

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

⁴Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, Universidade Federal de Sergipe - UFS

⁵Instituto Brasileiro dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama

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

*E-mail: adiogolustosa@gmail.com

RESUMO Este 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 encontra-se 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* incumbam 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 prostrátil 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-Tocantins (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 lânticas, 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 DE PROCESSAMENTO DO PESCADO, CARNE MECANICAMENTE SEPARADA CMS

IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL DO PESCADO

O pescado é um componente extremamente importante na dieta humana, como fonte de nutrientes (proteínas, lipídios e componentes bioativos) e dessa forma a indústria do pescado 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 pescado 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 pescado têm se esforçado para redigir algumas regras gerais, a partir de observações e experimentações com pescado 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 pescado 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 & Shlyzite, 2011).

O correto uso e destino dos resíduos de pescados 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 suprimindo 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 pescado 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 pescado - 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 detritos 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 DE 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).

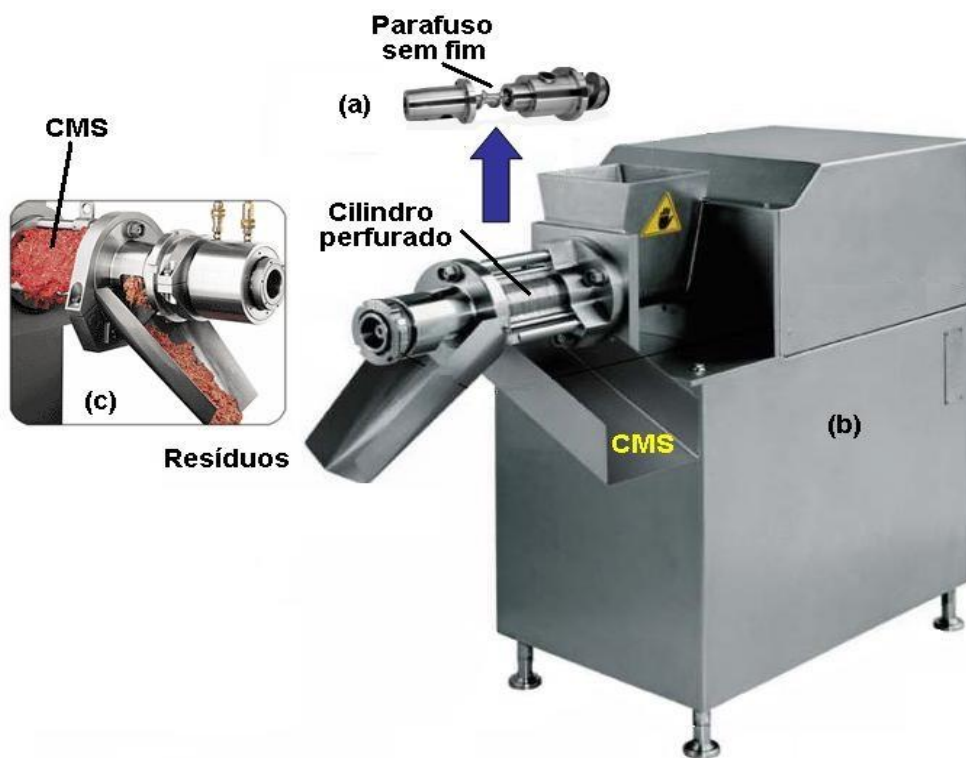


FIGURA 7. Separadora de ossos com rosca sem fim (Adaptado de Kotaki, 2005).

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*, 2641-4:140-147.
- 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, 130 p.
- 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](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.fnd e.gov.br/h o m e/>.
- 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). Riispoa: *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 Amazônia, 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). Producción 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*, v. 33, n.1, p. 15-23.
- Cuellar, G. A. (2000). *Cultivo de Tilapia en Estanques y Jaulas Flotantes*. Menorías del Curso, abril. Semarnap, Tampico, Tamaulipas. 35 p.
- 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.
- Dias-Oberstein, T. C. R. et al. (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*, v.5, n. 4, p. 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). Evidente 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.; Schoenthal, 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 cativeiro (*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 (*Actinopterygii, 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 Aquicultura*, 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.
- 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*. 2º Edição Revisada e Ampliada, 316p.
- Kuhn, C. R.; Soares, G. J. D. (2002) Proteases e inibidores no processamento de surimi. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 8, p. 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*. p. 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*, v. 1, n. 1, p. 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.; Kubitz, 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 e 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, v. 2, n. 4, p. 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, 1882*. Pisces: Arapaimidae. Bases para un aprovechamiento sostenible - Aspectos Reproductivos (ed. by A.I. Sanabria, I.C. Beltran & P.V. Daza), Bogotá, Colombia: Incofer/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).

- Schlundwein, 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*. 1ª 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, v. 26, n. 3, p. 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*, Juiz de Fora, 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*, v. 9, n. 54, p. 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.