneto & Ayroza, 2006). Quanto ao investimento financeiro inicial, a diferença pode chegar a uma economia de 75% quando comparamos tanque-rede com viveiros escavados (Gontijo *et al.*, 2008).

De acordo com a Codevasf (2013) a criação de tilápias pode ser classificada em três sistemas quanto ao número de fases de cultivo: sistema monofásico, sistema bifásico e sistema trifásico. No sistema monofásico os peixes são estocados com peso unitário médio entre 30 a 50 g em tanques-rede com malha de 15 a 19 mm e despescados quando atingirem o peso de mercado, que no Brasil é acima de 600 g; sendo desta forma cultivados em um único tanque-rede durante todo o ciclo produtivo. No sistema bifásico existem duas fases: a de cria e a de recria. Na fase de recria, os alevinos de 1 g são estocados durante 30 a 60 dias nos chamados berçário de 4 m³, com malha entre 5 a 8 mm com densidade inicial de 5.000 alevinos e quando atingem peso médio entre 30 a 50 g, são repicados para quatro tanques-rede onde ficam até atingirem o peso comercial. A repicagem é um processo de separação em que os peixes são separados em grupos com peso e tamanho semelhantes. Por último, no sistema trifásico há uma separação completa do ciclo de produção: cria, recria e terminação. A cria é semelhante as condições do sistema bifásico, entretanto ao término desta fase os peixes são repicados para outros dois tanques-rede e permanecerão neles até um peso médio de 200g, quando são transferidos para quatro outros tanques-rede de terminação onde serão despescados quando atingirem o peso comercial. Em todos os tipos de sistema de cultivo a densidade final gira em torno de 250 peixes/m³.

Em tempo de escassez de água como o que acontece desde o ano de 2012 no Nordeste, é importante atentar as tecnologias que visem a redução em seu uso. Desta forma vem ganhando ascensão o sistema de cultivo em bioflocos (BFT), ou também denominado de “Zero Exchange Aerobic Heterotrophic culture

system” (ZEAH). Segundo Browdy *et al.*, (2001) a grande vantagem do sistema ZEAH é a diminuição da emissão de efluentes, além de aumentar a produtividade em um menor espaço físico. Tilápias alimentadas com rações contendo diferentes teores de proteína bruta (35 e 24%) não apresentaram diferença no seu crescimento nos tanques com o sistema BFT, sendo superiores quando comparados ao crescimento dos peixes cultivados em águas claras sem bioflocos e alimentados com ração contendo 35% de PB (Azim, 2008). Segundo Avnimelech (2007), os flocos microbianos podem representar cerca de 50% da alimentação das tilápias, reduzindo os custos de produção.

O peixe da espécie *Arapaima gigas*, é popularmente conhecido como “pirarucu” em território brasileiro, sendo essa denominação originária no idioma Tupi, onde “pira” significa peixe e “rucu” refere-se à coloração da semente do “urucu”, semelhante a cor vermelha presente nas bordas e centro de suas escamas (Imbiriba, 1991).

O pirarucu é um peixe endêmico da bacia Amazônica (Castello, 2008), desta maneira a sua distribuição geográfica é restrita à América do Sul, ocorrendo desde a nascente do rio Amazonas aos Andes peruanos, nos tributários do Amazonas, no sistema dos rios Essequibo e Rupumuni na Guiana (Migdalski, 1957; Saint-Paul, 1986); e na bacia do Araguaia-Tocantis (Imbiriba *et al.*, 1993). Assim existindo diversas denominações para esse organismo, dependendo da localidade a qual está inserida, Warapaima nas Guianas, Paiche nos países como Peru, Venezuela, Colômbia e Equador (Gandra, 2002; Nuñez *et al.*, 2011).

Taxonomicamente, o pirarucu está enquadrado na classe *Actinopterygii*, formada por peixes com raios nas nadadeiras, pertencentes à ordem dos *Osteoglossiformes*, os quais possuem como característica uma língua óssea e nadadeiras dorsal e anal alongadas (Li e Wilson, 1996), família *Arapaimidae* (Soares; Noronha, 2007), sendo o pirarucu o único representante do gênero *Arapaima* (Greenwood *et al.*, 1966).



FIGURA 5. Pirarucu *Arapaima gigas* adulto com 185 Kg e 1,65 m (Fonte: Fishbase, modificado por Lustosa-Neto, 2016).

Segundo Chu-Koo & Alcântara, (2009), o pirarucu é a maior espécie de peixe da bacia do Amazonas, e considerado como um gigante da ictiofauna de água doce no mundo, tendo em vista que pode alcançar naturalmente 200 kg e 3 m de comprimento (Castello, 2004; Brandão *et al.*, 2006; Tavares-Dias *et al.*, 2010).

O pirarucu é um peixe carnívoro, porém na fase de alevino alimenta-se principalmente do plâncton, à medida com o crescimento sua dieta altera, passando a se alimentar de pequenos peixes, crustáceos e insetos (Queiroz e Sardinha, 1999). Independentemente de possuir hábito alimentar carnívoro, o que acarreta uma grande exigência elevada proteína, o mesmo pode se habituar com ração comercial, desde que submetido a um treinamento alimentar (Cavero, 2003).

O pirarucu apresenta uma dificuldade de reprodução em cativeiro que se inicia na formação dos casais, tendo em vista que os animais não apresentam dimorfismo sexual aparente, exceto durante no período da reprodução, quando os machos exibem uma coloração avermelhada escura nas escamas abdominais enquanto na fêmea a cor vermelha é menos intensa (Fontenele 1955; Chu-Koo *et al.*, 2010). Todavia, esse padrão de

coloração não é uma regra geral como observado por Campos Baca (2001), que em ambos os sexos apenas o lado esquerdo dos órgãos sexuais (testículo/ovário) é funcional, enquanto os lados direitos são atrofiados.

Estudos recentes apresentaram efetividade na identificação do sexo, objetivando a separação de casais para reprodução em cativeiro. Ao analisar peixes imaturos Chu-Koo *et al.* (2009) usando enzima-imunoensaio obteve 95% de eficiência na determinação do sexo, enquanto o método de laparoscopia utilizado por Carreiro *et al.* (2011) obteve 100% de precisão por observação direta de ovócitos.

Com base no comportamento reprodutivo do *Arapaima gigas*, presume-se que a espécie é monogâmica devido à formação de casais e investimento em cuidados parentais, porém Farias *et al.* (2015) rejeita esta hipótese, haja vista que em seus resultados a paternidade múltipla foi um fenômeno encontrado no processo reprodutivo da espécie.

As primeiras investigações da biologia reprodutiva em cativeiro do pirarucu foram conduzidas separadamente por Oliveira (1944) e Fontenele (1948), que obtiveram resultados semelhantes, relatando que a espécie põe seus ovos em águas lênticas, possui desova parcelada e cuidado parental. O animal torna-se sexualmente maduro entre o terceiro ao quinto ano de vida, com tamanho médio de 1,6 m e peso de 40 a 50 kg (Arantes *et al.*, 2010).

POR QUE FORAM ESCOLHIDAS ESSAS ESPÉCIES?

A realidade do setor de alimentos no Brasil, com o consumidor exigindo conveniência, higiene e nutrientes, com as gôndolas dos supermercados invadidas por produtos importados, impulsiona ao desafio da obtenção de produtos competitivos, principalmente usando espécies exóticas já consolidadas no Brasil (Tilápia do Nilo – *O. niloticus*), mas também, dando oportunidades para espécies nativas da Amazonia (Pirarucu – *Arapaima gigas*) com grande potencial de desenvolvimento e apresentar opções para a indústria de processamento do pescado. As interfaces das pesquisas nas áreas de conhecimento de piscicultura e de tecnologia do pescado se estreitaram, pois o recurso pescado cultivado, tão bem sucedido na produção nesta última década, depende, para se tornar uma atividade rentável, do beneficiamento e do processamento para chegar ao consumidor na forma de produto com valor agregado e competitivo. No entanto, o pescado apresentado ao consumidor nem sempre corresponde às expectativas em função do preço, mais alto do que outras carnes e se constituindo em produto de baixa qualidade, resultado dos problemas de manipulação, conservação e armazenamento (Gonçalves, 2004).

A aquicultura de água doce tem crescido satisfatoriamente e ganha importância como produtora de proteína animal; as espécies autóctones como o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tucunaré (*Cichla spp.*), somadas às espécies exóticas como trutas (*Oncorhynchus mykiss*), carpas (*Cyprinus carpio*) e tilápias (*Oreochromis spp.*), entre outras, contribuem para o aumento no número de produtores. As espécies não nativas ainda dominam a produção da piscicultura, como é o caso da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). A cadeia produtiva do pescado que engloba os segmentos de transformação e de distribuição é composta pelas indústrias de pescado e os entrepostos, intermediários, feiras livres, supermercados, peixarias e ambulantes, respectivamente, que se encerra com o consumidor final. Outra peculiaridade que merece destaque é a excelência nutricional do pescado, que atende como alimento a praticamente todas as expectativas dos órgãos responsáveis pela saúde da população (Gonçalves, 2004).

Ainda que a literatura registre a elaboração de CMS de pescado processados e que também sejam descritos alguns processos e análises a nível internacional e nacional, a questão para o Brasil não está de toda elucidada, sendo necessário que lhe seja dispensado um maior aprofundamento tecnológico e científico e também de aplicação, para que a indústria pesqueira nacional desperte para questões como a utilização de novos produtos voltados para o mercado institucional (escolas, hospitais, quartéis, fábricas, etc.) a partir de espécies exóticas já consolidadas como é o caso da tilápia do Nilo, (*O. niloticus*), mas também, que se tenha a opção de utilizar espécies nativas da Amazônia cultivadas no Nordeste como o Pirarucu (*Arapaima gigas*) com grande potencial.

Portanto, um estudo mais aprofundado para a elaboração e caracterização de almôndegas de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e pirarucu (*arapaima gigas*) cultivados para aplicação na merenda escolar, é justificado. Nesta pesquisa foram realizados estudos de rendimento de carne mecanicamente separada de pescado (CMS) (tilápia e pirarucu) e elaboração no formato de almôndega, além da realização de análise sensorial, análise proximal, análise física, análise microbiológica, perfil de aminoácidos, análise estatística e análise econômica de custo dos produtos.

TECNOLOGIA DO PROCESSAMENTO DO PESCADO, CARNE MECANICAMENTE SEPARADA - CMS

IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL DO PESCADO

O peixe é um componente extremamente importante na dieta humana, como fonte de nutrientes (proteínas, lipídios e componentes bioativos) e dessa forma a indústria do peixe contribui para o fornecimento de uma grande variedade de produtos e subprodutos para o consumo, em que o peixe é o componente principal (Gonçalves *et al.*, 2011).

O peixe é um alimento saudável, rico em proteínas de alto valor biológico, fácil digestão e ainda possui menos gorduras que a maioria das carnes vermelhas. O tipo de gordura predominante nos peixes são as poliinsaturadas, entre as quais se destaca o ômega-3, cujo consumo proporciona grandes benefícios a nossa saúde, acarretando em diminuição dos riscos de doenças do coração (infarto) e de acidente vascular cerebral (derrame ou AVC); redução da pressão arterial; diminuição das taxas de triglicérides, de LDL (chamado de colesterol “ruim”) e do colesterol total do sangue (Boscolo *et al.*, 2009).

Ao longo dos últimos 80 anos ou mais, tecnólogos e cientistas de peixe têm se esforçado para redigir algumas regras gerais, a partir de observações e experimentações com peixe e produtos derivados, para controlar e prever suas propriedades em um grande número de circunstâncias. Os dois principais temas de condução para estes esforços têm sido a segurança e a qualidade – expressa principalmente em termos de propriedades mensuráveis (Gonçalves *et al.*, 2011).

Os peixes apresentam boas concentrações de vitaminas, tais como A, E e, principalmente, a D, a niacina e o ácido pantotênico. Além disso possui em vários outros tais como sódio, potássio, manganês, cálcio, ferro, fósforo, iodo, flúor, selênio, magnésio e cobalto, que regularizam as funções do corpo, melhorando a memória, a concentração.

Outra vantagem dos peixes é a facilidade em seu preparo: os frescos cozinham em tempo muito curto e podem ser usados de diversos modos, como ao molho, empanado, assado, ensopado, cozido, grelhado, além dos defumados, enlatados e salgados (Boscolo *et al.*, 2009).

APROVEITAMENTO DOS SUBPRODUTOS DE PESCADO E SUAS UTILIDADES;

O peixe é constituído pelo seu músculo que é o produto principal para a indústria, além de subprodutos e resíduos. Existe uma diferenciação no uso dos termos descarte, resíduos e subprodutos (Rustad, 2003). Descarte é um termo geralmente utilizado para a fauna acompanhante de produtos da pesca de valor comercial (Blanco *et al.*, 2007). Alguns autores definem “resíduos” como produtos que não podem ser usados para alimentação humana, devendo ser utilizados em compostagem, queimados ou destruídos (Rustad, 2003), enquanto que “subprodutos” é definido como sendo as partes não comercializadas, mas que podem ser processados após tratamentos específicos para fim alimentício (Rustad, STorrø & Slizyte, 2011).

O correto uso e destino dos resíduos de peixes nas indústrias apresentam importância não somente econômica como também ambiental (Bombardelli, 2005; Repinaldo, 2007), diminuindo o risco de poluição ambiental e contribuindo para o aumento do consumo de proteína animal, além de fornecer matéria-prima de baixo custo. Diversas tecnologias têm surgido para possibilitar a utilização dos subprodutos como fonte alimentar de boa aceitabilidade (Stevanato, 2006).

Os resíduos e subprodutos gerados da atividade industrial pesqueira geram impactos ambientais se não forem devidamente tratados, pois a taxa de geração (resíduos e subprodutos) é muito maior que a taxa de degradação, dessa forma, é necessário reduzir, reciclar, e reaproveitar tais resíduos para recuperar material e energia (Fiori *et al.*, 2008). Esses subprodutos possuem elevada importância nutricional, pois são ricos em proteínas e em ácidos graxos da série ômega-3, que o incentiva no desenvolvimento de produtos diferenciados para a alimentação humana (Feltus *et al.*, 2010) como uma alternativa útil em países com problemas de desnutrição suprindo as necessidades nutricionais - em especial de proteínas animais, dos setores mais carentes da população, por um preço acessível (Miranda *et al.*, 2003). Sendo assim, a utilização de subprodutos do processamento de peixes e de peixe em geral para obtenção de novos produtos deve ser realizada de forma correta possibilitando um aumento da receita e contribuindo para preservação ambiental. Uma alternativa de aproveitamento de resíduos, que é muito comum, é o uso dos mesmos na fabricação de farinhas, ensilados, couros, óleos. Porém, os subprodutos são pouco utilizados no aproveitamento da Carne Mecanicamente Separada de peixe - CMS (Bombardelli, 2005).

A extração do músculo (CMS) pode ser realizada a partir do peixe inteiro e limpo (sem escamas, sem vísceras, sem nadadeiras, sem pele e sem cabeça), como também da carcaça do peixe após ter sido filetado e descabeçado (Dallabona, 2011).

Nos países tropicais em desenvolvimento, a popularidade dos produtos de pescado à base de CMS é crescente embora que de forma ainda lenta, e uma grande variedade de novos produtos, adequados às necessidades do consumidor, tem surgido nas diferentes regiões do mundo (Jesus, 1998).

IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DA CARNE MECANICAMENTE SEPARADA - CMS

A produção de CMS de pescado é uma alternativa importante para a indústria, por ser economicamente viável, por otimizar a obtenção de receita (contribuição para o lucro) além de aumentar a amplitude de nichos específicos de mercado, melhorando o aproveitamento dos recursos pesqueiros. Contribui também para a implantação da empresa limpa, diminuindo descarte, resíduos, subprodutos e dejetos ao meio ambiente (Kuhn; Soares, 2002; Minozzo, 2010).

No Brasil, os processos tecnológicos utilizados para beneficiamento de pescado restringem-se à produção de enlatados (notadamente sardinha), filetados (cavala, pargo, merluza, tilápia, etc.), posteados (albacora, cavala, pargo, piramutaba, etc.), eviscerado congelados, defumados e salgados. Sendo os três últimos bastante comuns na região norte perto às populações ribeirinhas, ou no interior dos estados brasileiros, notadamente o salgado seco restrito a fabriquetas improvisadas, com pouca higienização (Oetterer DE Andrade, 1995).

EQUIPAMENTOS DE EXTRAÇÃO DA CMS

A extração da CMS é realizada em equipamentos conhecidos como separadoras de ossos (*fish bone separator*) que podem ser de dois tipos: a) *stamp type*, a *belt-and-drum*, ou tambor rotatório e, b) a rosca sem fim. A *stamp type* é um equipamento utilizado para grandes quantidades de peixe, com uma placa em formato de disco com pequenos furos (em milímetros) onde o peixe é colocado nesse equipamento. Um raspador se move em círculos e é preso por uma haste que faz com que a matéria-prima seja pressionada para o lado oposto, liberando a CMS, sobrando na parte superior a pele, escamas e ossos (Sivertsvik *et al.*, 2002).

A *Belt-and-drum* ou tambor rotatório feito de aço inoxidável é a máquina mais utilizada mundialmente (Figura 6).

Este equipamento é constituído por uma correia tensora de borracha giratória ou uma cinta e de um tambor perfurado, com perfurações entre 3 a 5 milímetros (mm) de diâmetro, produzindo CMS com texturas diferentes. Os peixes ou as aparas, ou carcaças passam entre o cinto e o tambor rotativo e a pele, espinhas e ossos ficam retidos na parte externa do cilindro e removidos por meio de um raspador e podem ser colocados diretamente na máquina, nos peixes grandes deve-se retirar a coluna vertebral. As perfurações de 3 a 5 milímetros (mm) de diâmetro e pressão da cinta são os responsáveis pelo rendimento das CMS (Gennadios; Hanna; Kurth, 1997; Linus *et al.*, 2007; Cortesi *et al.*, 2009).

A Separadora de ossos com rosca sem fim (Figura 7), utiliza uma rosca que encaminha o material a ser separado (carne separado dos ossos, pele e escamas) contra um cilindro perfurado com orifícios de 1 mm, porém esse diâmetro pode ser ajustado para mais ou para menos, pois a área perfurada é composta por uma série de anéis contendo reentrâncias. No uso dessa máquina se faz necessário o controle rigoroso de temperatura do produto (CMS), pois esta tende a se elevar no interior do cilindro no momento do processamento.

Neste caso, o rendimento é determinado pelo grau de fragmentação da CMS e o montante dos ossos, pedaços de pele e escamas, pois após a passagem pela separadora de ossos a CMS sai em forma de emulsão e o restante é triturado, sendo muito comum a repassagem do material residual pela máquina para aumentar o rendimento. (Linus *et al.*, 2007)

De forma genérica, sem especificar o equipamento e a espécie ou tamanho do pescado, que são fatores relevantes no processo, o rendimento para obtenção da CMS varia entre 52 e 72% para peixes sem cabeça e eviscerados (Gennadios; Hanna; Kurth, 1997).

Com rendimento de filé de aproximadamente 30%, o processamento da tilápia gera uma grande quantidade de subprodutos, que podem ser aproveitados por meio do processo de extração de carne mecanicamente separada (CMS), com o uso de máquinas separadoras de carne e ossos de até 70% aproximadamente. A extração da CMS pode aumentar o rendimento de carne entre 10% e 20% no processamento (Neiva, 2003).



FIGURA 6. Separadora de ossos *Belt-and-drum* ou tambor rotatório feito de aço inoxidável (Adaptado de Kotaki ,2005).

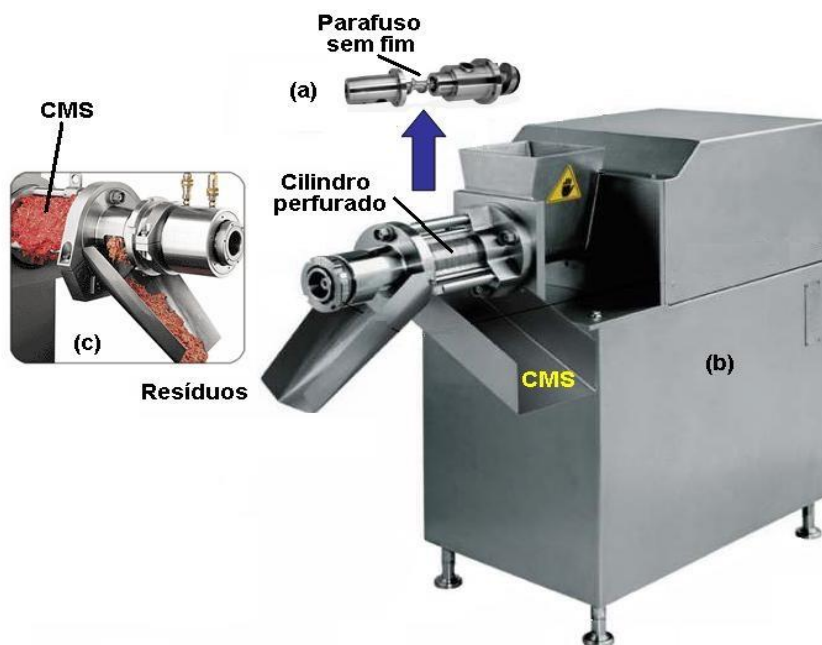


FIGURA 7. Separadora de ossos com rosca sem fim (Adaptado de Kotaki, 2005).

PRODUTOS FEITOS À BASE DE CMS:

Muitos estudos são realizados sobre aproveitamento Integral do pescado e o uso da CMS como base para produtos de valor agregado (hambúrgueres, nuggets, stick, linguças, salsichas, croquetes, mortadelas, patês e outros), todos eles com respostas positivas e promissoras para o desenvolvimento desses produtos. (Kotaki, 2005; Minozzo; Waszczyński; Boscolo, 2008; Filho, 2009; Bordignon *et al.*, 2010; Minozzo, 2010; Mélo *et al.*, 2011, Jamas, 2012).

FICHA TÉCNICA DE CMS DE TILÁPIA

A Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Pescado - também conhecida como *minced fish*, polpa de pescado, cominutado ou cominuído de pescado, ou carne de pescado mecanicamente desossada - é a polpa de peixe separada de pele e ossos em máquina desossadora. A terminologia CMS refere-se, tradicionalmente, à carne de aves e bovinos, mas vem sendo adotada também em textos científicos e pelo Dipoa/Sif/Mapa, equivalente à tradução em inglês Mechanically Deboned Meat of Fish (MDM) or Minced Fish = Carne Mecanicamente Separada de Pescado (Gonçalves *et al.*, 2011).

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 (mm). (Gonçalves *et al.*, 2011).

NOME DO PRODUTO CMS OFICIAL DEFERIDO PELO DIPOA/SIF/MAPA

Carne de peixe moída congelada. Carne de Tilápia sem vísceras, osso, pele e espinhas mecanicamente separada, homogeneizada e temperada. Ingredientes: carne moída de peixe, cloreto de sódio e temperos. Registro do SIE ou SIF. O Produto deve seguir a legislação vigente (Portaria nº 459 Rtiq- Mapa).

Rotulagem obrigatória (RDC nº 360/359 de 23/12/03, RDC nº 259 de 20/09/02, RDC nº 123 de 13/05/04, IN nº 22 Mapa, IN nº 30 Mapa, IN nº66 Mapa, lei nº10. 674 e Portaria SNVS nº 34). Embalagem primária: saco de polietileno com as informações impressas na embalagem contendo 1000g a 2000g do produto. Embalagem secundária: caixa de papelão de 20 kg.

DADOS SOBRE A MERENDA ESCOLAR NO BRASIL E NO CEARÁ

O Censo Escolar é um levantamento de dados nacional realizado todos os anos e coordenado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). São coletados dados sobre estabelecimentos, matrículas, funções docentes, movimento e rendimento escolar. Essas informações são utilizadas para traçar um panorama nacional da educação básica e servem de referência para a formulação de políticas públicas e execução de programas na área da educação (Inep/MEC, 2016).

Trata-se do principal instrumento de coleta de informações da educação básica, que abrange as suas diferentes etapas e modalidades: ensino regular (educação Infantil e ensinos fundamental e médio), educação especial, educação de jovens e adultos (EJA) e educação profissional (cursos técnicos e cursos de formação inicial continuada ou qualificação profissional). O Censo Escolar coleta dados sobre estabelecimentos de ensino, turmas, alunos, profissionais em sala de aula, movimento e rendimento escolar (Inep/MEC, 2016).

Essas informações são utilizadas para traçar um panorama nacional da educação básica e servem de referência para a formulação de políticas públicas e execução de programas na área da educação, incluindo os de transferência de recursos públicos como alimentação e transporte escolar, distribuição de livros, implantação de bibliotecas, instalação de energia elétrica, Dinheiro Direto na Escola e Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb) (Inep/MEC, 2016).

De acordo com o censo escolar 2016 ano base 2015, incluindo escolas estaduais e municipais de áreas urbanas e rurais, estão matriculadas em creches 1.925.644 de crianças; na pré-escola, 3.651.786; no ensino fundamental, 22.756.164; no médio, 6.811.005 e 2.792.758, na educação presencial de jovens e adultos, o que totaliza 37.937.357. Na educação especial, são 745.363 matrículas. No Ceará tem 1,79 milhão de estudantes matriculados na rede pública. Em Fortaleza, são 315.801 alunos matriculados. Em todo o Brasil, já são mais de 40 milhões de estudantes matriculados (Inep/MEC, 2016).

O Programa Nacional de Alimentação Escolar – Pnae, conhecido como Merenda Escolar, consiste na transferência de recursos financeiros do Governo Federal, em caráter suplementar, aos estados, Distrito Federal e municípios, para a aquisição de gêneros alimentícios destinados à merenda escolar. O Pnae teve sua origem na década de 40. Mas foi em 1988, com a promulgação da nova Constituição Federal, que o direito à alimentação escolar para todos os alunos do Ensino Fundamental foi assegurado (Pnae, 2016; MEC, 2008; CGU, 2008).

Os beneficiários da Merenda Escolar são alunos da educação infantil (creches e pré-escolas), do ensino fundamental, da educação indígena, das áreas remanescentes de quilombos e os alunos da educação especial, matriculados em escolas públicas dos estados, do Distrito Federal e dos municípios, ou em estabelecimentos mantidos pela União, bem como os alunos de escolas filantrópicas, em conformidade com o Censo Escolar realizado pelo Inep no ano anterior ao do atendimento (Pnae, 2016; MEC, 2008; CGU, 2008).

O Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (Fnde), autarquia vinculada ao Ministério da Educação, é o responsável pela normatização, assistência financeira, coordenação, acompanhamento, monitoramento, cooperação técnica e fiscalização da execução do programa. O montante dos recursos financeiros a ser repassado será calculado com base no número de alunos devidamente matriculados no ensino pré-escolar e fundamental em escolas municipais e qualificadas como entidades filantrópicas ou por elas mantidas, utilizando-se para esse fim os dados oficiais de matrículas obtidos no censo escolar relativo ao ano anterior ao do atendimento (Pnae, 2016; MEC, 2008; CGU, 2008).

Os recursos financeiros da União são transferidos em dez parcelas mensais, para a cobertura de 20 dias letivos, às entidades executoras (estados, Distrito Federal e municípios) em contas correntes específicas abertas pelo próprio Fnde, no Banco do Brasil, na Caixa Econômica Federal ou em outra instituição financeira oficial, inclusive de caráter regional. Não há necessidade de celebração de convênio, ajuste, acordo, contrato ou qualquer outro instrumento (Pnae, 2016; MEC, 2008; CGU, 2008).

As entidades executoras (estados, Distrito Federal e municípios) têm autonomia para administrar o dinheiro repassado pela União e compete a elas a complementação financeira para a melhoria do cardápio escolar, conforme estabelece a Constituição Federal. Todos os Estados, o Distrito Federal e municípios podem participar do programa, bastando, para isso, o cumprimento das seguintes exigências: Aplicação dos recursos exclusivamente na aquisição de gêneros alimentícios; Instituição de um Conselho de Alimentação Escolar (CAE), como órgão deliberativo, fiscalizador e de assessoramento; Prestação de contas dos recursos recebidos; Cumprimento das normas estabelecidas pelo Fnde na aplicação dos recursos (Pnae, 2016; MEC, 2008; CGU, 2008).

A Entidade executora não pode gastar os recursos do programa com qualquer tipo de gênero alimentício. Deverá adquirir os alimentos definidos nos cardápios do programa de alimentação escolar, que são de responsabilidade da Entidade executora, elaborados por nutricionistas capacitados, com a participação do CAE e respeitando os hábitos alimentares de cada localidade, sua vocação agrícola e preferência por produtos básicos, dando prioridade, dentre esses, aos semielaborados e aos in natura. Caso o município não possua nutricionista capacitado, deverá solicitar ajuda ao Estado, que prestará assistência técnica aos municípios, em especial na área de pesquisa em alimentação e nutrição e na elaboração de cardápios (Pnae, 2016; MEC, 2008; CGU, 2008).

Os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, instituirão, por instrumento legal próprio, um Conselho de Alimentação Escolar – CAE constituído por 7 membros. As competências do CAE são: acompanhar a aplicação dos recursos federais transferidos à conta do Pnae; acompanhar e monitorar a aquisição dos produtos adquiridos para o Pnae, zelando pela qualidade dos produtos, em todos os níveis, até o recebimento da refeição pelos escolares; receber e analisar a prestação de contas do Pnae enviada pela Entidade Executora e remeter ao Fnde apenas o Demonstrativo Sintético Anual da Execução Físico-Financeira com parecer conclusivo; orientar sobre o armazenamento dos gêneros alimentícios em depósitos da Entidade Executora e/ou escolas; comunicar à Entidade Executora a ocorrência de irregularidades em relação aos gêneros alimentícios, tais como: vencimento do prazo de validade, deterioração, desvio, furtos, etc para que sejam tomadas as devidas providências; divulgar, em locais públicos, o montante dos recursos financeiros do PNAE transferidos à Entidade Executora ; noticiar qualquer irregularidade identificada na execução do PNAE ao FNDE, à Controladoria Geral da União, ao Ministério Público e ao Tribunal de Contas da União; acompanhar a elaboração dos cardápios, opinando sobre sua adequação à realidade local; acompanhar a execução físico-financeira do programa, zelando pela sua melhor aplicabilidade (Pnae, 2016; MEC, 2008; CGU, 2008).

A Merenda Escolar no Estado do Ceará (Município de Fortaleza) normalmente oferta cerca de 60g de almôndega de CMS de pescado, o que custa em torno de R\$ 0,48 centavos/unidade de 30g de almôndega. Assim, os valores ficam dentro dos padrões de repasse de recursos do Fnde/MEC, no âmbito do Pnae (entre R\$ 0,30 a R\$ 1,00) segundo a Resolução nº 26, de 17 de junho de 2013 (Brasil, 2013).

A Tabela 5 mostra uma simulação da quantidade de proteína de pescado (merenda escolar) que deve ser ofertada e recomendada pelo padrão nutricional da FAO/OMS por ano, no Brasil, no estado do Ceará e no Município de Fortaleza, de acordo com o Inep/MEC (2016).

TABELA 5. Descrição da quantidade de merenda escolar/ano recomendada pela FAO/OMS

SIMULAÇÃO DA QUANTIDADE DE MERENDA ESCOLAR/ANO RECOMENDADA PELA FAO/OMS			
ITENS	Quantidade de alunos matriculados	Quantidade recomendada FAO/OMS Kg	Valor Total Kg
BRASIL	40.000.000	10	400.000.000
CEARÁ	1.790.000	10	17.900.000
FORTALEZA	315.801	10	3.158.010

OBS: A FAO/OMS recomenda que seja ofertado para as crianças em idade escolar, cerca de 250g de proteína de origem animal (CMS de pescado) /semana na dieta alimentar em duas tratadas.

REFERÊNCIAS

- Alcantara, F. & Guerra, H. (1992). Cultivo de paiche, *Arapaima gigas*, utilizando bujurqui, *Cichlasoma bimaculatum*, como presa. *Folia Amazônica*: 4,129-139.
- Arantes, C. C.; L.; et. all. (2010). Population density, growth and reproduction of arapaima in an Amazonian river-floodplain. *Ecology of Freshwater Fish*, 19: 455-465.
- Avnimelech, Y. (2007). Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture*, 264:140-147.
- Azim, M. E.; little, D. C. (2008). The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 283:29–35.
- Bard J. & Imbiriba E.P. (1986). Piscicultura de pirarucu, *Arapaima gigas*. No.52. *Embrapa-Cpatu*, Belém, Brazil, pp.52.
- Bhujel, R.C. (2011). How to produce billions of high quality tilapia fry. In: Liu, L.P., Fitzsimmons, K. (Eds.), *Proceedings of the 9th International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. Shanghai: pp. 123-131.
- Blanco, M.; Sotelo C. G.; Chapela M. J.; Pérez-Martín R. I. (2007). Towards sustainable and efficient use of fishery resources: present and future. *Trends in Food Science and Technology*, Oxford, 18(1): 29-36.
- Bombardelli, R. A.; Syperreck, M. A.; Sanches E. A. (2005). Situação atual e perspectivas para o consumo, processamento e agregação de valor ao pescado. *Ciências Veterinárias e Zoologia*, 8(2): 181-195.
- Bordignon, A.C.; Souza, B.E.; Bohnenberger, L.; hilbig, C.C.; Feiden, 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*, 32(1): 109-116.
- Boscolo, W. R.; Friden, A.; Maluf, M. L. F.; Viet, C. (2009). *Peixe na merenda escolar: educar e formar novos consumidores*. Toledo: GFM Gráfica e Editora.
- Braga, R.A. (1975). *Ecologia e etologia de piranhas no nordeste do Brasil*. Fortaleza: Dnocs.
- Brandão, F.; Gomes, L.C. & Chagas, E.C. (2006). Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. *Acta Amazônica*, 36: 349-356.
- Brasil. (2006). Controladoria-Geral Da União. Gestão de Recursos Federais – Manual para Agentes Públicos. Acesso em: setembro de 2016. Disponível em: http://cgu.gov.br/cartilha_cgu.pdf.

- Brasil. (2006). MErenda Escolar Programa Nacional de Alimentação Escolar (Pnae). Acesso em: setembro de 2016. Disponível em: http://www.portaldatransparencia.gov.br/aprenda_Mais/documentos/curso_PNAE.pdf.
- Brasil. (2006). Ministério da Educação e Cultura. Acesso em: setembro de 2016. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/homem/>.
- Brasil, Presidência da República (2009): Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca. *Lei Nº 11.959, de 29 de junho de 2009*. Brasília.
- Brasil, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (1984). Riiispoa: *Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal*. Decreto nº 120.691. Brasília.
- Browdy, C.L., Bratvold, D., Stokes, A.D., McIntosh, R.P. (2001). Perspectives on the application of closed shrimp culture systems. In: Browdy, C.L., Jory, D.E. (Editores), *The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, Aquaculture*. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA, pp. 20-34.
- Campo, L.F.C. (2008) *La tilapia roja: una evolucion de 26 años, de la incertidumbre al exito*. México.
- Campos Baca, L. (2001). *História Biológica del paiche o pirarucu Arapaima gigas (Cuvier) y bases para su cultivo em la Amazonia, Iquitos, Peru*. Programa de Biodiversidad. Iquitos, Peru: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana.
- Carreiro, C. R. P., Furtado-Neto, M. A. A., Mesquita, P. E. C., Bezerra, T. A. (2011). Sex determination in the Giant fish of Amazon Basin, *Arapaima gigas (Osteoglossiformes, Arapaimatidae)*, using laparoscopy. *Acta Amazonica*, Manaus, AM. vol. 41(3): 415-420.
- Castagnolli, N. (1992). *Criação de peixes de água doce*. Jaboticabal: Funep.
- Castello, L. A (2004). method to count pirarucu: fishers, assessment and management. *North American Journal of Fisheries Management*, 24: 379-389.
- Castello, L. (2008). Lateral migration of *Arapaima gigas* in floodplains of the Amazon. *Ecology of Freshwater Fish*, 17: 38-46.
- Cavero, B.A.S.; Pereira-Filho, M.; Roubach, R.; Ituassú, D.R.; Gandra, A.L. (2003). Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38:103-107.
- Chu-Koo F. & Alcântara F. (2009). Paiche doméstico en la Amazonica: perspectivas de una crianza sostenible. *Pesca Responsable*, 57: 32-33.
- Chu-Koo F. & Tello S. (2010). Produccion de semilla de Paiche en Perú. *Infopesca Internacional*, 41: 30-35.
- Chu-koo, F.; Dugué, R.; Aguilar, M.A.; Daza, A.C.; bocanegra, f.a.; veintemilla, c.c.; duponchelle, f.; renno, j.f.; tello, s.; nuñez, j. (2010). Gender determination in the Paiche or *pirarucu (Arapaima gigas)* using plasma vitellogenin, 17 β -estradiol, and 11-ketotestosterone levels. *Fish Physiology and Biochemistry*, 35: 125-136.
- Codevasf. (2013). *Manual de criação de peixes em tanque-rede*. Codevasf: Brasília.
- Cortesi, M.L.; Panebianco, A.; Giuffrida, A.; Anastasio, A. (2009). Innovation in seafood preservation and storage. *Veterinary Research Communications*, 33(1): 15-23.
- Cuellar, G. A. (2000). *Cultivo de Tilapia en Estanques y Jaulas Flotantes*. Menorías del Curso, abril. Semarnap, Tampico, Tamaulipas.
- Dallabona, R. B. (2011). *Desenvolvimento e estabilidade de linguiça de pescado elaborada a partir de resíduo de filetagem de tilápia do Nilo*. 2011. Tese (Pós-graduação em Ciência animal), Universidade católica do Paraná, São José dos Pinhais (PR).
- Dias-Oberstein, T. C. R. (2007). Reversão sexual de larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por meio de banhos de imersão em diferentes dosagens hormonais. *Revista acadêmica ciências agrárias e ambientais, Curitiba*, 5(4): 391-395.

- Embrapa (2013). *Piscicultura de água doce: Multiplicando conhecimento*. Embrapa: Brasília.
- FAO (2018). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. 2018. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. FAO: Roma.
- FAO (2016). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. FAO: Roma.
- FAO (2014). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. 2014. Oportunidades y desafíos. FAO: Roma.
- Farias, I. P.; Leão, A.; Almeida, Y. S.; Verba, J. T.; Crossa M., M.; honczaryk, A. & Hrbek, T. (2015). Evidende of polygamy in the socially monogamous Amazonian fish *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) (*Osteoglossiforme, Arapaimidae*). *Neotropical Ichthyology*, Maringá, 13(1): 198-204.
- Feltes, M.M.C.; Correia, J.F.G; Beirão, L.H.; Block, J.M; Ninow, J.L. & Spiller, V.R. (2010). Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 14(6): 669-677.
- Filho, P.R.C.O. (2009). *Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo*. 2009. 115 f. Tese (Doutorado em Aquicultura), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal (SP).
- Fiori, M. G. S.; Schoenhal, S, M.; Follador, F. A. C. (2008). Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbia. *Engenharia Ambiental*, 5(3):191.
- Fitzsimmons, K. (2013). Latest trends in tilapia production and market worldwide. World Aquaculture Society. WAS, 2013. Acessado em: 22/08/2016. Disponível em: http://www.infopesca.org/sites/default/files/complemento/conferencias_eventos/documentos/919/.pdf.
- Fontenele, O. (1948). Contribuição para o conhecimento da biologia do pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier) em cativo (Actinopterygii, Osteoglossidae). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, 8(4): 445-459.
- Fontenele, O. (1955). Contribution to the knowledge of pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier) in captivity (Actinopiterygii, Osteoglossidae). Departamento Nacional de Obras Contra as Secas-Dnocs, *Freshwater Fish*, 19: 455-465,
- Fryer, G.; iles, T. D. (1972). *The cichlid fishes of the Great Lakes of Africa, their biology and evolution*. Oliver and Boyd, Edinburgh.
- Furlaneto, F. P. B.; ayroza, D. M. M. R.; Ayroza, L. M. S. (2006). Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp.*) em tanque-rede no médio Paranapanema, Estado de São Paulo, safra 2004/05. *Informações Econômicas*, 36(3) mar.
- Gandra, A. L. (2002). *Estudo da frequência alimentar do pirarucu, Arapaima gigas (Cuvier, 1929)*. Manaus: Editora da Ufam.
- Gennadios, A.; Hanna, M. A.; Kurth, L. B. (1997). Application of Edible Coatings on Meats, Poultry and Seafoods: A Review. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 30: 337-350.
- Gjedrem, T. (2012). Genetic improvement for the development of efficient global aquaculture: a personal opinion review. *Aquaculture*, 344(349): 12-22.
- Gonçalves, A. A. (2004). Aproveitamento integral da tilápia no processamento. *Aquacultura 2004: Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aqüicultura*, 18: 237-259.
- Gonçalves, A. A. (Org.) (2011). *Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação*. São Paulo: Editora Atheneu.
- Gontijo, V. P. M. et al. (2008). *Cultivo de tilápias em tanques-rede*. Belo Horizonte: Epamig, Boletim Técnico.
- Goulding, M. (1980). *The Fishes and the forest: Explorations in Amazonian Natural History*. University of California Press. Berkeley, California.

- Greenwood, P. H.; Rosen, D. E.; Weitzman, S. H.; Myers, G. S. (1966). Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 131(4).
- Guerra H., Alcântara F., Padilla P., Rebaza, M., Tello S., Isminõ R., Rebaza C., Deza S., Ascon G., Iberico J., Montreuilv. & Limachi L. (2002). *Producción y manejo de alevinos de paiche*. Iquitos, Peru: Iiap.
- Gurgel, J.J.S. & Oliveira, A.G. (1987). Efeitos da introdução de peixes e crustáceos no semi-árido do nordeste brasileiro. *Coleção Mossoroense*, 453: 7-32.
- Hildsorf, A.W.S. (1995). Genética e cultivo de tilápias vermelhas, uma revisão. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 22(1): 73-78.
- Ibama. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (1996). *Portaria nº 08*. Brasília.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015). *Produção da Pecuária Municipal*. Brasília. 42.
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira-Inep/MEC (2015). Censo escolar do Brasil em 2015. Acessado em 19/09/2016. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/basica-censo>.
- Imbiriba E.P. (1991). Produção e manejo de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier). *Technical Report Embrapa-Cpatu*, 57.
- Imbiriba, E.P.; Lourenço, J.B.; Barthem, R. (1993). Bioecologia e manejo sustentado do pirarucu (*Arapaima gigas*) na bacia Amazônica. *Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária*, (Série Documentos).
- Jamas, E. (2012). *Valor agregado aos resíduos do processamento de tilápia: aspectos tecnológicos, químicos e microestruturais*. 2012. 48 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- Jesus, R.S. (1998). *Estabilidade de "minced fish" de peixes amazônicos durante o congelamento*. 1998. Tese (Doutorado em Bromatologia), Faculdade de Ciências farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo (SP).
- Jiri, S., Kaneko, H., Kobayashi, T., Wang, D.S., Sakai, F., Paul-Prasanth, B., Nakamura, M., Nagahama, Y. (2008). Sexual dimorphic expression of genes in gonads during early differentiation of a teleost fish, the Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Biol. Reprod.* 78: 333-341.
- Kotaki, S. H. (2005). *Utilização da carne mecanicamente separada (CMS) da carcaça de tilápia (Oreochromis niloticus) para a elaboração de linguiça de peixe*. 2005. 95f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza (CE).
- Kubtiza, F. (2011) *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. 2ª Edição Revisada e Ampliada.
- Kuhn, C. R.; Soares, G. J. D. (2002) Proteases e inibidores no processamento de surimi. *Revista Brasileira de Agrociência*, 8: 5-11.
- Linus, U.; Opara, L.U.; Saud, M.; Al-Jufail, S.M. Raman, M.S. (2007). Postharvest Handling and Preservation of Fresh Fish and Seafood, Chap. 6. In: Rahman, M.S. (ed). *Handbook of food preservation*. pp. 152-170.
- Lopez-Fanjul, C.; Toro, M.A. (1990). *Mejora genética de peces y moluscos*. Madrid: Mundi.
- Lovshin, L.L. (1998). Red tilapia or Nile tilapia: which is the best culture fish? In: Simpósio Sobre Manejo e Nutrição de Peixes, 2, Piracicaba, 1998. *Anais...* Piracicaba: Cbna, pp.179-198.
- MAinardes-Pinto, C.S.R.; Fenerich-Verani, N.; Campos, B.E.S. & Silva, A.L. (2000). Masculinização da Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, Utilizando Diferentes Rações e Diferentes Doses de 17 α -Metiltestosterona. *Revista brasileira de zootecnia*, 29(3): 654-659.
- Migdalski E.C. (1957). Contribution to the life history of the South American fish *Arapaimas gigas*. *Copeia*, 1(1) 54-56.

- Minozzo, M.G. (2010) *Patê de pescado: alternativa para incremento da produção nas indústrias pesqueiras*, 210f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR).
- Minozzo, M. G.; Waszczyński, N.; Boscolo W. R.F. (2008). Utilização de carne mecanicamente separada de tilápia (*Oreochromis niloticus*) para a produção de patês cremoso e pastoso. *Alimentação e Nutrição*, Araraquã, 19(3): 315-319, jul/set.
- Miranda, A.S.; Franceschini, S.C.C.; Priore, S.E.; Euclides, M.P.; Araújo, R.M.A.; Ribeiro, S.M.R.; Neto, M.P.; Fonseca, M.M.; Rocha, D.S.; Silva, D.G.; Lima, N.M.M. & Maffia, U.C.C. (2003). Anemia ferropriva e estado nutricional de crianças com idade de 12 a 60 meses do município de Viçosa, MG. *Revista de Nutrição*, Campinas, 16(2): 163-169.
- MPA, Ministério da Pesca e Aquicultura (2009). *Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca*. Lei 11.959.
- Neiva, C. R. P. (2003). *Obtenção e caracterização de minced fish de sardinha e sua estabilidade durante a estocagem sob congelamento*. 78 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo. São Paulo (SP).
- Núñez, J.; Chu-Koo, F.; Berland, M. *et al.* (2011). Reproductive success and fry production of the pauche or pirarucu *Arapaima gigas* (Schinz), in the region of Iquitos, Perú. *Aquaculture Res.*, 42: 815-822.
- Oetterer de Andrade, M. (1995). *Produção de silagem a partir da biomassa de pescado: levantamento bibliográfico sobre os diferentes tipos de silagem que podem ser obtidos com pescado; silagem química, enzimática e microbiana*. Piracicaba, Depto. Ciênc. Tecnol. Agroind. da ESALQ/USP.
- Oliveira, C. E. (1944). Piscicultura amazônica. *A Voz do Mar*, 23: 104-106.
- Ono, E. A. & Kubitzka, F. (2003). *Cultivo de peixes em tanques-rede*. 3ªed. Jundiaí: Eduardo A. Ono.
- Pandian, T.J. & Sheela, S.G. (1995). Hormonal induction of sex reversal in fish. *Aquaculture* 138: 1-22.
- Pereira Filho M. & Roubach R. (2005). Pirarucu, *Arapaima gigas*. In *Espécies nativas para piscicultura no Brasil* (ed. by H. Rosa Nascimento), pp. 37-62. UFSM, Santa Maria.
- Phelps, R. P. & Okoko, M. (2010). A non-paradoxical dose response to 17 α -methyltestosterone by Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.): effects on the sex ratio, growth and gonadal development. *Aquaculture Research*, pp. 1-10.
- Queiroz, H.L. & Sardinha, A.D. (1999). A preservação e uso sustentado dos pirarucus (*Arapaima gigas*, Osteoglossidae) em Mamirauá. In: Queiroz, H.L. e Crampton, W.G.R. *Estratégias para manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá*. Sociedade Civil Mamirauá: MCT/CNPq. pp.108-145.
- Rebaza M., Rebaza C. & Deza S. (2010) Densidad de siembra para cultivos de Paiche en jaulas otantes. *Aquavision*, 6: 26-27.
- Repinaldo, F. P. & Tonini, J. F. (2007). Aproveitamento integral do pescado em comunidades pesqueiras de Jacaraípe, Serra, es: abordagens sobre educação para um desenvolvimento sustentável. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 2007, Caxambu-MG. *Anais...* Congresso de Ecologia do Brasil.
- Rustad, T. (2003). Utilization of marine by-products. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, Ourense, 2(4): 1-9.
- Rustad, T.; Storrø, I.; Slizyte, R. (2011). Possibilities for the utilizations of marine by-products. *International Journal of Food Science and Technology*, Oxford, 46(10), 2001-2014.
- Saavedra Rojas E.A., Quintero Pinto L.G., Lopez Hernandez N. & Pezzato L.E. (2005). *Nutrición y alimentación del pirarucú Arapaima gigas (Schinz,1882)*. In *Biología y cultivo del pirarucú Arapaima gigas Schinz,1822*. Pisces: Arapaimidae. Bases para un aprovechamiento sostenible - Aspectos Reproductivos (ed. by A.I. Sanabria, I.C. Beltran & P.V. Daza), Bogotá, Colombia: Incoder/UNC, pp. 41-58.
- Saint-Paul, U. (1986). Potential for aquaculture of South American freshwater fishes: A review. *Aquaculture*, 54(3): 205-240.

- Santos, G.M.; Santos, A.C.M. (2005). Sustentabilidade da pesca na Amazônia. *Estudos Avançados*, 19; n.54: 165-182. (Dossiê Amazônia brasileira II).
- Schindwein, M. M. (2002). *A cadeia produtiva da Tilápia no Estado do Ceará: Uma pesquisa de marketing com enfoque para o consumidor*. Dissertação (Mestrado em Economia Rural). Departamento de Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza (CE).
- Schmidt, L.; Bizzi, C.A.; Duarte F.A.; Muller, E.I.; Krupp, E.; Feldmann, J.; Flores, E.M.M. (2015). Evaluation of Hg species after culinary treatments of fish, *Food Control*, 47: 413-419.
- Schimittou, H. R. (1995). *Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume*. Campinas: Mogiana Alimentos e Associação Americana de Soja.
- Silva, J.W.B. (2009). *Tilápias: biologia e cultivo*. Fortaleza: UFC Editora.
- Silva, J.W.B. (2007). *Tilápias: Técnicas de Cultivo - O caso de uma comunidade carente*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora.
- Sivertsvik, M.; Rosnes, J.T.; Bergslien, H. (2002). Effect of modified atmosphere packaging (Chap.4). In: *Minimal processing in the food industry*. 1^a ed. Cambridge (England).
- Sklan, D.; Prag, T.; Lupatsch, I. (2004). Structure and function of the small intestine of the tilapia *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* (Teleostei, Cichlidae). *Aquaculture Research*, 35: 350-357.
- Soares, M.C.F.; Noronha, E.A.P. (2015). Pirarucu, *Arapaima gigas*: uma revisão bibliográfica visando a Aquicultura sustentável. In: Congresso brasileiro de produção de peixes nativos de água doce, 1., 2007, Dourados. Acesso em: 8 jun. 2007. Disponível em: <http://www.almanaquedocampo.com.br/>.
- Stevanato, F. B. (2006). *Aproveitamento de cabeças de tilápias de cativeiro na forma de farinha como alimento para merenda escolar*. 2006. Dissertação (Mestrado em Química), Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- Sussel, F. R. (2013). *Tilapicultura no Brasil e entraves na produção*. Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Pirassununga. São Paulo.
- Tachibana, L.; Castagnolli, N.; Pezzato, L. E.; Barros, M. M.; Valle, J. B.; Siqueira, M. R. (2004). Desempenho de diferentes linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, Maringá, 26(3): 305-311.
- Tacon, A.G.J. e Metian, M. (2013). Fish matters: importance of aquatic foods in human nutrition and global food supply. *Reviews in Fisheries Science*, 21(1): 22-38.
- Tavares-Dias, M.; Araújo, C.S.O.; Gomes, A.L.S.; Andrade, S.M.S. (2010). Relação peso comprimento e fator de condição relativo (Kn) do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) em cultivo semi-intensivo no estado do Amazonas, Brasil. *Revista Brasileira de Zootecias*, 12(1): 59-65.
- Teixeira, E.A.; Crepaldi, D.V.; Faria, P.M.C., et al. (2008). Composição corporal e exigências nutricionais de aminoácidos para alevinos de tilápia (*Oreochromis* sp.). *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 9: 239-246.
- Veríssimo, J. (1895). *A pesca na Amazônia*. Livraria Clássica Francisco Alves. Rio de Janeiro.
- Yarnpakdee S.; Benjakul S.; Penjamras P. & Kristinsson H.G. (2014). Chemical compositions and muddy flavour/odour of protein hydrolysate from Nile tilapia and broadhead catfish mince and protein isolate. *Food Chem.*, 1;142:210-6.
- Zimmermann, S. (1999). Incubação artificial: técnica permite a produção de tilápias-do-nilo geneticamente superiores. *Panorama da Aquicultura*, 9(54): 15-21.
- Zimmermann, S.; Fitzsimmons, K. (2004). Tilapicultura intensiva. In: José Eurico Posseibon Cyrino, Elisabeth Criscuolo Urbinati, Débora Machado Fracalosi, Newton Castagnolli (Editores), *Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva*, Cap. 9, São Paulo: TecArt, pp. 239-266.