

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO NUGGETS DE  
PEIXE VOADOR (*Hirundichthys affinis*) DURANTE  
ARMAZENAMENTO SOB CONGELAMENTO**

JULIANNA DOMINGOS CAMPOS DE SOUZA

NATAL/RN  
2017

JULIANNA DOMINGOS CAMPOS DE SOUZA

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO NUGGETS DE  
PEIXE VOADOR (*Hirundichthys affinis*) DURANTE  
ARMAZENAMENTO SOB CONGELAMENTO**

*Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Nutrição da  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
como requisito final para obtenção do grau de  
Nutricionista.*

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Karla Suzanne Florentino da Silva Chaves Damasceno  
Co-orientador: Prof. Dr. Rodrigo Antonio Ponce de Leon Ferreira de Carvalho

NATAL/RN  
2017

JULIANNA DOMINGOS CAMPOS DE SOUZA

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO NUGGETS DE  
PEIXE VOADOR (*Hirundichthys affinis*) DURANTE  
ARMAZENAMENTO SOB CONGELAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Nutrição da  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte como requisito final para obtenção do grau de  
Nutricionista.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Karla Suzanne F. da Silva Chaves Damasceno  
Orientadora

---

Prof. Msc. Rodrigo Albert Baracho Rüegg  
2º membro

---

Msc. Samária Silva de Araújo Garcia  
3º Membro

Natal, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem Ele nada sou.

A minha orientadora querida, Professora Karla, pela oportunidade de participar de uma pesquisa, por ter tido muita paciência comigo, dando todo o apoio que eu preciso. Poucos professores passam a linha de ser um provedor de conhecimento, mas de representar uma verdadeira mãe e amiga. Obrigada por todos os ensinamentos.

À técnica de laboratório de Análise de Alimentos, Jéssica, que me ajudou de maneira imensa a executar este trabalho, me ensinou todos os truques e sem ela não seria possível.

Às minhas antigas colegas de pesquisa, Hellen, Lídia, Nathália e Camila, pelo apoio nos momentos mais difíceis e parceria durante a pesquisa.

Ao meu amigo querido, Júlio César, que me ajudou inúmeras vezes a formatar este trabalho, com apresentações personalizadas ao longo da pesquisa, me ajudou quando precisei ficar até tarde da noite, ou vindo aos finais de semana, no laboratório realizando análises. Agradeço sempre o apoio.

Às minhas queridas amigas de IC, Samária, já mestre, Bruna e Amanda, com quem compartilhei um ano de pesquisa muito intenso e animador. Obrigada pelas conversas, lanches e momentos de descontração, deixando o trabalho menos árduo. Me ajudaram a chegar nesse momento. Meninas guerreiras.

A minha irmã, Rafaelly, a quem admiro muito como Mestra em sua área e como amiga querida, você é minha inspiração sempre de profissionalismo e ser humano.

E finalmente aos meus queridos pais, que fazem absolutamente tudo por mim, estão sempre na torcida e definitivamente não estaria aqui se não fossem por eles. São os pais que eu pedi a Deus, e mal sabia. Vocês alegram minha vida e são essenciais em cada passo que dou nesta jornada. Amo demais.

SOUZA, J. D. C. **Avaliação físico-química do nuggets de peixe voador durante armazenamento sob congelamento.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Curso de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

## RESUMO

Considerando que a demanda de produtos alimentícios será cada vez maior, a recuperação das proteínas de pescado de espécies de baixo valor comercial ou dos subprodutos de sua industrialização se faz necessário, representando uma alternativa de consumo de produtos diferenciados com elevado valor nutricional e preço acessível. Diante disso, o peixe voador (*Hirundichthys affinis*), apresenta qualidade tecnológica e nutricional para ser utilizado como matéria-prima para a produção de produtos à base de pescado. A exemplo disso podemos citar o *nuggets* elaborado a partir do surimi do peixe voador. Assim, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar físico-quimicamente o *nuggets* de peixe voador durante o armazenamento por 120 dias sob congelamento, a fim de determinar o tempo de vida de prateleira do produto. Foram produzidos *nuggets* de peixe voador com 40% de surimi e 2% de carboximetilcelulose. Durante o período de armazenamento, foram realizadas análises de umidade por gravimetria em estufa a 105°C até peso constante da amostra, acidez total titulável e pH com auxílio de pHmetro. De forma geral, os valores das análises dos *nuggets* mantiveram-se estabilizados durante o período de 120 dias de armazenamento, demonstrando variações não significativas nos valores de umidade, partir do dia 90, com 44,94% no dia 0 e 47,22% no dia 90, assim como pH com 7,87 no dia 0 e 8,25 no dia 90 e variações significativas a partir do dia 90 nos valores de acidez com 0,509 no dia 0 e 2,513 no dia 90. Conforme resultados obtidos, pode-se concluir que os *nuggets* apresentaram boa estabilidade físico química durante o período de armazenamento sob congelamento.

Palavras-chave: *Hirundichthys affinis*, *nuggets*, qualidade físico-química

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 OBJETIVOS.....	8
<b>2.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>8</b>
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
<b>3.1 Produção e consumo de peixe no Brasil e no Rio Grande do Norte.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2 Peixe voador.....</b>	<b>10</b>
<b>3.3 Qualidade Nutricional de Peixe.....</b>	<b>11</b>
<b>3.4 Produtos à base de pescado.....</b>	<b>12</b>
<b>3.5 Estabilidade Oxidativa em Peixes.....</b>	<b>15</b>
4 METODOLOGIA.....	18
<b>4.1 Material.....</b>	<b>18</b>
<b>4.2 Métodos.....</b>	<b>18</b>
4.2.1 Processamento e armazenamento dos <i>nuggets</i> .....	18
4.2.2. Delineamento do Experimento.....	21
4.2.3 Métodos físico-químicos.....	22
4.2.4. Análises estatísticas.....	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5 CONCLUSÕES.....	27
REFERÊNCIAS.....	28

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil os peixes são os alimentos mais consumidos do grupo de pescado, uma vez que o acesso a outros alimentos do grupo não é de tão fácil acesso. No entanto, apesar de o país possuir enorme costa marítima e inúmeros rios de grande porte, na maior parte das regiões, a oferta de peixes também é muito pequena e os preços são relativamente altos em relação às carnes vermelhas e de aves. Isso certamente ajudaria a explicar a baixa frequência do consumo de pescados nas diferentes regiões brasileiras (BRASIL, 2014).

Em frente ao cenário atual, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda o consumo per capita de 12 Kg de peixe por ano por habitante, existindo uma média global de consumo per capita de 18 Kg/ano. Assim, no território brasileiro o consumo per capita aumentou através de políticas e campanhas para incentivar o consumo e, de 2012 para 2013, o consumo no país cresceu quase 25% ultrapassando o mínimo estabelecido pela OMS, que é de 12 Kg/habitante/ano, entretanto, o consumo ainda é muito variado nas regiões brasileiras, sendo maior na região norte e menor nas regiões centrais (MPA, 2013).

O peixe voador, *Hirundichthys affinis*, teve uma produção de 1.118,9 toneladas em 2009, 1.055,6 toneladas em 2010 e 1.054,9 toneladas em 2011, em todo o Brasil. A carne desse peixe, utilizada usualmente como isca para a pesca de espécies maiores, como atum e dourado, tem qualidade para ser comercializada como filé e suas ovas são utilizadas para a produção de sucedâneo de caviar (ARAÚJO; CHELLAPA, 2002). O município de Caiçara do Norte se destaca no processo de captura desse peixe quando comparado com os demais municípios do Estado do Rio Grande do Norte (ARAÚJO; CHELLAPPA, 2002).

O Estado do Rio Grande do Norte desempenha um papel importante no cenário da atividade pesqueira no Brasil, uma vez que ocupa o décimo lugar em produção no país e quarto na região Nordeste, a qual é responsável pela maior parcela da produção nacional (MPA, 2013).

Considerando que a demanda de produtos alimentícios está aumentando, principalmente para aqueles com proteína de alto valor nutricional e que possua valor tecnológico agregado, a recuperação das proteínas de pescado, de espécies de baixo valor comercial ou dos subprodutos de sua industrialização, constitui-se numa alternativa promissora (SIMÕES, 1998). A elaboração de produtos industrializados derivados de pescados no Brasil é uma exigência permanente, pois estes representam para a população uma alternativa de consumo de produtos com elevado valor nutricional e preço acessível. Aliado a isto as populações terão acesso a produtos diferenciados (SILVA, 2006).

Uma alternativa de produto de alto valor nutricional seria alimentos empanados como o *nuggets*, elaborado a partir do surimi do peixe voador, um produto intermediário obtido da carne mecanicamente separada (CMS) do pescado de excelentes características sensoriais e nutricionais, oferecendo ao mercado um produto inovador e ao consumidor uma opção saudável para o consumo de pescado de forma prática e rápida, devido às características de fácil preparo e excelente qualidade nutricional. Os *nuggets* desenvolvidos a partir da CMS, e posteriormente o surimi do peixe voador, apresentaram-se como uma alternativa eficiente para o aproveitamento desta espécie (ARAÚJO et al., 2013).

Essa tecnologia de empanamento permite não só agregar valor, mas aumentar a vida de prateleira dos produtos, ao mesmo tempo que essa agregação de valor se dá pelo aumento no rendimento que o processo permite, pela melhora na aparência e por proporcionar diversificação de sabor. O aumento da “*shelf life*” no caso de carnes cruas submetidas ao processo de empanamento é obtido pelo retardamento de oxidação, conferindo à carne uma proteção contra a desidratação e à queima pelo frio durante o congelamento (DILL, 2009).

Apesar disso, um dos principais problemas na conservação de óleos e produtos derivados de peixe, durante o seu armazenamento e processamento, ainda é o desencadeamento de transformações químicas ocorridas nos lipídios existentes em sua formulação, decorrentes do processo oxidativo, que não só afetam suas propriedades organolépticas, dando origem a odores e sabores desagradáveis, como também culminam com a produção de compostos potencialmente tóxicos, tornando-os assim, inadequados para o consumo (SHANTHA; DECKER, 1994; BOBBIO; BOBBIO, 2001).

Considerando a importância do uso da espécie de peixe voador, que possui alta qualidade nutricional, baixo custo e abundância no estado, é pertinente a elaboração de produtos como o *nuggets*, visando a demanda atual por produtos práticos e, ao mesmo tempo, incentivar o consumo da carne de pescado. Diante disso, sabe-se que a oxidação lipídica é um fenômeno espontâneo e inevitável, com uma implicação direta no valor comercial, podendo resultar em alterações indesejáveis nas propriedades alimentares, sendo importante o estudo das mudanças físico químicas que ocorrem em produtos, como o *nuggets* do peixe voador.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Avaliar físico-quimicamente o *nuggets* de peixe voador (*Hirundichthys affinis*) armazenado sob congelamento.

### 2.2 Objetivos Específicos

Produzir *nuggets* de peixe voador e armazená-los por 120 dias sob congelamento.

Realizar o acompanhamento das alterações físico-químicas do produto durante o período de armazenamento.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Produção e consumo de peixe no Brasil e no Rio Grande do Norte

De acordo com o Boletim Estatístico do Ministério da Pesca e Aquicultura, 2011, a produção mundial de pescado (proveniente tanto da pesca extrativa quanto da aquicultura) atingiu aproximadamente 168 milhões de toneladas em 2010, representando um incremento de aproximadamente 3% em relação a 2009. Neste contexto, o Brasil contribuiu com apenas 0,75% (1.264.765 toneladas) da produção mundial de pescado em 2010, ocupando o 19º lugar no ranking de produção (MPA, 2013).

No Brasil, a produção passou de 146 mil toneladas para 199 mil toneladas de pescado, entre 2010 e 2011, existindo oportunidades de mercado promissoras não apenas pela substituição de importações como pelo aumento do consumo interno de pescado. De acordo com as previsões feitas pelo Departamento de Pesca e Aquicultura – DPA do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, caso sejam mantidas as taxas atuais de crescimento da aquicultura – superiores a 15% ao ano – é possível que o Brasil, em poucos anos, alcance uma produção superior a 300.000 t/ano (EMBRAPA, 2012).

Dentro dessa perspectiva, a região Nordeste continuou registrando a maior produção de pescado do país, com 454.216,9 toneladas, respondendo por 31,7% da produção nacional e, dentro disso, o Estado do Rio Grande do Norte produziu uma quantidade de 23.892,4 toneladas de pescado (MPA, 2013). O Estado do Rio Grande do Norte desempenha um importante papel no cenário da atividade pesqueira no Brasil, uma vez que ocupa o décimo lugar em produção no país e quarto na região Nordeste, a qual é responsável pela maior parcela da produção nacional (MPA, 2013).

Diante deste cenário, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda o consumo per capita de 12 Kg de peixe por ano por habitante, existindo uma média global de consumo per capita de 18 Kg/ano. Assim, no território brasileiro o consumo per capita aumentou de 4 Kg/ano para 9 Kg/ano nos últimos 10 anos, através de políticas e campanhas para incentivar o consumo e, de 2012 para 2013, o consumo no país cresceu quase 25% ultrapassando o mínimo estabelecido pela OMS, que é de 12 Kg/habitante/ano (BRASIL, 2014).

Geralmente, os peixes são os alimentos mais consumidos do grupo de pescados no Brasil, já que o acesso a outros alimentos do grupo não é generalizado. Entretanto, apesar de o País possuir enorme costa marítima e inúmeros rios de grande porte, na maior parte das regiões,

a oferta de peixes também é muito pequena e os preços são relativamente altos em relação às carnes vermelhas e de aves. Isso certamente ajuda a explicar a baixa frequência de consumo de pescados no país (BRASIL, 2014).

Assim, o consumo de pescado no Brasil é bastante variado e com grande potencial a ser desenvolvido: na região Norte, especificamente no Estado do Amazonas, o consumo per capita é de 54 Kg/ano, já no Rio de Janeiro é de 16 Kg/per capita/ano. Contudo, há uma tendência de aumento do consumo, principalmente, através de produtos beneficiados/industrializados, tais como filés e empanados (EMBRAPA, 2012).

### 3.2 Peixe voador

O peixe voador pertence a Ordem Beloniformes, Família Exocoetidae, Espécie *Hirundichthys affinis*. Possui uma coloração escura no dorso, pálido nos flancos e ventre e cinza nas regiões dorsal e caudal, apresentando um comprimento médio de 26,7cm e peso médio de 129,2g (CARVALHO et al., 2014).

Ele apresenta uma composição interessante, com um valor médio de 78,24% umidade, 1,01% de cinzas, 19,36% de proteínas, 0,90% de lipídeos e 0,64% de carboidratos, com valor calórico médio de 88,92 Kcal/100g (RÜEGG, 2013).

No Brasil, o peixe voador teve uma produção de 1.118,9 toneladas em 2009, 1.055,6 toneladas em 2010 e 1.054,9 toneladas em 2011 (MPA, 2013). Dentre as espécies marinhas cuja produção pesqueira média mais se destacaram durante o período de 1993 a 2010, no estado do Rio Grande do Norte, está o peixe-voador, *Hirundichthys affinis*, com um total de 41,9% de toda a produção. Os principais municípios produtores de *H. affinis* são Caiçara do Norte e Macau e, neste sentido, o Rio Grande do Norte representa a única área de pesca produtora de peixe voador em âmbito nacional (OLIVEIRA et al., 2013).

O município de Caiçara do Norte se destaca no processo de captura desse peixe quando comparado com os demais municípios do Estado do Rio Grande do Norte. Nesse município, a pesca artesanal representa a principal atividade econômica, baseada na captura de uma grande variedade de peixes e, entre as espécies mais frequentes pescadas, está o voador (ARAÚJO; CHELLAPPA, 2002).

O peixe voador é um dos principais recursos pesqueiros capturados ao longo de todo o ano, sendo capturado principalmente nos meses de abril a junho, durante sua migração das águas oceânicas para as águas costeiras para reprodução (OLIVEIRA et al., 2013).

A carne desses peixes, utilizada atualmente como isca para a pesca de espécies maiores, como atum e dourado, tem qualidade para ser comercializada como filé e suas ovas são utilizadas para a produção de sucedâneo de caviar (ARAÚJO; CHELLAPA, 2002).

### **3.3 Qualidade Nutricional de Peixe**

A carne do pescado, que é sua porção comestível mais importante, constitui-se principalmente de tecido muscular, tecido conectivo e gordura (ORDÓÑEZ, 2005). A composição química da carne de pescado tem grande importância no que se referem ao valor nutritivo, propriedades texturais, qualidade sensorial e capacidade de armazenamento. A composição química de uma espécie de pescado pode variar de acordo com o sexo, idade, época do ano, habitat, estado nutricional e maturação sexual, zona do corpo e tipo do músculo (claro ou escuro) amostrado. Os principais constituintes da composição química do pescado são: umidade (60-85%), proteína (16-22%), cinzas ou minerais (0,4-1,5%) e lipídeos (0,2-10%), sendo a umidade e os lipídeos os componentes que apresentam as maiores flutuações durante o ano (KIRSCHNIK, 2007; OLIVEIRA FILHO, 2009).

Essa composição é altamente variável de espécie para espécie, mas é comum a muitas espécies de peixes, o baixo conteúdo de gordura e a elevada quantidade de proteínas. A água pode representar uma média de 80% da porção comestível do pescado, sendo também, o constituinte que apresenta as maiores variações, podendo ser encontrada na forma livre ou ligada a proteínas e carboidratos, sendo esta denominada água de constituição (GONÇALVES, 2011).

A proteína de peixe, crustáceos e moluscos (excluídas plantas aquáticas e mamíferos marinhos) representa cerca de 20% das fontes alimentares de proteína animal consumidas no mundo (FAO, 2007). As proteínas musculares do peixe possuem uma composição balanceada em aminoácidos, particularmente aqueles limitantes em proteínas de origem vegetal (NEVES et al., 2004).

Como as carnes vermelhas e de aves, os peixes são ricos em proteína de alta qualidade e em muitas vitaminas e minerais, apresentando a mesma proporção de proteínas que as carnes bovinas, suínas e de aves, porém de qualidade superior por conter menor teor de tecido conjuntivo – constituído de proteínas de baixa qualidade – do que as outras carnes. Dentro do aspecto da qualidade proteica do peixe, os peixes contêm níveis de proteínas de 17,0% a 25,0%; a proteína de peixe é altamente digerível e rica em metionina e lisina, considerados aminoácidos

essenciais, não sendo sintetizados pelo organismo humano e cuja ingestão na dieta é fundamental (BRASIL, 2014; LIMA, 2014). Logo, os peixes são excelentes substitutos para as carnes vermelhas, pelo menor conteúdo de gorduras e, em particular, pela alta proporção de gorduras saudáveis (gorduras insaturadas), sendo seu consumo associado com a diminuição dos riscos de doenças cardiovasculares, câncer e artrite (MADRID, 1999; KIMURA, 2001).

Sendo assim, na nutrição humana, o pescado constitui fonte de proteínas de alto valor biológico, apresentando balanceamento de aminoácidos essenciais, comparável à proteína padrão da FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação), sendo rico em lisina, um aminoácido limitante em cereais como arroz, milho e farinha de trigo. A exemplo de carnes, leite e ovos, o músculo de pescado possui minerais como cálcio, fósforo, ferro e iodo, e ainda vitaminas A, D e do complexo B e é rico em lipídios, principalmente poli-insaturados como ômega 3 (MINOZZO, 2005).

Esse elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados encontrados em peixes se deve à característica poiquilotérmica, isto é, a temperatura corporal é ajustada em função da temperatura ambiental e ao fato deste animal se deslocar na água. Estes dois fatos causam a necessidade de membranas biológicas fluídas que se consegue com alto percentual de ácido graxo altamente poliinsaturado (HENDERSON, 1996).

Alguns estudos têm associado o consumo de peixe a redução de doenças cardiovasculares, pelo fato do peixe ser ótima fonte de nutrientes, em especial os ácidos graxos ômega 3, tornando este alimento um fator protetor para essas doenças (KRIS-ETHERTON et al., 2002; BRESLOW, 2006; BEMRAH et al., 2008). Diante disso, uma das estratégias recomendadas para melhorar a qualidade da dieta face as atuais epidemias mundiais de obesidade e doenças crônicas não transmissíveis é aumentar o consumo de peixes (NEIVA et al., 2011).

### **3.4 Produtos à base de pescado**

Em meio a realidade atual, a qualidade nutricional oferecida pelo pescado e o aumento do seu consumo por pessoas em busca de uma alimentação balanceada e saudável, a indústria de processamento de pescado instalada no Brasil vem passando por intenso processo de capitalização e adoção de inovações que vêm transformando seus produtos e ampliando seus mercados (GONÇALVES; PEREZ, 2007; INHAMUNS et al., 2008).

Segundo Penna (1999), o desenvolvimento de novos produtos é uma atividade de vital importância para a sobrevivência das indústrias. Para área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, o desenvolvimento de novos produtos constitui um desafio importante, tanto do ponto de vista científico como aplicado, devido a propor um melhor aproveitamento das tecnologias aplicadas, e adaptação de novas tecnologias e o uso de matérias-primas pouco exploradas ou desconhecidas.

Nos países latino-americanos o interesse em produzir alimentos que sejam fontes de proteínas de boa qualidade vem aumentando nos últimos anos, uma vez que os mesmos são vistos como uma provável solução para os problemas da má nutrição (OLIVEIRA, 1997).

Tendo isso em vista, o uso de tecnologias com a finalidade de desenvolvimento de produtos para a alimentação derivada do peixe aumenta a capacidade da indústria da pesca responder não só à demanda por produtos diferenciados, mas também à tendência da busca por alimentos saudáveis e com alto valor nutritivo, suprimindo as necessidades nutricionais, por um preço acessível (FELTES et al., 2010).

Para visar o aumento do consumo de peixe, e produção de seus subprodutos, são necessárias estratégias para superar algumas limitações de comercialização e aceitação do peixe, o que inclui a cadeia fria de distribuição e a presença de espinhas. Um elemento essencial para aumentar esse consumo é oferecer produtos de peixe processados e manufaturados preservando o alto valor nutricional do pescado ao mesmo tempo que atende as expectativas do consumidor (NEIVA et al., 2011).

Considerando que a demanda de produtos alimentícios será cada vez maior, principalmente para aqueles com proteína de alto valor nutricional e valor tecnológico agregado, a recuperação das proteínas de pescado, de espécies de baixo valor comercial ou dos subprodutos de sua industrialização, constitui-se numa alternativa promissora (SIMÕES, 1998). Em função dessas demandas por esses produtos com maior conveniência de preparo, muitas indústrias têm mostrado interesse em desenvolver novos produtos à base de peixe, que além de agregar valor, possibilitam o aumento do consumo deste alimento nobre e saudável, sendo um deles o empanado, com aceitação crescente por parte dos consumidores (VEIT et al., 2011).

A elaboração desses tipos de produtos industrializados derivados de pescado no Brasil é uma exigência permanente, pois estes representam para a população uma alternativa de consumo de produtos com elevado valor nutricional e preço acessível. Aliado a isto, as populações terão acesso a produtos diferenciados (SILVA, 2006).

Diversas tecnologias disponíveis no mercado são utilizadas para o processamento de resíduos comestíveis de pescado e podem ser aplicadas para a elaboração de produtos a partir de espécies da fauna acompanhante. Dentre elas está a produção de Carne Mecanicamente Separada (CMS), Carne Triturada de Pescado (CTP), Surimi e Concentrado Proteico de Pescado (CPP) como produtos intermediários para o desenvolvimento de produtos finais de alto valor agregado, tais como os formatados e os embutidos de pescado (NETO; GONÇALVES, 2011).

O termo japonês surimi significa músculo de pescado picado (triturado) e é utilizado para a produção do *nuggets*, sendo o músculo de pescado moído, desossado (mecanicamente separado) e lavado diversas vezes com água fria (5-10°C) para a remoção de todas as proteínas e substâncias hidrossolúveis, sendo basicamente constituído por um extrato de proteínas miofibrilares do pescado (NETO; GONÇALVES, 2011). Esse processo tecnológico envolve a eliminação de espinhas, tecido conjuntivo e tudo o que pode ser considerado não funcional, seguido pela mistura de crioprotetores para evitar a deterioração durante o período de armazenamento sob congelamento, para a obtenção de uma massa de actomiosina com conteúdo aquoso similar ao original do músculo de pescado, tratando-se de um extrato de proteínas miofibrilares do pescado que, por isso, tem elevada capacidade geleificante e emulsificante (LEE, 1984; ORDÓÑEZ, 2005).

Ou seja, passa por um procedimento de lavagem da CMS do pescado, tendo por finalidade remover sangue, pigmentos, proteínas sarcoplasmáticas, componentes solúveis, lipídios e outras impurezas que podem catalisar a degradação proteica e a oxidação lipídica do produto, fornecendo assim, maior tempo de armazenamento do produto final (TENUTA-FILHO; JESUS, 2003).

O surimi é preparado a partir de espécies de pescado pouco valorizadas e de difícil comercialização, como é o caso do peixe voador; porém, o surimi do voador pode ser elaborado a fim de melhorar o aproveitamento das capturas sazonais, e conseqüentemente diversificar o emprego do pescado fresco (NEIVA, 2011). O surimi não é um produto final, mas sim uma matéria prima, que por suas propriedades funcionais, é válida para criar e imitar texturas, e que pode servir de base para a elaboração de uma ampla gama de produtos, como o *nuggets* (BORDERÍAS; TEJADA, 1987).

O *nuggets* é um alimento empanado, que é o produto cárneo industrializado, obtido a partir de carnes de diferentes espécies de animais de açougue, acrescido de ingredientes,

moldado ou não, e revestido de cobertura apropriada que o caracterize, tratando-se de um produto cru, semi-cozido, cozido, semi-frito, frito, ou outros (BRASIL, 2001).

A tecnologia de empanamento permite agregar valor e aumentar o “*shelf life*” dos produtos. A agregação de valor se dá pelo aumento no rendimento que o processo permite, pela melhoria de aparência e por proporcionar diversificação de sabor. O aumento do prazo de validade no caso de carnes cruas submetidas ao processo de empanamento é obtido principalmente pelo retardamento de oxidação e consequência aparecimento de rancidez, e também confere a carne uma proteção contra a desidratação e à queima pelo frio durante o congelamento (DILL, 2009).

O *nuggets* elaborado a partir do surimi do peixe voador oferece ao mercado um produto inovador e ao consumidor uma opção saudável para o consumo de pescado de forma prática e rápida, devido às características de fácil preparo e excelente qualidade nutricional, sendo o *nuggets* do peixe voador uma alternativa eficiente para o aproveitamento desta espécie (ARAÚJO et al., 2013).

Diante dos fatos expostos, para elaborar subprodutos a base de pescado é exigido um controle de qualidade rigoroso quanto à sanidade do pescado e à utilização de sistemas que são obrigatórios, como as Boas Práticas de Fabricação (BPF), independente do processamento do pescado ser realizado em uma indústria ou de forma artesanal (NETO; GONÇALVES, 2011).

### **3.5 Estabilidade Oxidativa em Peixes**

Um dos principais problemas na conservação de óleos e produtos derivados de peixe, durante o seu armazenamento e processamento, é o desencadeamento de transformações químicas ocorridas nos lipídios existentes em sua formulação, decorrentes do processo oxidativo, que não só afetam suas propriedades organolépticas, dando origem a odores e sabores desagradáveis, como também culminam com a produção de compostos potencialmente tóxicos, tornando-os assim, inadequados para o consumo (SHANTHA; DECKER, 1994; BOBBIO; BOBBIO, 2001).

Tendo em vista a adequação do produto para o consumo, a peroxidação lipídica tem sido intensamente estudada pela sua grande importância na decomposição de lipídios e matéria graxa, gerando produtos tóxicos ao organismo, que se presentes na dieta, são capazes de causar alterações celulares associadas a diversas doenças como o câncer, arteriosclerose e artrite (HALLIWELL; CHIRICO, 1993; LIMA; ABDALA, 2001).

Os lipídios desempenham um importante papel no que respeita à qualidade de certos produtos alimentares, particularmente em relação às propriedades organolépticas que os tornam desejáveis (*flavor*, cor, textura). Por outro lado, conferem valor nutritivo aos alimentos, constituindo uma fonte de energia metabólica, de ácidos graxos essenciais (ácidos linoléico, linolênico e araquidónico) e de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) (ST. ANGELO, 1996).

A oxidação lipídica é a principal causa da deterioração da qualidade dos alimentos musculares. É um processo complexo no qual os ácidos graxos insaturados reagem com o oxigênio molecular, para gerar um mecanismo de cadeia de radical livre, criando ácidos graxos hidroperóxidos, que são os produtos primários da oxidação e iniciam a cadeia oxidativa (GRAY, 1978). A oxidação lipídica é um fenômeno espontâneo e inevitável, com uma implicação direta no valor comercial, quer dos corpos graxos, quer de todos os produtos que a partir deles são formulados (SILVA et al., 1999).

Além disso, os compostos resultantes da oxidação lipídica podem modificar proteínas, induzindo a reticulação e resultando em alterações indesejáveis nas propriedades alimentares, incluindo desnaturação de proteínas, a perda de solubilidade da proteína, alterações na textura e propriedades funcionais de proteínas e destruição de nutrientes (VERMA et al., 1995).

Apesar dos benefícios da PUFAs (ácido graxo poliinsaturado), eles são altamente susceptíveis à oxidação devido às suas ligações duplas. A oxidação de lipídios conduz à descoloração, odor desagradável e sabor rançoso (FRANKEL, 2005). Além disso, a oxidação lipídica pode acelerar a oxidação de proteínas, o que resulta em alterações na textura e alterações tecnológicas no produto (XIONG, 2000).

A atividade de água presente nos alimentos diz respeito à disponibilidade de água para os microrganismos. Tendo em vista a produção de produtos viáveis para consumo, o processo de umidade pela redução da atividade de água se faz por meio da combinação da desidratação parcial do alimentos, com adição de solutos, como sal e açúcar, tornando a água não disponível para atividade microbiana (OETTERER et al., 2006).

O pH, que é definido como logaritmo negativo da concentração molar de íons hidrogênio é a medida que expressa a acidez ou alcalinidade de uma solução e, além de ser influenciado pela quantidade de íons  $H^+$  e  $OH^-$ , ainda é afetado fortemente por sais, ácidos e bases que ocorram no meio (HEDEN et al., 2001.).

A determinação de acidez pode fornecer um dado valioso na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio. Os

métodos de determinação da acidez podem ser os que avaliam a acidez titulável ou fornecem a concentração de íons de hidrogênio livres, por meio do pH. Os métodos que avaliam a acidez titulável resumem-se em titular com soluções de álcali padrão a acidez do produto ou de soluções aquosas ou alcoólicas do produto e, em certos casos, os ácidos graxos obtidos dos lipídios. Pode ser expressa em mL de solução molar por cento ou em gramas do componente ácido principal. (BRASIL, 2005).

Machado (1984) cita que a redução da temperatura é um dos fatores mais importantes na conservação do pescado, já que a velocidade de proliferação das bactérias e das reações químicas são favorecidas pela elevação da temperatura. Porém, a estocagem sob congelamento não interrompe completamente todas as possíveis alterações na qualidade do pescado, mas diminui sua velocidade e, por isso, é importante acompanhar as mudanças físico-químicas desses produtos afim de determinar a vida de prateleira.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Material

Para a produção do *nuggets* foi utilizado surimi de peixe-voador (*Hirundichthys affinis*). Os peixes foram provenientes do município de Caiçara do Norte do estado do Rio Grande do Norte (Figura 1) e o processamento do mesmo para a obtenção do surimi foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Pescado da Escola Agrícola de Jundiá da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).



Figura 1. Local de coleta de peixe voador pelos pescadores em Caiçara do Norte.

Os *nuggets* foram produzidos e subdivididos referentes a quantidade de dias de armazenamento. As amostras foram armazenadas em congelador a  $-18^{\circ}\text{C}$  e analisadas nos dias 0, 30, 90 e 120 dias de armazenamento. A produção dos *nuggets* foi realizada no Laboratório de Técnica Dietética do Departamento de Nutrição da UFRN.

### 4.2 Métodos

#### 4.2.1 Processamento e armazenamento dos *nuggets*

Foram produzidos *nuggets* de peixe voador de acordo com a formulação proposta por Araújo, 2013, com 40% de surimi. Para iniciar a elaboração dos *nuggets*, o surimi foi misturado aos ingredientes da formulação (proteína texturizada de soja (4%), amido (5%), sal (1,5%), cebola crua picada (7,5%), alho em pasta (1,5%), cebola, alho e salsa desidratados (1,2%), glutamato monossódico (0,2%), pimenta branca em pó (0,1%), água gelada (4%), óleo de soja

(1%), farinha de trigo (24%)) e homogeneizados durante um período de aproximadamente 10 minutos.

Em seguida, a massa foi moldada em uma fôrma de alumínio formando um bloco com 1,0 cm de espessura para o corte das porções de *nuggets*, pesando aproximadamente de 17g com o auxílio em fôrmas em aço inoxidável.

Para a etapa do *pré-dusting* (pré-enfarinhamento) foi utilizada farinha de trigo com ácido fólico. O *batter* (ligante) utilizado para a segunda etapa foi composto por farinha de trigo (85%), amido de milho (5,8%), sal (5,0%), tempero pronto para carne branca (1,1%), tripolifosfato de sódio (1,5%), bicarbonato de sódio (1,6%) e adição de carboximetilcelulose, conforme Araújo (2013). Para o *breeding* (farinha de cobertura) dos *nuggets* elaborados a base de peixe-voador, foi utilizado os flocos de milho (Figura 2).

Para finalizar a elaboração dos *nuggets* houve a pré-fritura imergindo os *nuggets* em óleo quente a 150°C, por 30 segundos. Após a pré-fritura, os *nuggets* foram acondicionados em embalagens de poliestireno expandido cobertos com filme plástico e, depois, foram congelados a -18°C em freezer por 120 dias. Foram produzidos um total de 1200g para as análises, subdivididos em pacotes com 200g de *nuggets* cada. Os *nuggets* no tempo zero (no dia do processamento) foram considerados como controle.

Na Figura 3 está representado o esquema de como os *nuggets* foram produzidos.

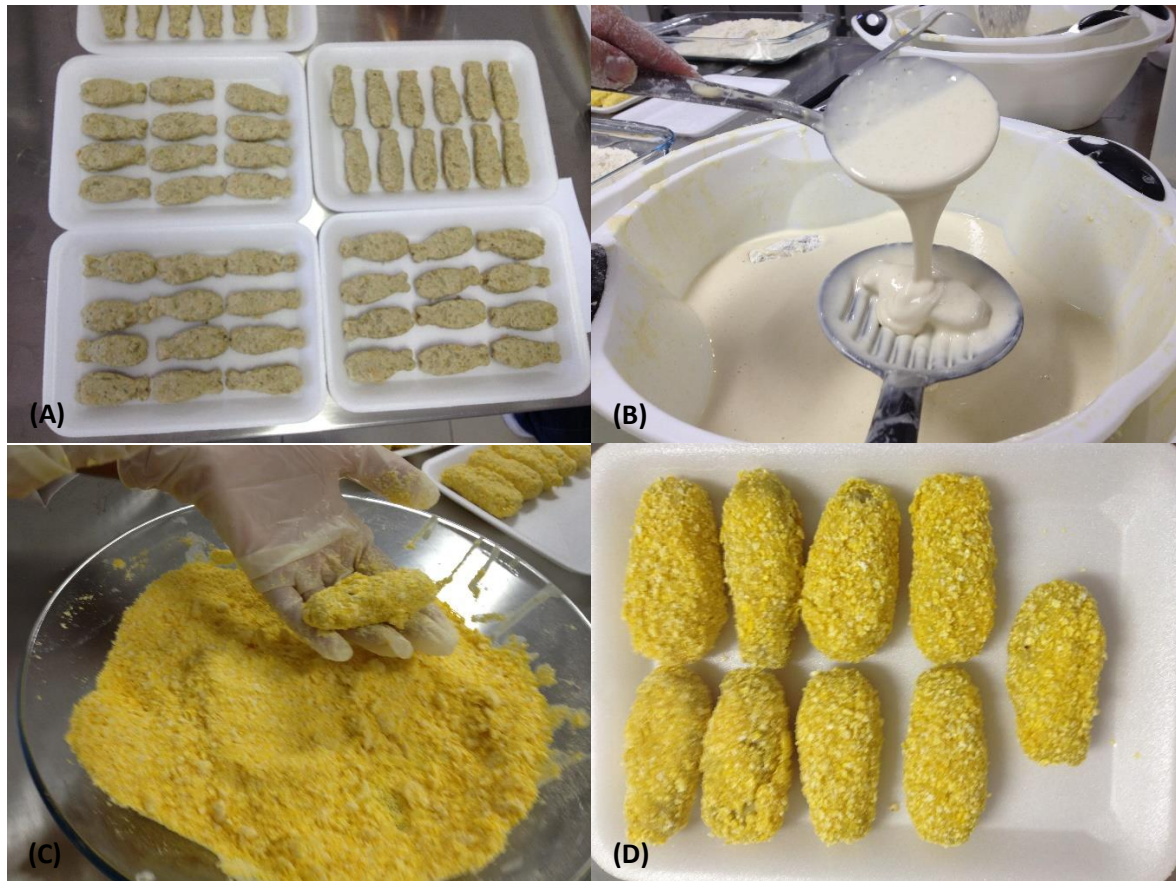


Figura 2. (A) Surimi de peixe voador homogeneizado com ingredientes e moldado em *nuggets*; (B) Massa moldada passando pelo *batter* (ligante); (C) Fase de *breadcrumbing*, com a farinha de cobertura; (D) *Nuggets* pronto para a pré-fritura.

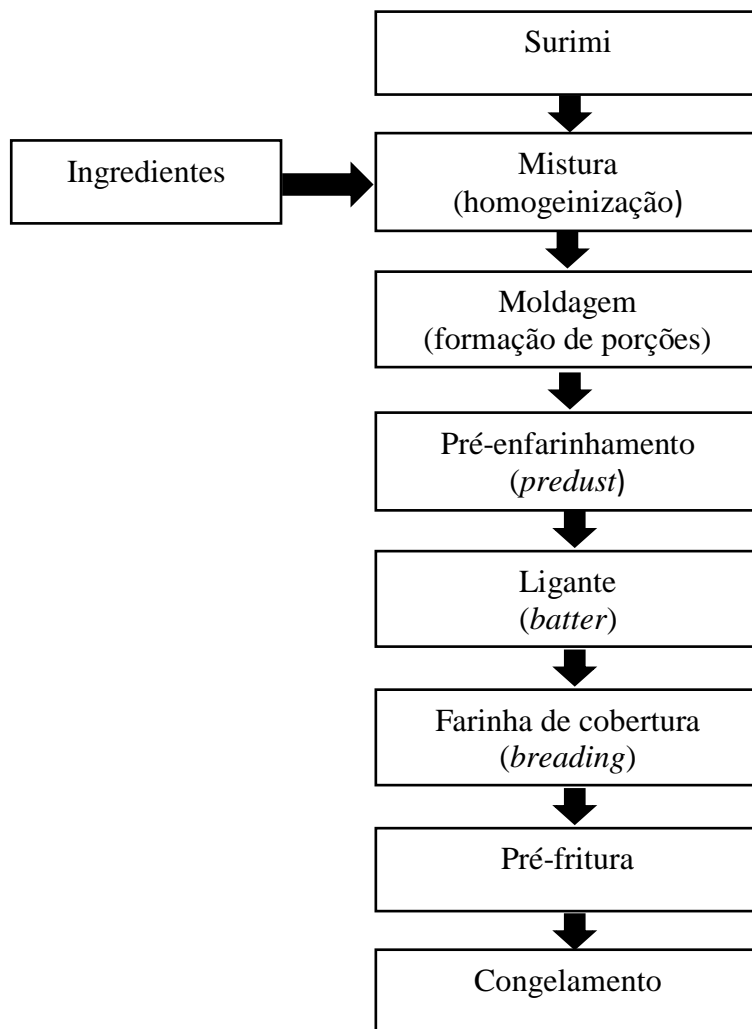


Figura 3. Esquema da produção do *nuggets* de peixe voador.

#### 4.2.2. Delineamento do Experimento

As análises físico-químicas foram realizadas no tempo zero, em 30 dias, em 90 dias e em 120 dias, no fim do período de armazenamento. Todas em triplicata. A amostra analisada em cada dia foi descongelada em geladeira de um dia para o outro, triturada, homogeneizada e pesada para cada análise.

### 4.2.3 Métodos físico-químicos

Foram realizadas as seguintes análises físico-químicas, conforme o Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005): umidade, acidez total titulável e pH.

#### 4.2.3.1 Determinação de Umidade

A umidade corresponde à perda em peso sofrida pelo produto quando aquecido em condições nas quais a água é removida. Entretanto, no processo não é somente a água a ser removida, mas outras substâncias que se volatilizam nestas condições. O resíduo obtido no aquecimento direto é chamado de resíduo seco. A determinação de umidade foi realizada conforme método de secagem direta em estufa a 105°C na qual pesou-se 5 g da amostra em cápsula de porcelana, previamente tarada. Posteriormente foi submetido ao aquecimento durante 2 horas e resfriado em dessecador até a temperatura ambiente, repetindo-se a operação de aquecimento e resfriamento até que observou-se peso constante. O percentual de umidade foi obtido mediante cálculo na seguinte equação:

$$\text{UMIDADE \%} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Onde:

$P_i$  = peso em gramas da amostra antes de seca;

$P_f^*$  = peso em gramas da amostra depois de seca

\* $P_f$  = (peso da cápsula + amostra depois de seca) – (peso da cápsula).

#### 4.2.3.2 Determinação de Acidez

A acidez total titulável foi determinada pesando 3g da amostra em erlenmeyer, adicionando 50 mL de éter-álcool e 2 a 4 gotas de solução de fenolftaleína a 1%. Em seguida, foi realizada a titulação de hidróxido de sódio, até coloração rosa. Então foi realizado o seguinte cálculo:

$$V \times f \times 100 / P_x c = \text{acidez em solução molar por cento v/m}$$

Onde:

V = n° de mL da solução de hidróxido de sódio 0,1M gasto na titulação;

f = fator da solução de hidróxido de sódio 0,1M;

P = n° de gramas da amostra usada na titulação;

c = correção para solução de NaOH 1M, 10 para solução NaOH 0,1M;

#### **4.2.3.3 Determinação de pH**

O pH foi determinado através de solução de 3g de amostra misturada a 30 mL de água destilada e medido diretamente com auxílio de pHmetro.

#### **4.2.4. Análises estatísticas**

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo realizado o teste de *Tukey* ao nível de 5% de significância para comparação entre as médias obtidas e realizadas análises pelo programa de estatística Action.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade está relacionada à estabilidade, qualidade e composição, podendo afetar a estocagem, embalagem e processamento do produto (IZIDORO et al., 2008). De acordo com os resultados obtidos durante as análises no período de 120 dias, observou-se que não houve um aumento significativo ( $p>0,05$ ) nos resultados da umidade (Figura 4), variando de forma geral entre 44,94% e 48,16%. Os valores obtidos estão próximos ao encontrado no estudo de Lukman et al (2009), que avaliaram cinco marcas de *nuggets* e obtiveram valores entre 40% e 54%.

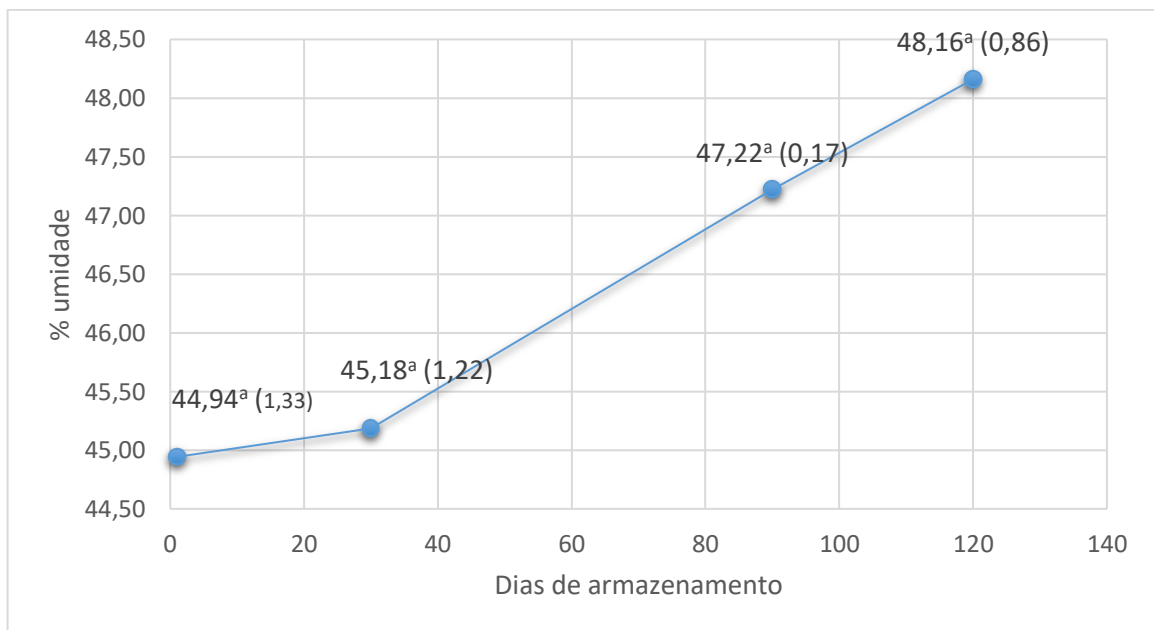


Figura 4. Percentual de umidade nos períodos de armazenamento de *nuggets* de peixe voador com desvio padrão.

Entre a composição centesimal do pescado, a umidade é o componente que mais varia, apresentando valores de 53 a 80%, e, segundo Ordóñez et al (2005), apresenta uma correlação inversa com o conteúdo de lipídeos. Dentro da literatura, alguns estudos mostraram os teores de umidade de diferentes formulações, que foram superiores aos resultados deste estudo, como 55,57% na formulação de *nuggets* de carpa prateada (PEREIRA et al., 2003); 59,8% e 59,7% no *nuggets* de camarão e *nuggets* de carne, respectivamente (SOUZA et al., 2010); 56,08% para *nuggets* de peixe da espécie mandi-pintado (VEIT et al., 2011); entre 51,57% e 58,03% para *nuggets* de frango (NAZARIO; FONTANA, 2014), 58,20% e 59,35% numa formulação de

*nuggets* de surubim (SILVA et al., 2015); 54,66% e 57,02% no *nuggets* de sororoca (EVANGELISTA-BARRETO et al, 2016).

Já nos resultados obtidos neste estudo, os maiores valores não ultrapassam 50% de umidade, o que, segundo Dill et al (2009), esse menor teor de umidade melhora a textura do produto, haja vista que segundo o mesmo autor, a alta umidade provoca perda na crocância do produto. Ainda, segundo Kirschnik (2007), as diminuições nos teores de umidade podem, também, ser justificadas pela adição de ingredientes secos durante confecção dos *nuggets*. Para empanados, a Instrução Normativa nº6 de 15 fevereiro de 2001, não estabelece valores máximos e mínimos para umidade (BRASIL, 2001); no entanto o teor de umidade ao redor de 44-48% do *nuggets* de peixe voador é satisfatório quanto a sua vida útil, uma vez que empanados com teor de umidade de 63,4% são caracterizados como produtos com atividade de água intermediária, o que retarda o seu processo de deterioração (BONACINA; QUEIROZ, 2007).

Os valores obtidos para acidez (Figura 5) refletem estabilidade até os 30 dias de armazenamento, observando-se um aumento significativo aos 90 dias de armazenamento, de 0,506 NaOH 0,1M para 2,513 NaOH 0,1M, que é mantido até o fim do período de análise. O aumento da acidez pode indicar o desenvolvimento de reações hidrolíticas, com a produção de ácidos graxos livres, sendo sua determinação crucial na avaliação do estado de deterioração dos alimentos que contêm lipídios em sua composição, avaliando seu status de rancidez (VEIT et al., 2011).

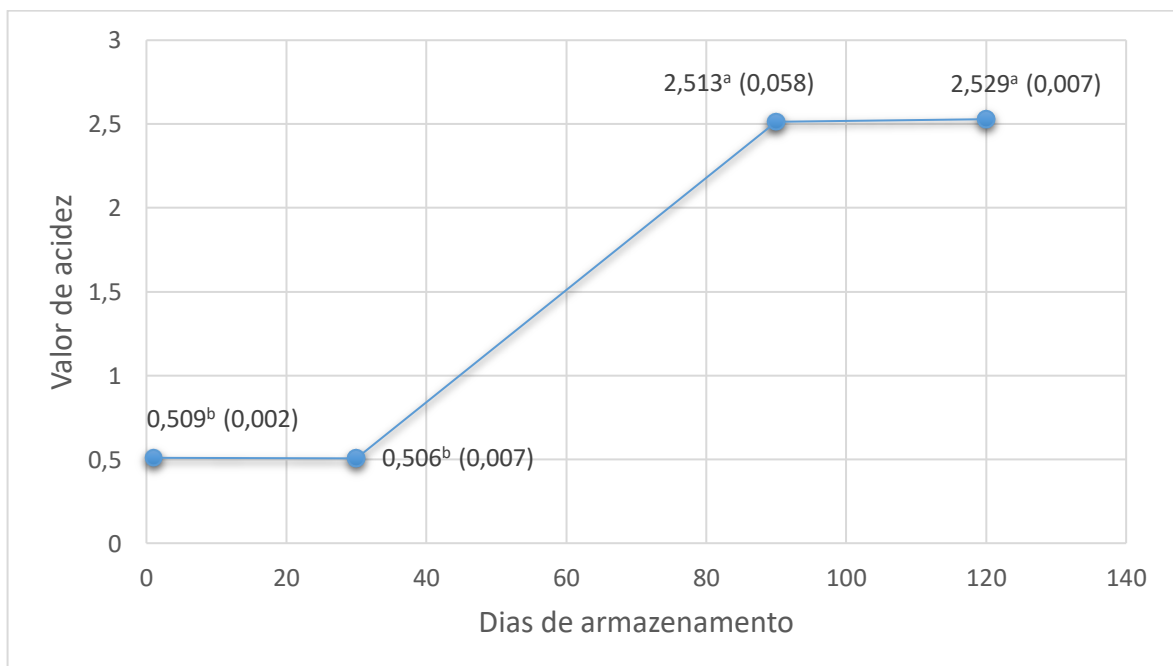


Figura 5. Valores de acidez nos períodos de armazenamento de *nuggets* de peixe voador com desvio padrão.

O pH (Figura 6) apresentou uma média constante, com valores entre 7,87 e 8,27, havendo um pequeno aumento, mas não significativo, permanecendo estável durante os 120 dias. Segundo OGAWA e MAIA (1999), grande parte dos alimentos frescos é ligeiramente ácida (pH 5,0 a 6,5), como carne, pescados e certos produtos vegetais.

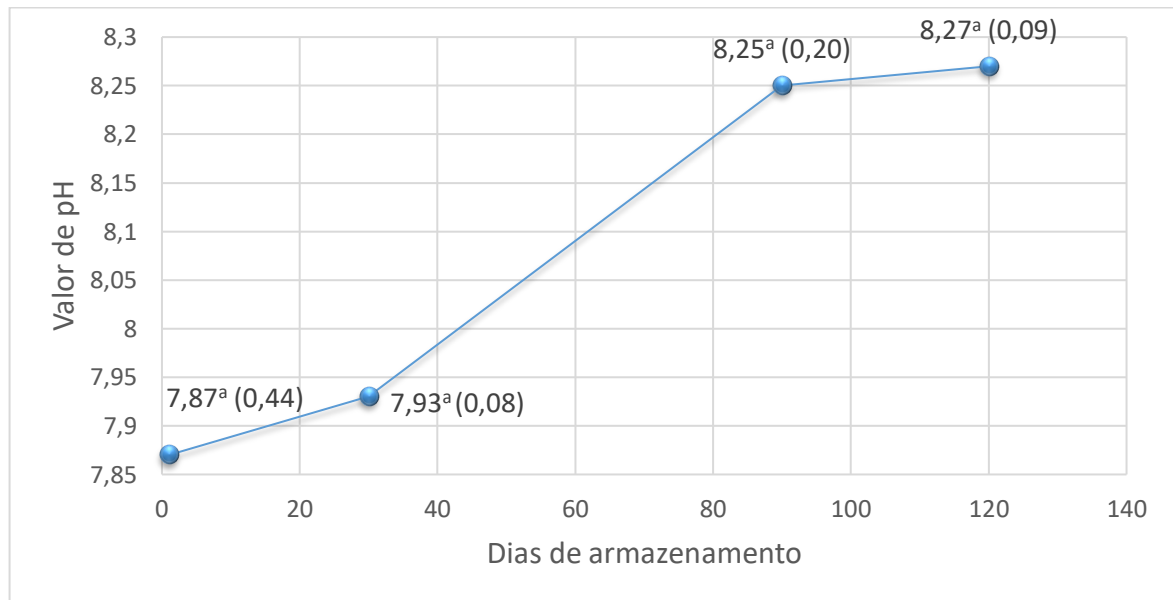


Figura 6. Valores de pH nos períodos de armazenamento de *nuggets* de peixe voador com desvio padrão.

Segundo a RIISPOA (2017), o pH em carne de peixe deve ser inferior a 7,00, considerando o peixe fresco, resfriado ou congelado, entretanto, como se trata de um subproduto do pescado, com adição de outros ingredientes, pode haver alterações no pH, como no caso do *nuggets*, que demonstrou pH ligeiramente neutro, na faixa do pH 7 e levemente básica, quando subiu para faixa de pH 8.

## 5 CONCLUSÕES

De forma geral, os *nuggets* não apresentaram alterações significativas para umidade e pH durante o período de armazenamento. Apenas a acidez apresentou uma alteração significativa aos 90 dias, porém permanecendo dentro dos parâmetros aceitáveis para consumo, durante o período de armazenamento estudado.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, S. S.; RÜEGG, R.A.B.; CARVALHO, R.A.P.L.F.de.; DAMASCENO, K. S. F. S. C. **Desenvolvimento de uma formulação de nuggets utilizando o surimi de peixe voador (*Hirundichthys affinis*) e avaliação do seu rendimento.** In: 10º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos. Campinas: Anais, 10º SLACA CD-ROM. p.1537. 2013

ARAÚJO, A. S.; CHELLAPA, S. **Estratégia reprodutiva do peixe voador, *Hirundichthys affinis* Gunther (Osteichthyes, Exocoetidae).** Revta bras. Zool. 19 (3): 691-703, 2002

BEMRAH, N.; SIROT, V.; LEBLANC, J.; VOLATIER, J. Fish and seafood consumption and ômega 3 intake in French coastal populations: CALIPSO survey. **Public Health Nutrition.** United Kingdom, p.1-10, apr. 2008.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do Processamento de Alimentos.** 3 ed. São Paulo: **Editora Varela.** 144p. 2001.

BORDERÍAS, A.J.; TEJADA, M. El surimi. **Rev Agroquim. Tecnol. Aliment.** V. 27. p. 1-14, 1987.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Semana do peixe populariza consumo de pescado no país.** 2014.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 6, do Ministério da Agricultura, pecuária e do Abastecimento, de 15 de fevereiro de 2001.** Dispõe sobre a aprovação dos regulamentos técnicos de identidade e qualidade de paleta cozida, produto cárneo salgado, empanados, presunto tipo serrano, e prato elaborado pronto ou semi-pronto contendo produtos de origem animal. 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **RIISPOA - Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal.** 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos.** Edição IV. Instituto Adolfo Lutz. Brasília: Ministério da Saúde, p.98-99, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira / Ministério da Saúde, Secretaria de**

Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – 2. ed. – Brasília : Ministério da Saúde. 2014.

BONACINA M.S., QUEIROZ, M.I. Elaboração de empanado a partir da corvine (Micropogonias furnieri). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, 27(3):544-52. 2007.

BRESLOW, J. L. n-3 Fatty acids and cardiovascular disease. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Maryland, v. 83, suplemento, p.1477-1482, 2006.

CARVALHO, Marcelo Moreira; MORAIS, Ana Lígia Souza; GURGEL, Thiago Augusto Bezerra; OLIVEIRA, Mônica Rocha; CHELLAPPA, Sathyabama. Frequência de ocorrência e características morfológicas externos de peixes marinhos de Caiçara do Norte, Rio Grande do Norte, Brasil. **Biota Amazônia**. Vol. 4. No 2. 2014.

DILL, D. D.; SILVA, A. P.; LUVIELMO, M. M. Processamento de empanados: sistemas de cobertura. **Estudos Tecnológicos**, São Leopoldo, v. 5, n. 1, p. 33-49, 2009

EMBRAPA – MEIO AMBIENTE. A aquicultura e a atividade pesqueira. 2012. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=aquic:::27>>. Acesso em 03 de março de 2015.

EVANGELISTA-BARRETO, N. S.; CRUZ, T. S.; CUNHA, J. S.; SANTOS, M. S.; SILVA, A. S.; AZEVEDO NETO, A. D. Elaboração de nuggets de sororoca (*Scomberomorus brasiliensis*) sem glúten e saborizados com manjerição e alecrim. **Rev. Bras. Eng. Pesca** 9(2): 107-119, 2016.

FAO – Food and Agricultural Organization of the United Nations. **The state of world fisheries and aquaculture 2006 (SOFIA)**. Rome: FAO, 180p. 2007.

FELTES, Maria M. C. et al. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Rev. bras. eng. agríc. Ambient**, Campina Grande, v. 14, n. 6, 2010.

GONÇALVES, A.A. Aspectos Gerais do Pescado. In: Gonçalves, A.A. **Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação**. São Paulo: Atheneu, cap.01, p.02-09, 2011.

GONÇALVES, J. S.; PEREZ, L. H. Comercio externo do pescado industrializado, Brasil, 1996 – 2006. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 19-27, 2007.

GRAY, J.I. Measurement of lipid oxidation: a review. **Journal of the American Chemical Society**, v.55, n.6, p.539-546, 1978.

HALLIWELL, B.; CHIRICO, S. Lipid peroxidation: its mechanism, measurement and significance. **Am. J. Clin.Nut.** v. 57, n. 5, p. 715S-725S, 1993.

HANDERSON, J. Fatty acid metabolism in freshwater fish with particular reference to polyunsaturated fatty acids. **Arch Animal Nutr.** V49: p5-22. 1996.

HEDEN, L. M. M.; VARGAS, L., RIBEIRO, P. R., ZIMMERMANN, S. Fundamentos da moderna Aquicultura. **Canoas: Ed. ULBRA.** 2001.

INHAMUNS et al. EPA and DHA quantification in two species of freshwater fish from Central Amazonia. **Food Chemistry**, v. 107, n.2, p.587-591, 2008.

IZIDORO, D.R., SCHEER, A.P., NEGRE, M.F.O., HAMINIUK, I. & SIERAKOWSKI, M.R. Avaliação físico-química, colorimétrica e aceitação sensorial de emulsão estabilizada com polpa de banana verde. **Rev. Inst. Adolfo Lutz** 67(3):167-176, 2008.

KIMURA, Y. et al. Effects of carp and tuna oils on 5-fl uorouracil-induced antitumor activity and side effects in sarcoma 180-bearing mice. **Lipids**, v. 36, p. 353-359, 2001.

KIRSCHNIK, P. G. Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). 2007. 102 f. **Tese (Doutorado em Aquicultura)** - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura da UNESP, Câmpus Jaboticabal, 2007.

KRIS-ETHERTON, P. M.; HARIS, W. S.; APPEL, L. J. Fish consumption, fish oil, ômega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. **Circulation – Jornal of the American Heart Association**, Dallas, v. 106, p. 2747-2757, nov. 2002.

LEE, C. M. Surimi process technology. **Food Technology.** V. 38, p. 69-80. 1984.

LIMA, A.C.P. Caracterização nutricional e organoléptica de conservas de sardinha – influência da sazonalidade da captura. **Dissertação de mestrado.** Instituto Politécnico de Viana do Castelo. 2014.

LIMA, E. S.; ABDALA, D. S. P. Peroxidação lipídica: mecanismos e avaliação em amostras biológicas. **Revista Brasileira Ciências Farmacêuticas.** v. 37, n. 3, p. 293-303, 2001.

LUKMAN, I.; HUDA, N.; ISMAIL, N.; Physicochemical and sensory properties of commercial chicken. Food Technology Division, School of Industrial Technology Universiti Sains Malaysia, 11800 Pulau Pinang, Malaysia. **As. J. Food Ag-Ind.** 2009.

MACHADO, Z. L.. **Tecnologia de Produtos Pesqueiros: Parâmetros, Processos e Produtos.** Ministério do Interior, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Recife – PE. 277 p. 1984.

MADRID, A.; VICENTE, J. M.; MADRID, R. El pescado y sus productos derivados. 2. ed. Madrid: AMV, **Mundi.** 411 p. 1999.

MINOZZO, M. G. Elaboração de patê cremoso a partir de file de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e sua caracterização físico-química, microbiológica e sensorial. 2005. 127f. **Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)** – Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2005.

MPA (Ministério da Pesca e Aquicultura). **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura/Brasil 2011.** Brasília. v. 3, 101p, 2013.

NAZARIO, José A.; FONTANA, Marcelo O. Evaluation of Interference of Heat Treatment on the characteristics Physico-Chemical Chicken Nuggets. 42. **Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Tecnologia em Alimentos,** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2014.

NEIVA, C. R. P.; MACHADO, T. M.; TOMITA, R. Y; FURLAN, E. F; LEMOS NETO, M. J.; BASTOS, D. H. M. **Fish crackers development from minced fish and starch: na innovative approach to a traditional product.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 31(4): 973-979, out.-dez. 2011.

NETO, A.D.L.; GONÇALVES, A.A. Formatados e Reestruturados (Hambúrguer, Nuggets etc.) In: Gonçalves, A.A. **Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação.** São Paulo: Atheneu, cap., p.235-245, 2011.

NEVES, R. A. M.; MIRA, N. V. M. de; MARQUEZ, U. M. L. **Caracterização de hidrolisados enzimáticos de pescado.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.24, n.1, p.101-108. 2004.

OETTERER, M., REGITANO-DÁRCE, M. A. B., SPOTO, M. H. F. Fundamentos da ciência e tecnologia de alimentos. **Barueri, SP: Manole,** 2006.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. Manual de pesca: Ciência e Tecnologia de Pescado. **São Paulo: Varela.** 1999. v. 1. 430 p.

OLIVEIRA, Mônica Rocha; CARVALHO, Marcelo Moreira; SOUZA, Ana Lúgia; MOLINA, Wagner Franco; YAMAMOTO, Maria Emília; CHELLAPPA, Sathyabama. Caracterização da produção do peixe-voador, *Hirundichthys affinis* em Caiçara do Norte, Rio Grande do Norte, Brasil: durante 1993 a 2010. **Biota Amazônia**. Macapá, v.3, n. 2, p. 23-32, 2013.

OLIVEIRA, D. R.; WANG, S.; SGARBIERI, V. C. Propriedades nutricionais e sensoriais de biscoitos à base de milho e soja, cozidos em forno de microondas. **Pesq. Agropec. Brás.**, v. 32, n. 3, p. 333-38, 1997.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C. Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo. **Tese Doutorado – Universidade Estadual Paulista**, Centro de Aquicultura. 115 f. Jacotibal, 2009.

ORDÓÑEZ, Peneda J. A. Alimentos de origem animal (Cap. 13 – Produtos derivados da pesca, p.241-267). **Tecnologia de Alimentos Vol. 2**. Porto Alegre (RS). ARTMED. 280 p. 2005.

PENNA, Emma Wittig. Desarrollo de alimentos para regímenes especiales. In: MORALES, R. H.; TUDESCA, M. V. **Optimizacion de formulaciones**. Santa Cruz de la Sierra, Bolívia, 1999.

PEREIRA, A. J.; WASZCZYNSKYJ, N.; BEIRÃO, L. H.; MASSON, M. L. Características físico-químicas, microbiológicas e sensorial da polpa de carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) e dos produtos reestruturados. **Alim. Nutr. Araraquara**, v.14, n.2, p. 211-217, 2003.

RÜEGG, R. A. B. Peixe-voador (*Hirundichthys affinis*): composição centesimal em diferentes épocas do ano. 2013. 34f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Curso de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, Natal. 2013.

SHANTHA, N. C.; DECKER, E. A. Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. **AOAC International**. v. 77, n. 2, p. 421-424, 1994.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F., M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**. V. 22(1). 1999.

SILVA, R. A., BONNAS, D. S., SILVA, P. F. Aproveitamento dos resíduos gerados no processamento de postas de surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*) para elaboração de nuggets. **Contextos da Alimentação – Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade Vol. 3 no 2** – São Paulo. Maio de 2015

SILVA, A. Estudo do processo de produção de empanados de peixe. **Dissertação Mestrado em Engenharia de Alimentos** – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI. 81 f. Erechim, 2006.

SIMÕES, D.R.S. et al . HAMBÚRGUERES FORMULADOS COM BASE PROTÉICA DE PESCADO. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas , v. 18, n. 4, Oct. 1998 . Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20611998000400011&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611998000400011&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 03 de março de 2015.

SOUZA, J. F.; BITENCOURT, N. N.; GOMES, C. S.; OLIVEIRA; J. K.; SANTOS, R. M.; REIS, I. A. O.; NUNES, M. L.; NARAIN, N. Desenvolvimento e caracterização físico-química e sensorial de nuggets formulados com concentrado protéico de pescado–MARINE BEEF. **Scientia Plena** Vol 6, Num 3. 2010.

ST. ANGELO, A. J.; **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.** 1996.

TENUTA-FILHO, A.; JESUS, R.S. Aspectos da utilização de carne mecanicamente separada de pescado como matéria prima industrial. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.37, p.59-64, 2003.

VEIT, J. C, FREITAS, J. M. A., REIS, E S., MALUF, M. L. F., FEIDEN, A., BOSCOLO, W. R. Caracterização centesimal e microbiológica de nuggets de mandi-pintado (*Pimelodus britskii*). **Ciências Agrárias**. 2011.

VERMA, J. et al. Effects of frozen storage on lipid freshness parameters and some functional properties of oil sardine (*Sardinella longiceps*) mince. **Food Research International**, v.28, p.87-90, 1995.

XIONG, Y.L. Protein oxidation and implications for muscle food quality. In: DECKER E.A. et al. (Eds.). **Antioxidants in muscle foods**. New York: Wiley. p.85-111. 2000.