



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL

LYZANDRA LAÍS DE ALMEIDA LEMOS

**O POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) COMO PARÂMETRO INDICADOR DO
USO ABUSIVO DO ADITIVO ALIMENTAR FOSFATO EM PESCADO**

MOSSORÓ

2017

LYZANDRA LAÍS DE ALMEIDA LEMOS

**O POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) COMO PARÂMETRO INDICADOR DO
USO ABUSIVO DO ADITIVO ALIMENTAR FOSFATO EM PESCADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Tecnologia do Pescado

Orientador: Prof. Dr. Alex Augusto Gonçalves

MOSSORÓ

2017

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade da autora, sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

L556p Lemos, Lyzandra Laís de Almeida.
O POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) COMO PARÂMETRO
INDICADOR DO USO ABUSIVO DO ADITIVO ALIMENTAR
FOSFATO EM PESCADO / Lyzandra Laís de Almeida
Lemos. - 2017.
59 f. : il.

Orientador: Alex Augusto Gonçalves.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
, 2017.

1. Pescado. 2. Aditivos umectantes. 3. Fraude.
4. Retenção de água. I. Gonçalves, Alex Augusto,
orient. II. Título.

LYZANDRA LAÍS DE ALMEIDA LEMOS

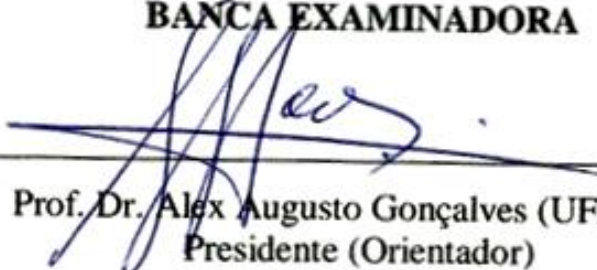
**O POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) COMO PARÂMETRO INDICADOR DO
USO ABUSIVO DO ADITIVO ALIMENTAR FOSFATO EM PESCADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

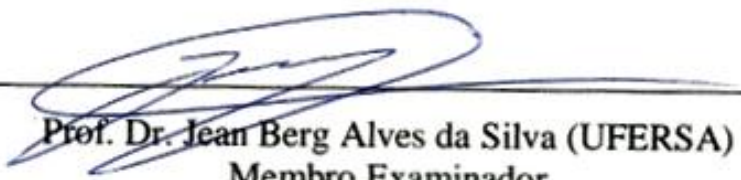
Linha de Pesquisa: Tecnologia do Pescado

Defendida em: 22 / 02 / 2017

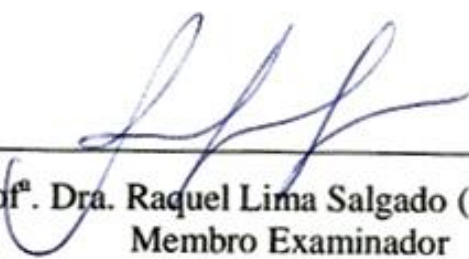
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Alex Augusto Gonçalves (UFERSA)
Presidente (Orientador)



Prof. Dr. Jean Berg Alves da Silva (UFERSA)
Membro Examinador



Prof. Dra. Raquel Lima Salgado (UFERSA)
Membro Examinador

Aos meus pais, por serem os principais incentivadores na
minha vida profissional e pessoal.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, que foi sempre luz no meu caminho durante esta caminhada.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Alex Augusto Gonçalves pelo exemplo de profissionalismo, pela confiança, ensinamentos, e disponibilidade para conclusão deste trabalho.

Agradeço aos professores membros da banca, por contribuírem para a melhoria deste trabalho e pela disponibilidade a participar desta.

Agradeço aos amigos do Laboratório de Tecnologia e Controle de Qualidade do Pescado (LAPESC), Julianna, Josué, Vanessa, Micaela pela experiência trocada, pelas horas de trabalho compartilhadas e muita ajuda no experimento.

Agradecimento especial à Tanyla, pela proximidade que tivemos durante esses dois anos, pela disponibilidade oferecida, e por dividirmos juntas tantas angústias e momentos felizes.

Agradeço à Lucas, Renata, Odonil, Thyciana e Aurora por todo auxílio e disponibilidade em me ajudar sempre que precisei.

Agradeço a esta universidade, e ao PPGCA pelo suporte e incentivo para a realização deste trabalho. Agradecida também à CAPES pela concessão da bolsa.

Agradeço aos meus pais (Wilson e Gizelda) e ao meu irmão (Matheus), por sempre me apoiarem nas minhas decisões e estarem sempre comigo. Esta vitória eu compartilho principalmente com vocês!

Agradeço ao meu namorado Adolfo, por sempre me apoiar e cuidar de mim, por ter sempre uma palavra de conforto e por me trazer paz na correria durante esses anos.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem, foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin

RESUMO

Considerando o uso abusivo de agentes umectantes no processamento de pescado congelado, e uma possível relação entre o parâmetro pH e o aditivo fosfato, o objetivo do presente estudo foi avaliar se existe correlação entre o pH da carne do atum e diferentes concentrações e tempo de contato com o aditivo alimentar fosfato. Os filés de atum (média de 225 g) foram imersos em soluções refrigeradas (5°C) de tripolifosfato de sódio (TPF) e mistura de fosfato (*blend*) nas concentrações 3, 5 e 10% (proporção filé:solução de 1:1; p:v), por 30, 60 e 120 minutos. Como grupo controle utilizou-se água. Após a imersão, as amostras foram drenadas, pesadas (cálculo de rendimento), congeladas em ultrafreezer (-35°C por 24 h) e armazenadas (-35°C) por 15 dias. Após esse período, as amostras foram descongeladas (5°C, 24 horas), drenadas por 5 minutos, pesadas (cálculo de rendimento). Após o descongelamento, as amostras foram grelhadas (200°C por 3 minutos em cada lado) e pesadas (cálculo do rendimento). Amostras foram retiradas após cada etapa (imersão, descongelamento e cocção) e submetidas às análises de pH, fosfato (P₂O₅), umidade e proteína. O rendimento (ganho/perda de peso) foi determinado pelo peso das amostras antes e após os tratamentos (imersão, descongelamento e cocção). Todos os aditivos alimentares utilizados no presente estudo (TPF e *Blend*) demonstraram sua eficácia na retenção de água após imersão, descongelamento e cocção. Observou-se um aumento gradual dos teores de umidade (após imersão em soluções de TPF e *Blend*), e conseqüente aumento na relação umidade/proteína que sugere um novo parâmetro a ser considerado como indicativo uso de agentes umectantes no pescado. Observou-se um aumento gradual do pH e do fosfato residual (P₂O₅) em todos os tratamentos, e ainda permaneceram abaixo dos limites estabelecidos pela legislação nacional (pH) e internacional (P₂O₅). Observou-se correlação linear entre os valores de pH e fosfato (P₂O₅) o qual pode se tornar um parâmetro a ser considerado como indicativo uso de agentes umectantes (fosfato) no pescado. A partir dos resultados dos experimentos, sugerimos uma revisão crítica sobre o tema, e que possíveis mudanças possam ser avaliadas nos parâmetros oficiais como indicadores de uso abusivo do aditivo fosfato em pescado e combater uma fraude econômica nos produtos congelados. Ressalta-se que essas sugestões devem ser o foco do estudo colaborativo para sua validação.

Palavras-chave: Pescado; Aditivos umectantes; Fraude; Retenção de água.

ABSTRACT

Considering the abusive use of humectant agents in frozen seafood processing, and a possible relationship between the pH parameter and the phosphate food grade additive, the objective of the present study was to evaluate if there is a correlation between the pH of the tuna meat and different concentrations and time of contact of food additive phosphate. The tuna fillets (average of 225 g) were immersed in cold solutions (5°C) of sodium tripolyphosphate (STPP) and phosphates blend (concentrations) at concentrations of 3, 5 and 10% (fillet:solution ratio of 1: 1; w:v) at 30, 60 and 120 minutes. Water was used as the control group. After immersion, the samples were drained, weighed (yield calculation), frozen in ultrafreezer (-35°C for 24 h) and stored (-35°C) for 15 days. After this period, the samples were thawed (5°C, 24 hours), drained for 5 minutes, and weighed (yield calculation). After thawing, samples were grilled (200°C for 3 minutes on each side) and weighed (yield calculation). Samples were withdrawn after each step (immersion, thawing and cooking) and submitted to pH, phosphate (P₂O₅) moisture and protein analysis. The yield (gain and loss weight) was determined by the weight of the samples before and after the treatments (immersion, thawing and cooking). All food additives used in the present study (STPP and Blend) demonstrated their efficacy in water retention after immersion, thawing and cooking. There was a gradual increase in moisture content (after immersion in solutions of STPP and Blend), and a consequent increase in moisture/protein ratio suggesting a new parameter to be considered as indicative use of humectant agents in seafood. There was a gradual increase in pH and residual phosphate (P₂O₅) in all treatments, and still remained below the limits established by national (pH) and international (P₂O₅) legislation. A linear correlation was observed between pH and P₂O₅ values, which may become a parameter to be considered as indicative use of humectant agents (phosphates) in seafood. From the results of experiments, we suggest a critical review on the current issue, and those possible changes can be evaluated in the official parameters as indicators of abusive use of the phosphate additive in seafood and to combat economic fraud in the frozen products. It should be emphasized that these suggestions should be the focus of the collaborative study for its validation.

Keywords: Seafood; Humectant additives; Fraud; Water retention.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Fluxograma operacional das etapas do experimento nos diferentes tratamentos24
- Figura 2.** Rendimentos (ganho e perda de peso) após imersão em água e solução de TPF (3%, 5% e 10%) por 30, 60 e 120 minutos, após o descongelamento e cocção27
- Figura 3.** Rendimentos (ganho e perda de peso) após imersão em água e solução de *blend* de fosfato (3%, 5% e 10%) por 30, 60 e 120 minutos, após o descongelamento e cocção28
- Figura 4.** Relação entre o pH e as concentrações de fosfato (após imersão e após descongelamento) dos filés de atum tratados com TPF (3%, 5% e 10% por 30, 60 e 120 minutos).....39
- Figura 5.** Relação entre o pH e as concentrações de fosfato (após imersão e após descongelamento) dos filés de atum tratados com *blend* (3%, 5% e 10% por 30, 60 e 120 minutos).40

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** pH dos filés de atum após imersão (AI) em TPF e *Blend* (3, 5 e 10%) durante 30, 60 e 120 minutos e após descongelamento (AD)31
- Tabela 2.** Teor de Umidade (g/100g), Proteína (g/100g) e Relação U/P nas amostras tratadas com TPF e *blend* nas concentrações 3, 5 e 10%, nos tempos 30, 60 e 120 minutos (após imersão).....33
- Tabela 3.** Teor de Umidade (g/100g), Proteína (g/100g) e Relação U/P nas amostras tratadas com TPF e *blend* nas concentrações 3, 5 e 10%, nos tempos 30, 60 e 120 minutos (após descongelamento)...35
- Tabela 4.** Teor de Umidade (g/100g), Proteína (g/100g) e Relação U/P nas amostras tratadas com TPF e *blend* nas concentrações 3, 5 e 10%, nos tempos 30, 60 e 120 minutos (após cocção).37
- Tabela 5.** Teores de fosfato (P_2O_5 em g/100g) nas amostras tratadas com fosfato e *blend* nas concentrações 3, 5 e 10%, nos tempos 30, 60 e 120 minutos (após imersão).39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ATP	Adenosina trifosfato
BLEND	Mistura de fosfatos
CFIA	<i>Canadian Food Inspection Agency</i>
CMS	Carne mecanicamente separada
CODEX	<i>Codex Alimentarius</i>
FDA	Food and Drug Administration
g	Gramas
GRAS	<i>Generally Recognize as Safe</i> (Geralmente Reconhecido como Seguro)
h	Hora
IAL	Instituto Adolfo Lutz
INS	International number system
LAPESC	Laboratório de Tecnologia e Controle de Qualidade do Pescado
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
min	Minutos
PRECISA	Laboratório de Nutrição e Precisão
pH	Potencial Hidrogeniônico
RIISPOA	Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
STPP	<i>Sodium tripolyphosphate</i>
TPF	Tripolifosfato de sódio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
3. REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 A ÁGUA E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DO PESCADO	17
3.2 O ADITIVO ALIMENTAR FOSFATO	17
3.2.1 Uso do aditivo alimentar fosfato em pescado.....	18
3.3 O POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) DO PESCADO	18
3.4 RELAÇÃO ÁGUA E PROTEÍNA NO PESCADO	20
3.5 LEGISLAÇÃO.....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 MATÉRIA-PRIMA.....	23
4.2 ADITIVOS ALIMENTARES	23
4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	23
4.3.1 Fluxograma operacional.....	24
4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	25
4.4.1 Determinação de potencial hidrogeniônico (pH)	25
4.4.2 Análise de umidade e proteína	26
4.4.3 Análise de Fosfato (P ₂ O ₅).....	26
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1 RENDIMENTOS APÓS TRATAMENTO COM TPF E <i>BLEND</i>	27
5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	30
5.2.1 Potencial hidrogeniônico (pH)	30
5.2.2 Umidade, proteína e relação U/P.....	32
5.2.3 Fosfato (P ₂ O ₅).....	37
5.3 COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON (R) e REGRESSÃO LINEAR (R ²) ENTRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS (FOSFATO E pH)	38
6. CONCLUSÕES.....	41
REFERÊNCIAS	42
ANEXO A – Rendimentos após o tratamento com TPF.....	50
ANEXO B – Rendimentos após tratamento com o Blend	52
ANEXO C – Umidade – Proteína – Relação U:P – Após o tratamento com TPF	54
ANEXO D – Umidade – Proteína – Relação U:P – Após o tratamento com <i>Blend</i>	57

1. INTRODUÇÃO

O pescado é definido como todo organismo aquático (animal e vegetal) de origem fluvial, marinha ou estuarina, destinado à alimentação humana (peixes, moluscos, crustáceos, anfíbios, quelônios, mamíferos, algas, equinodermos, etc.), e pelo alto valor nutritivo é considerado muito popular mundialmente, o que explica a alta demanda por parte dos consumidores (GOMES, 2009; GONÇALVES, 2011). No entanto, imediatamente após a captura, uma série de alterações complexas bioquímicas e microbiológicas, ocorre na superfície e no interior da porção comestível do pescado, reduzindo sua qualidade, e podendo gerar também a diminuição em até 80% da capacidade de retenção de água no tecido muscular. A água é encontrada em grande proporção, tanto em peso quanto em volume, na porção comestível do pescado, e como componente principal, tem influência nos atributos sensoriais, na qualidade e na sua vida-de-prateleira (LAMPILA, 1992; SCHNEE, 2004; GONÇALVES; RIBEIRO, 2008; PIRES, 2014).

O processo de decomposição via hidrólise, oxidação ou fermentação, geralmente altera a concentração de íons hidrogênio livres devido à formação de compostos como amônia e aminas (SILVA; MATTÉ; MATTÉ, 2008) e podem alterar, quase sempre, o pH, sendo considerado um parâmetro somente indicativo do surgimento de alguma alteração. Além disso, não se pode deixar de mencionar que o pH da musculatura também pode ser influenciado pela espécie do peixe, métodos de captura, manuseio e armazenamento, dentre outros (LEITÃO, 1988).

A determinação do potencial hidrogeniônico é uma variável importante na avaliação da qualidade do pescado (TAVARES et al., 2005; NOLLET; TOLDRÁ, 2010), no entanto, não é conclusivo para avaliação única do grau de frescor do pescado, devendo ser realizadas também as análises química, microbiológica e sensorial para se ter maior confiabilidade nos resultados (TAVARES; GONÇALVES, 2011). Estudos comprovaram que a rápida queda do pH e o estabelecimento do *rigor mortis* com a temperatura do músculo acima do esperado, tem como consequência o aumento de perdas de água no músculo. Como consequência há a formação de carnes com propriedades funcionais, como por exemplo, a baixa capacidade de retenção de água, inadequadas para o processamento (PIERTZAK et al., 1997; VAN LAAK et al., 2000).

Ciente dessas preocupações, práticas comerciais (nacional e internacional) têm envolvido o controle, a adição e a retenção da umidade do pescado durante a captura, o processamento, a distribuição, a estocagem e a sua preparação. O tratamento do pescado com

o aditivo alimentar fosfato, para garantir a sua estabilidade e qualidade, tem sido aplicado por muitos anos (JIMÉNEZ-COLMENERO *et al.*, 2002; GONÇALVES; RIBEIRO, 2008; GONÇALVES, 2012). Porém, ressalta-se que os polifosfatos nunca devem ser utilizados para mascarar um produto de qualidade inferior ou deteriorado (NETO; NAKAMURA, 2003). Além disso, a excessiva adição de água pode levar a adulteração resultando em fraude econômica para o comprador, enquanto que a perda de água pode comprometer a qualidade, a vida-de-prateleira e a aceitação do produto pelo consumidor (GONÇALVES; RIBEIRO, 2008; GUDJÓNSDÓTTIR *et al.*, 2011).

No Brasil, o uso do aditivo alimentar, Tripolifosfato de Sódio (TPF – INS 45ii), apesar de ser proibido no pescado, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), justifica-se tecnologicamente seu uso, por ser um aditivo multifuncional (retenção de água, antioxidante, crioprotetor, emulsificante, etc.) para todas as aplicações na indústria cárnea. Seu uso é mais econômico e desempenha a maioria das funções de outras misturas de fosfato mais caras (GONÇALVES, 2005). Os polifosfatos são utilizados por serem capazes de se ligar com a água e com as proteínas musculares do pescado. Dessa forma funcionam melhor com o pescado no estado fresco, quando as proteínas ainda não tenham sido hidrolisadas (UNAL *et al.*, 2004; GONÇALVES *et al.*, 2008; GONÇALVES, 2012).

O aumento moderado do pH, devido ao uso de fosfatos é também, um fator importante, mas não é o específico, na retenção de água. As proteínas do pescado mostram uma capacidade de retenção de água menor quando o pH muscular se encontrar em torno de 5,4 (ponto isoelétrico das proteínas). Os fosfatos aumentam o pH a um nível ótimo quando encontrado acima de 6,4. Se o pH final do produto é muito alto, a vida-de-prateleira diminui e defeitos como translucidez, aspecto saponáceo e decomposição da gordura são observados. Os fosfatos com o pH de 7 a 10 são os que promovem melhores resultados (GONÇALVES; RIBEIRO, 2008; GONÇALVES, 2009; 2012).

Recentemente o MAPA tem emitido Termos de Apreensão do pescado pelo fato do mesmo apresentar pH acima do limite legal (6,8) sugerindo que o mesmo possa ter sido tratado com fosfato, apesar de não existir correlação entre os valores encontrados nos laudos laboratoriais (dados não publicados).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar uma possível correlação entre o potencial hidrogeniônico (pH) e o uso do aditivo alimentar fosfato, em atum (*Thunnus* sp.)

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito do aditivo alimentar tripolifosfato de sódio (TPF) e *blend* de fosfatos sobre o rendimento do atum antes do congelamento, após o descongelamento e após a cocção;
- Avaliar o efeito do aditivo alimentar tripolifosfato de sódio (TPF) e *blend* de fosfatos sobre os parâmetros pH, umidade, proteína e fosfato no atum antes do processo de congelamento, após o descongelamento e após a cocção.
- Avaliar a correlação existente entre o aditivo alimentar tripolifosfato de sódio (TPF) e o *blend* de fosfatos com o potencial hidrogeniônico (pH).

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A ÁGUA E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DO PESCADO

O conteúdo e a distribuição de água no músculo dos peixes são importantes parâmetros de qualidade, pois eles influenciam a cor, textura e o valor comercial (TOLDRÁ 2003; GONÇALVES; RIBEIRO, 2009). No entanto, imediatamente após a captura do pescado, diversas alterações (bioquímicas e microbiológicas) acontecem na superfície e no interior da porção do músculo do pescado, dessa forma reduzindo a qualidade do mesmo. Parte da água é perdida durante o transporte desde a captura até o processamento, e posterior comercialização, através de exsudação, evaporação ou cocção (TOLDRÁ, 2003; GONÇALVES, 2004a; 2004b).

Perdas de água livre, assim como perda de vitaminas e minerais ocorrem já no *post-mortem*, e também nos processos de descongelamento e cocção, o que acarreta numa perda do valor nutritivo e da qualidade sensorial do produto. Além disso, as perdas pelo gotejamento (exsudação ou *drip loss*) permitem a solubilização de proteínas que facilitam o crescimento microbiano, e diminuem a vida útil do produto (TEICHER, 1999; SCHNEE, 2004). Gonçalves (2005) cita que um fator de grande importância na qualidade sensorial é a retenção de umidade, na qual está associada à capacidade de retenção de água e ao pH das proteínas musculares.

3.2 O ADITIVO ALIMENTAR FOSFATO

Os fosfatos são definidos, como aditivos alimentares, numa elevada diversidade de produtos e em vários processos industriais. São mais de 10 tipos diferentes de fosfatos com aplicações em produtos de proteína animal disponíveis, que variam de acordo com o pH, percentual de P_2O_5 e solubilidade. O seu uso como suplemento mineral na alimentação animal, emulsionante, estabilizador de cor e de textura, controle de pH, são alguns dos exemplos de aplicação (GONÇALVES *et al.*, 2008; TARTÉ, 2009; GONÇALVES; LEONHARDT, 2011; BJØRKEVOLL *et al.*, 2012; GONÇALVES, 2012).

Através do uso de sais e fosfatos alcalinos é que a capacidade de retenção de água da carne é melhorada. O sal e os fosfatos tais como o Pirofosfato de sódio, o Hexametáfosfato de sódio e o Tripolifosfato de sódio (TPF) ajustam o pH do sistema e favorecem a expansão das fibras da proteína da carne, permitindo a hidratação das mesmas. A água é mantida associada

às proteínas miofibrilares nos sítios hidrofílicos da proteína (OLIVO; SOARES, 2006; GONÇALVES, 2012).

3.2.1 Uso do aditivo alimentar fosfato em pescado

O tripolifosfato de sódio TPF puro, ou em misturas (*blends*) com hexametáfosfato de sódio ou pirofosfato ácido de sódio e/ou pirofosfato tetrassódico são os aditivos mais aplicados em pescado devido apresentarem combinações de propriedades, tais como solubilidade, acerto do pH do meio e tolerância aos íons Mg^{2+} e Ca^{2+} (UNAL *et al.*, 2006; GONÇALVES; RIBEIRO, 2008; BJØRKEVOLL *et al.*, 2012; GONÇALVES, 2012). Os fosfatos também promovem o aumento da capacidade de retenção da água no pescado (BJØRKEVOLL *et al.*, 2012). Quando aplicado de forma criteriosa, o fosfato retém a umidade natural resultando em produtos mais macios e suculentos. Mas, quando utilizados de forma inadequada, a absorção excessiva pode caracterizar fraude econômica, fato este que leva as instituições governamentais a realizarem constantes análises nas indústrias pesqueiras que utilizam fosfato (NETO; NAKAMURA, 2003; GONÇALVES, 2012).

Segundo Gonçalves (2005), diante dos problemas acarretados pela perda de água durante o descongelamento e cocção, os fosfatos possuem a aptidão de restaurar a capacidade de retenção de água das proteínas, mantendo a umidade natural do produto e minimizando as perdas pelo gotejamento (*drip loss*) durante o armazenamento congelado, no descongelamento e na cocção. No entanto, o aumento moderado do pH devido ao uso do fosfato também é importante na retenção de água. As proteínas do pescado mostram capacidade de retenção de água menor quando o pH muscular estiver em torno de 5,4. De acordo com Schnee (2004), os fosfatos aumentam o pH a um nível ótimo de 6,4.

3.3 O POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) DO PESCADO

O potencial hidrogeniônico (pH), é comumente utilizado como parâmetro de frescor (SANTOS, 2013). No peixe vivo, o pH está pouco acima de 7, normalmente assumindo valores na ordem dos 7,3 (GUERRA, 2013). A concentração dos íons-hidrogênio é quase sempre alterada quando se processa a decomposição hidrolítica, oxidativa ou fermentativa de seu

músculo. Dependendo de como foi o processo desde a captura, armazenamento a bordo, desembarque, processamento, congelamento e armazenamento, o pH poderá ser alterado, sem mesmo que o pescado tenha perdido sua qualidade inicial, uma vez que no *post-mortem* do pescado inúmeras reações químicas e bioquímicas se desencadeiam (TAVARES; GONÇALVES, 2011).

Segundo Santos (2013), a redução do pH no pescado é ocasionada pela geração de íons H^+ , associados à produção de ácido láctico e ao colapso das reservas de ATP. Durante o período de conservação, o pH vai aumentando, devido à formação de substâncias, como amônia e trimetilamina, produzidos pelo desenvolvimento de microrganismos no pescado. (TEIXEIRA, 2012; SANTOS, 2013). Essa redução do pH tem efeito nas propriedades físicas do músculo, sendo que à medida que o pH diminui (meio ácido), ocorre a desnaturação parcial das proteínas e estas perdem a capacidade de retenção da água (HAARD, 1992; HUSS, 1995). No entanto, este parâmetro tem causado polêmica no meio acadêmico, empresarial e fiscalizador, pois já é reconhecido internacionalmente que variação de pH na carne do pescado somente indica que houve alguma alteração (bioquímica ou microbiológica), porém, não pode ser tratado como um único parâmetro para julgar a qualidade do pescado, e até mesmo o considerar impróprio para o consumo (TAVARES; GONÇALVES, 2011).

A literatura científica também considera que a determinação do pH não é um índice seguro do estado de frescor ou do início de deterioração. Seu uso é geralmente restrito por variar de amostra para amostra, amostragem (local de onde foi retirada a amostra) e por ocorrerem ciclos de flutuações durante o período de estocagem (OGAWA; KOIKE, 1987; OGAWA; MAIA, 1999; GONÇALVES, 2011). Abbas *et al.* (2008) publicaram uma revisão sobre a correlação existente entre o frescor do pescado e o pH durante o armazenamento em gelo, e concluíram que o pH pode exercer como indicador de frescor do pescado se, e somente se, iniciar com baixos valores (próximo a 6,0) no início do armazenamento, e verificar um aumento ao longo do armazenamento, demonstrando uma correlação com outros parâmetros (contagem microbiológica, Nitrogênio de bases voláteis (N-BVT) e Trimetilamina (TMA).

A legislação em vigor no território nacional – Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 2017), estabelece valor de pH inferior a 7,0 nos peixes, $pH < 7,85$ nos crustáceos, e $pH < 6,85$ nos moluscos (podendo esses valores alterados e definidos em normas complementares, quando houver evidências científicas de que o valor natural diferem dos fixados), porém no regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Peixe inteiro fresco, publicado na Portaria no. 185 de 13/05/1997 (BRASIL,

1997) este parâmetro sequer é mencionado como parâmetro de frescor ou como parâmetro que o enquadre como impróprio para consumo.

Dúvidas ainda persistem no meio acadêmico/científico e fiscalizador com relação ao aumento do valor do pH da carne do pescado e o possível uso do aditivo alimentar fosfato (sabendo-se que soluções de polifosfatos são alcalinas), porém, as indústrias de aditivos já estão produzindo misturas (*blends*) de fosfato normalmente tamponadas, o que demonstra sua baixa influência no pH da carne do pescado.

3.4 RELAÇÃO ÁGUA E PROTEÍNA NO PESCADO

O pescado tem sua composição química constituída basicamente por água, proteínas, lipídios e cinzas (BRECK, 2014). Sendo a água o principal componente, ela é um fator determinante nos atributos sensoriais e vida de prateleira. As práticas comerciais evoluíram, e um dos objetivos foi o de reter e adicionar umidade no pescado durante o processamento e armazenamento, com finalidade de reduzir a perda por gotejamento e a perda de umidade durante o armazenamento congelado e o descongelamento (van RUTH, *et al.*, 2014).

A proteína é o segundo principal componente do pescado, e por razões fisiológicas, existem forte relação entre proteína e umidade na carne do pescado (BRECK, 2014; YEANNES, 2003). Geralmente, na carne do músculo do pescado, o teor de água é em torno de 77% e proteína 23%, resultando em uma relação média de água/proteína de 3,35 (van RUTH, *et al.*, 2014).

Considerando-se o processamento do pescado congelado ou congelado e cozido, sabe-se que as etapas de congelamento, armazenamento sob congelamento e cocção, são conhecidas por causarem a desnaturação proteica e, conseqüentemente, a agregação das proteínas com considerável perda de água (JENSEN; JØRGENSEN *et al.*, 2003). A estocagem sob congelamento não interrompe totalmente todas as possíveis alterações na qualidade da carne do pescado. As reações que induzem as alterações oxidativas e a desnaturação proteica continuam a ocorrer, mesmo em baixas temperaturas (KIRSCHNIK; MACEDO-VIEGAS, 2009). Em breve resumo, a desnaturação afeta a capacidade da proteína em se ligar a água. Interferindo nas características proteicas como dispersibilidade, umectabilidade, expansão, solubilidade, capacidade de retenção de água, coagulação, entre outras (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Os fosfatos podem agir como sequestrantes ao diminuir a presença de íons metálicos e, além disso, podem incrementar a capacidade de retenção de água das proteínas, sua solubilização e conseqüentemente a força de gel (ELLINGER, 1972; KUHN; SOARES, 2009). Os tripolifosfatos têm a propriedade de afetar a estrutura das proteínas, e estas podem ser: aumentando o pH, a força iônica e através de sua interação com as proteínas (RODRÍGUEZ; BELLO, 1987; KIRSCHNIK; MACEDO-VIEGAS 2009).

As práticas tecnológicas utilizadas pelas indústrias que congelam e cozinham o pescado têm por objetivo, minimizar esta perda de água e as alterações que podem ocorrer com as proteínas durante o processamento (SCHUBRING *et al.*, 2003), nesse sentido, destaca-se a utilização de fosfatos.

3.5 LEGISLAÇÃO

Para cada produto elaborado, existem normas específicas e métodos de elaboração que padronizam sua qualidade para cada mercado. No Brasil, a regulamentação no uso de aditivos para a fabricação de alimentos, compete a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), do Ministério da Saúde. O aditivo somente pode ser utilizado quando constar da legislação específica para a categoria do alimento, com suas funções e limites máximos (PIRES, 2014). Marujo (1988), cita que para que a qualidade e segurança dos aditivos sejam eficazes, deve-se atentar para que os produtos atendam às especificações da legislação apropriada, ainda que nenhuma substância deva ser usada para disfarçar a qualidade do produto.

No Brasil, o uso de sais de fosfato como os hexametáfosfatos de sódio, metafosfato de sódio ou potássio, pirofosfato de sódio ou potássio, tripolifosfato de sódio ou potássio são aditivos legalmente permitidos pelo Ministério da Saúde representado pela ANVISA, que cita que o fosfato somente pode ser utilizado após o congelamento, no processo de glaciamento na concentração limite de 0,5%. Gonçalves (2005) analisa como incomum este aditivo ser liberado apenas para a etapa de glaciamento, pois desta forma, o fosfato não exerce nela sua função principal que é aumentar a capacidade de retenção de água, atuando apenas como um agente que previne a quebra da camada superficial gelo. Se adicionado antes do congelamento, somente poderá ser aplicado se houver um respaldo técnico por parte de uma instituição de pesquisa conjuntamente com o aval da ANVISA (BRASIL, 2003).

Os fosfatos são aditivos alimentares classificados pela *Food and Drug Administration* (FDA,1993) em "*Generally Recognized as Safe - GRAS*" (Geralmente Reconhecido como Seguro), quando utilizados de acordo com Boas Práticas de Fabricação (VINHAS, 2013).

O *Codex Alimentarius*, ou o código alimentar, é o ponto de referência global para os consumidores, produtores e processadores de alimentos, agências nacionais de controle de alimentos e do comércio internacional de alimentos. Todos os países, como o Brasil, são signatários do *Codex Alimentarius*, e se baseiam em suas legislações, tanto na fiscalização, como na construção de legislação específica de seu país. Dessa forma, a legislação específica que regula o uso de fosfato em pescado pode variar de país para país.

O uso de fosfato em outros países segue outras normas: Segundo a legislação internacional, também há variações de limites para cada órgão. O FDA (USA, 2004) não proíbe o uso nem limita o uso para o pescado. O seu uso será controlado pelas Boas Práticas de Fabricação. A Agência Canadense de Inspeção de Alimentos (CFIA, 2004), libera o uso de fosfato em diversas espécies de pescado, sem exceder a concentração de 0,1% a 0,5%, e ainda a concentração de fosfato final na carne do pescado deverá ser somada à quantidade total que ocorrem naturalmente, como: Carne de caranguejo (2,2%, sendo 1,7% o fosfato natural); Carne de mariscos (1,5%, sendo 1,0% o fosfato natural); Filés de peixe congelado (1,87%, sendo 1,37% o fosfato natural); Carne de lagosta (1,97%, sendo 1,47% o fosfato natural); Carne de camarão (2,1%, sendo 1,6% o fosfato natural).

A União Europeia se assemelha as demais legislações, estabelecendo limites de concentração entre 0,1% a 0,5%. O *Codex Alimentarius*, mais flexível, tolera até 1% (10g/kg) de no produto final, considerando 0,5% como fosfato natural.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATÉRIA-PRIMA

Para avaliar a correlação entre o potencial hidrogeniônico (pH) e o tratamento da amostra com fosfato, foi escolhido uma matriz proteica de pescado. A espécie estudada foi escolhida em função de sua disponibilidade na região, e pelo conhecimento do histórico de baixo pH d sua carne no momento de seu desembarque (abaixo do limite 7,0 preconizado pela Legislação Nacional). Os espécimes de atum (*Thunnus sp.*), foram obtidas durante o desembarque, no município de Areia Branca, RN, já eviscerados (a bordo), imediatamente acondicionados em caixas isotérmicas com gelo na proporção 2:1 (gelo:peixe), e transportados para o Laboratório de Tecnologia e Controle de Qualidade do Pescado (LAPESC/UFERSA). No LAPESC, os peixes foram lavados em água hipoclorada (5 ppm) para remoção de impurezas. Em seguida foi realizada a drenagem, a pesagem, e a filetagem. Os filés foram embalados em sacos de polietileno, devidamente etiquetados, para receberem as soluções dos aditivos alimentares.

4.2 ADITIVOS ALIMENTARES

Foram utilizados os seguintes aditivos alimentares de grau alimentar: Tripolifosfato de Sódio P.A. ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ - Synth) e *Blend* de fosfatos - CARNAL 961 (Pentapotássio Trifosfato, Pentassódio Trifosfato, Tetrapotássio Difosfato e Tetrasódio Difosfato – Chemische Fabrik Budenheim KG). As soluções foram preparadas de acordo com as concentrações estabelecidas no delineamento experimental e mantidas em refrigeração (5°C).

4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com dois fatores ($k=2$), cada qual com quatro níveis ($N=4$): fator C (concentração do TPF e BLEND), com níveis C1 (0%), C2 (3%), C3 (5%) e C4 (10%); fator T (tempo de imersão), com níveis T1 (0 min), T2 (30 min), T3 (60 min) e T4 (120 min), totalizando 16 ensaios (N^k). Todos os tratamentos

foram realizados em triplicata. Os experimentos foram divididos em duas etapas: 1) Tratamento com Tripolifosfato de Sódio, e 2) Tratamento com *Blend* de fosfatos.

4.3.1 Fluxograma operacional

As etapas do planejamento experimental seguiu o fluxograma apresentado na Figura 1.

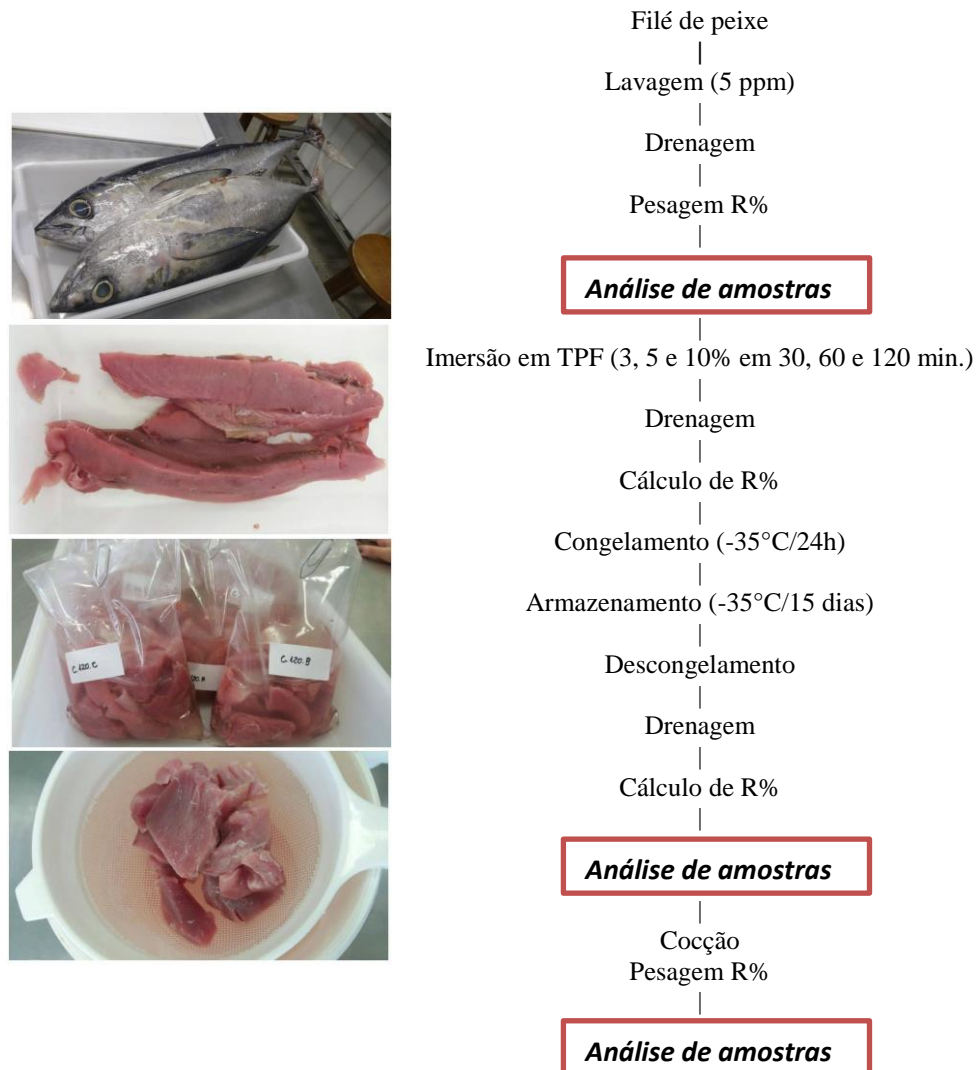


Figura 1. Fluxograma operacional das etapas do experimento nos diferentes tratamentos.

No LAPESC, os filés foram pesados em triplicata (filés com aproximadamente 225 gramas), embalados e divididos em grupos. Os filés foram imersos em soluções de TPF e *blend* (a 5°C) a 3, 5 e 10% na proporção de 1:1 p:v (filé:solução), por 30, 60 e 120 minutos. No grupo controle foi feita a imersão dos filés em água (a 5°C) sem adição de aditivos também nos tempos

30, 60 e 120 minutos. Após o tempo de imersão, os filés foram drenados, em peneiras por 5 minutos, em seguida foram pesadas, e foram retiradas as porções para análise dos parâmetros físico-químicos (pH, umidade, proteína e fosfatos).

A seguir, as amostras foram embaladas e congeladas em *ultrafreezer* (-35°C por 24 h) e armazenados a -35°C por 15 dias (tempo mínimo de permanência de produtos congelados na indústria). Após esse período de armazenamento, as amostras foram descongeladas (5°C durante 24 horas), drenadas por 5 minutos, pesadas para cálculo do rendimento. Foram analisados os parâmetros físico-químicos (pH, umidade, proteína e fosfatos).

Após o descongelamento, as amostras foram grelhadas em *grill* antiaderente a 200°C por 3 minutos de cada lado, seguindo a metodologia de Campañone *et al.* (2002). Posteriormente, as amostras foram pesadas (cálculo do rendimento) e submetidas às análises de proteína e umidade.

O rendimento (ganho/perda de peso) após imersão, descongelamento e cocção foi determinado pelo peso das amostras antes e após a imersão, antes e após o descongelamento e antes e após a cocção de acordo com Campañone *et al.*, (2002). No cálculo dos rendimentos (%) foram utilizadas as seguintes equações:

$$\text{Rendimento após imersão} = [(PAI - PI)/PI] \times 100$$

$$\text{Rendimento após descongelamento} = [(PAD - PAI)/PAI] \times 100$$

$$\text{Rendimento após cocção} = [(PAC - PAD)/PAD] \times 100$$

Onde: PAI (peso da amostra após imersão em gramas); PI (peso inicial da amostra em gramas); PAD (peso amostra após descongelamento em gramas); PAC (peso da amostra após cocção em gramas).

4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

4.4.1 Determinação de potencial hidrogeniônico (pH)

O pH foi analisado de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) e realizado em triplicata.

4.4.2 Análise de umidade e de proteína

As análises de umidade e de proteína bruta foram realizadas, em triplicata, através da análise por espectrometria em infravermelho utilizando o NIRS com intervalo de de 1200-2400 nm em passos de 1nm (SpectraStar Uniti da Unity Scientific, modelo 2400-RTW), garantindo a precisão ao abranger as bandas de combinação primária de ligações C-H, N-H, O-H, encontradas entre os principais constituintes, como gordura, proteína, umidade, amido, fibra, carboidratos, aminoácidos e açúcar. As análises foram realizadas no, Laboratório de Nutrição e Precisão (PRECISA, UFERSA).

4.4.3 Análise de Fosfato (P_2O_5)

O teor de fosfato foi determinado pela metodologia utilizada pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). A técnica aplicada fundamenta-se na reação de Misson, em que a partir de uma reação em meio ácido, o fosfato presente reage com solução de vanadato e molibdato de amônio, formando um complexo estável de coloração amarela, que é medido colorimetricamente em espectrofotômetro (marca Biospectro) a 420nm.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística, os dados foram realizadas a análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de *t*-Student, a 5% de probabilidade. Os gráficos foram elaborados através do software SigmaPlot para Windows 8 (Systat Software, Inc.). Todas as análises foram executadas pelo software XLSTAT Trial Version 2016.07.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RENDIMENTOS APÓS TRATAMENTO COM TPF E BLEND

Os resultados dos rendimentos dos filés de atum após imersão em água e solução de TPF (3, 5 e 10%) por 30, 60 e 120 minutos estão apresentados na Figura 2. Após a imersão observou-se ganho de peso em todas as concentrações e tempos de imersão, havendo diferença significativa em todas as etapas de processamento (após imersão, após descongelamento e após cocção), em todos os tratamentos e concentrações ($p < 0,05$). No tempo 30 minutos, não houve diferença significativa para os tratamentos de 3 e 5% nas etapas após imersão e após descongelamento. Porém em todas as outras concentrações, tempos e etapas, houveram diferença significativa ($p < 0,05$).

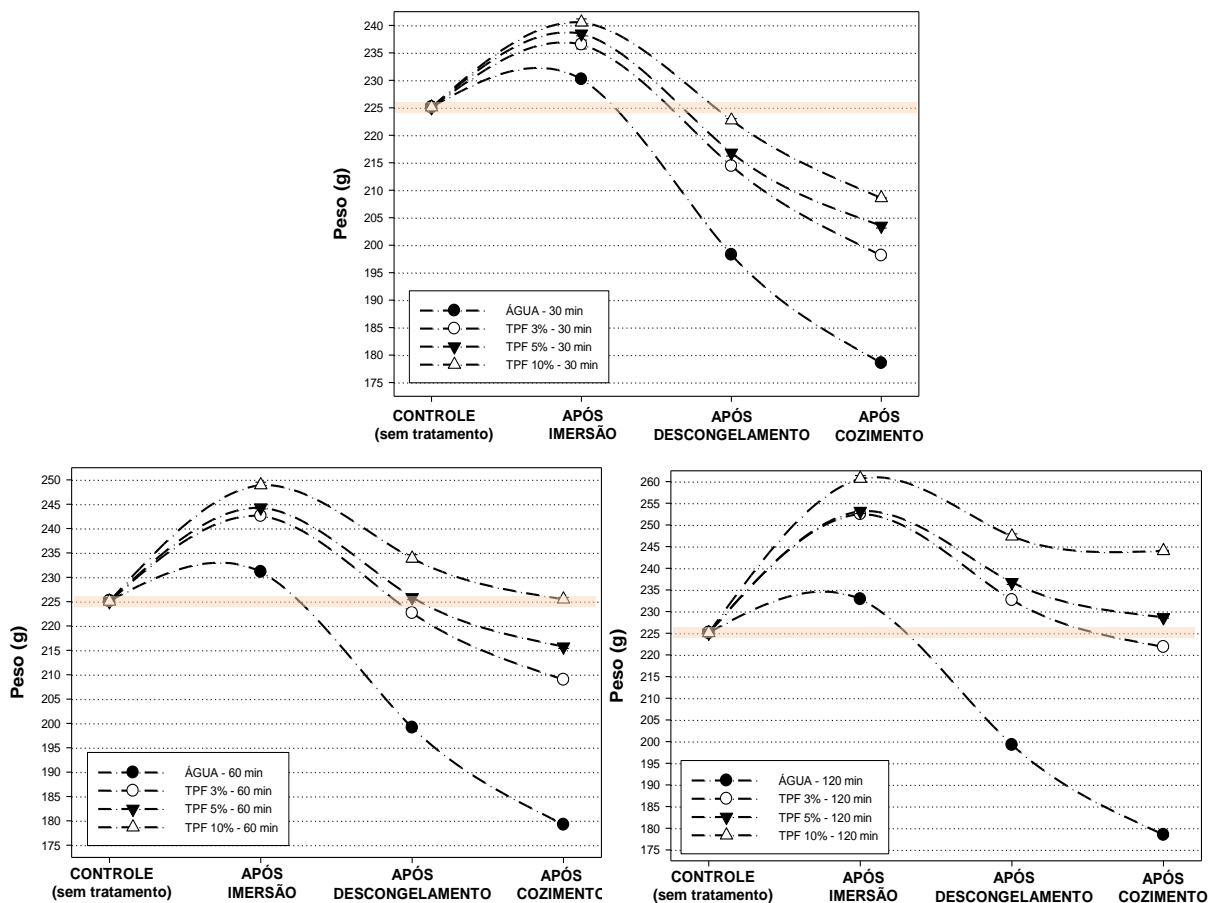


Figura 2. Rendimentos (ganho e perda de peso) após imersão em água e solução de TPF (3%, 5% e 10%) por 30, 60 e 120 minutos, após o descongelamento e cocção.

Os resultados dos rendimentos dos filés de atum após imersão em água e solução de *blend* de fosfatos (3, 5 e 10%) por 30, 60 e 120 minutos estão apresentados na Figura 3. Após a imersão houve o aumento do ganho de peso em todas as concentrações e tempos de imersão, havendo diferença significativa em todas as etapas de processamento (após imersão, após descongelamento e após cocção), e em todos os tratamentos e concentrações ($p < 0,05$). No tempo 30 minutos, não houve diferença significativa para os tratamentos de 3, 5 e 10% na etapa após imersão. Porém em todas as outras concentrações, tempos e etapas, houveram diferença significativa ($p < 0,05$).

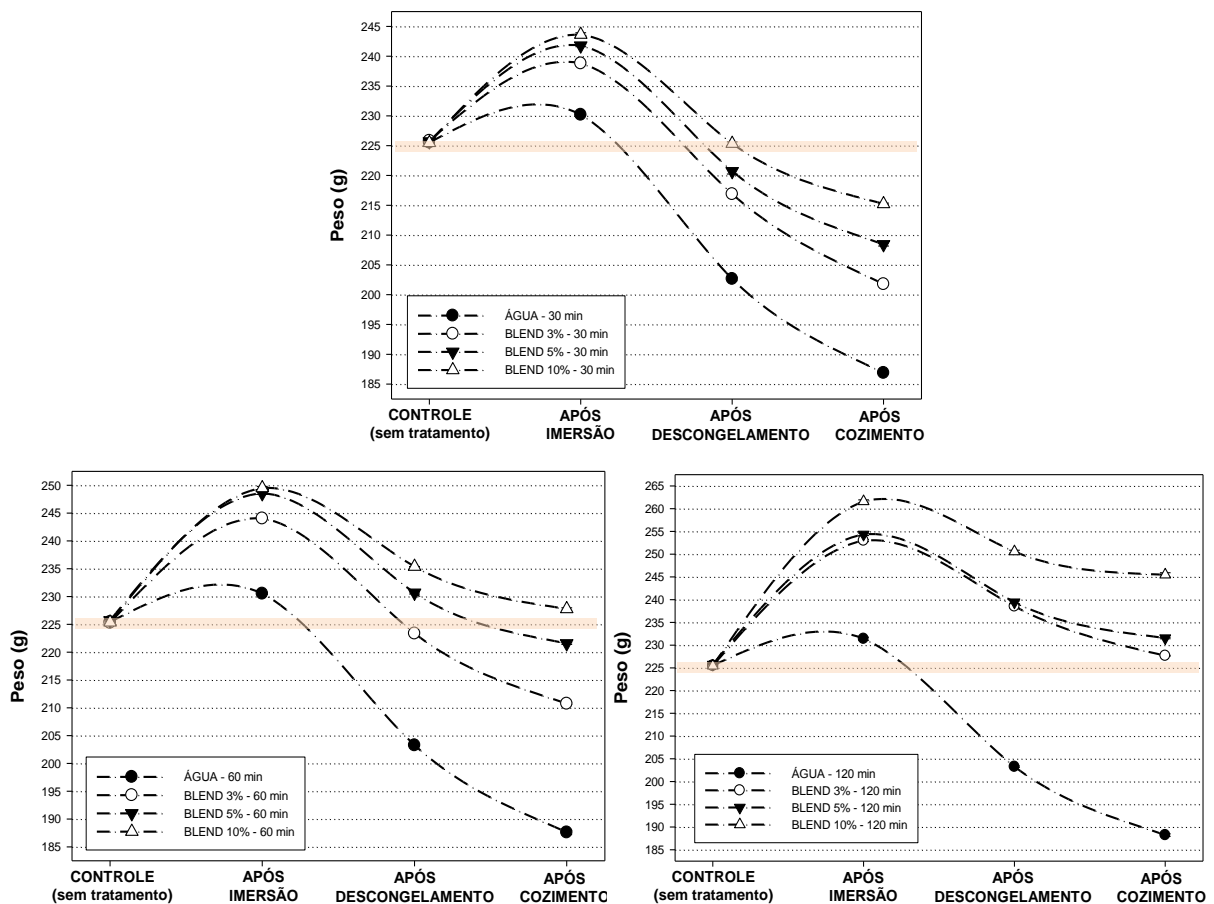


Figura 3. Rendimentos (ganho e perda de peso) após imersão em água e solução de *blend* de fosfato (3%, 5% e 10%) por 30, 60 e 120 minutos, após o descongelamento e cocção.

De uma forma geral, observa-se que os rendimentos no grupo controle (água) tanto para TPF e *blend*, em todas as etapas de processamento, foram inferiores aos outros grupos (3, 5 e 10%), e após a cocção, os melhores rendimentos foram para as amostras imersas em *blend* 10% em 120 minutos, apesar de as amostras imersas em TPF estarem bem próximas quando

comparadas também com a concentração 10% em 120 minutos. Isto pode ser explicado pela composição desse *blend*, podendo demonstrar que os componentes presentes nessa mistura (Pentapotássio Trifosfato, Pentassódio Trifosfato, Tetrapotássio Difosfato e Tetrassódio Difosfato), podem melhorar a resposta comparada ao Tripolifosfato de sódio.

Fennema (1993) e Yabiku (1995) mencionam que o exsudado do descongelamento pode ser evitado pela aplicação de polifosfatos antes do congelamento. Segundo Erdogan e Balaban (2000), a qualidade do pescado pós-cocção é um importante fator a ser observado, e o processamento térmico pode ser usado para assegurar a qualidade do mesmo, porém, pode causar perda no rendimento devido às alterações do conteúdo de umidade, e pode afetar a textura e outros atributos, em grande parte pela desnaturação proteica. Essas informações completam as de Petrovic et al. (1993), que afirmam que a qualidade dos produtos cárneos é afetada pela perda de umidade durante o congelamento, ocorrendo o decréscimo da suculência que também podem ocorrer devido a desnaturação proteica.

Como citado anteriormente, dentre diversas vantagens dos polifosfatos estão: a diminuição da perda de peso durante a estocagem, diminuição da perda do exsudado (*drip loss*) e diminuição da perda de peso durante o cozimento. Os tratamentos com fosfato avaliados neste trabalho revelaram-se eficazes quanto a diminuição na perda do exsudado, no descongelamento e na cocção, quando comparados com os grupos controle (água).

Em seu trabalho, Gonçalves (2005) encontrou valores aproximados de perda de peso (9,05% para TPF e 7,61% para *blend*, a 5% em 120 minutos) aos de Murakami (1994), que obteve resultados também com camarão (congelado e sem tratamento com fosfato), onde o camarão continua a perder peso (perda de 15,6%) durante o cozimento, restando sua integridade muscular. Thorarinsdottir et al (2004), encontraram valores de ganho de peso entre 5 e 7,6% em bacalhau tratado com fosfato.

Kilinc et al. (2009), estudou o efeito do tratamento com soluções de monofosfato de sódio, difosfato de sódio e Tripolifosfato de Sódio para melhorar a qualidade de espécies de peixes escamado (*Pollachius virens*) e badejo (*Dicentrarchus labrax*). Foi verificado que o tratamento com a solução de Tripolifosfato de sódio a 5% em 10 min de imersão teve um melhor resultado na melhoria da qualidade, e uma perda menor de peso após a cocção nas duas espécies de peixe comparado ao grupo controle. Moawad et al. (2013), estudou a eficácia do fosfato trissódico a 5% no camarão branco (*Penaeus spp.*). Após 10 min em temperatura entre 3-5°C, os camarões apresentaram um aumento da capacidade de retenção de água e uma menor perda por gotejamento e menor perda de peso após a cocção.

É importante ressaltar que, uma vez que a carne do pescado tem a tendência de perder água no post-mortem, no momento que entra em contato com a água o tecido muscular se hidrata, seguindo a mesma tendência do pescado tratado com fosfatos. Porém, após o descongelamento e destacando a etapa de pós-cocção, essa água absorvida se perde, é onde mostra a importância da utilização do fosfato na manutenção da qualidade do produto.

5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

5.2.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

O resultado do pH dos filés de atum após o tratamento com TPF e Blend (3%, 5% e 10%) por 30, 60 e 120 min (após imersão e descongelamento), estão apresentados na Tab. 1.

Tabela 1. pH dos filés de atum após imersão (AI) em TPF e Blend (3, 5 e 10%) durante 30, 60 e 120 minutos e após descongelamento (AD)

Tratamento	0 min	30 min		60 min		120 min	
		AI	AD	AI	AD	AI	AD
ÁGUA		5,97±0,01Ca	5,93±0,02Bb	6,03±0,04Ca	6,01±0,06Da	5,97±0,06Da	5,95±0,04Ca
TPF 3%	5,93±0,01	6,12±0,02Ba	6,07±0,09Aa	6,22±0,05Ba	6,13±0,03Ca	6,37±0,01Ca	6,28±0,08Ba
TPF 5%		6,19±0,08ABa	6,12±0,04Aa	6,44±0,03Aa	6,31±0,16Ba	6,51±0,03Ba	6,42±0,03Ab
TPF 10%		6,24±0,04Aa	6,13±0,07Aa	6,59±0,13Aa	6,57±0,05Aa	6,69±0,07Aa	6,53±0,13Aa
ÁGUA		5,24±0,02Ba	5,17±0,03Bb	5,27±0,02Da	5,20±0,04Db	5,24±0,03Da	5,14±0,03Db
BLEND 3%	5,28±0,03	5,59±0,05Aa	5,55±0,03Aa	5,61±0,01Ca	5,54±0,01Cb	5,63±0,03Ca	5,58±0,02Ca
BLEND 5%		5,63±0,04Aa	5,50±0,02Ab	5,71±0,02Ba	5,63±0,02Bb	5,75±0,05Ba	5,60±0,07Bb
BLEND10%		5,76±0,13Aa	5,47±0,18Aa	6,33±0,03Aa	6,09±0,11Ab	6,56±0,06Aa	6,52±0,09Aa

Nota: letra maiúscula refere-se à coluna (concentrações), quando iguais não apresentam diferenças significativas ($p>0,05$). Letra minúscula refere-se às linhas (etapas de processamento – AI e AD) quando iguais não apresentam diferenças significativas ($p>0,05$). Valores apresentados com média \pm desvio padrão ($n = 3$).

Nas soluções com TPF em 30 minutos após imersão (AI), o grupo controle (água) mostrou diferença significativa ($p<0,05$) do grupo 3%, onde, o grupo 5% se mostra estatisticamente igual aos grupos 3% e 10%. No mesmo tempo, porém após o descongelamento, o único grupo que diferiu foi o controle. Neste caso os resultados sugerem que aumentando o percentual do aditivo há um aumento do pH, porém, após o descongelamento os valores de pH se mostraram menores, provavelmente devido a lixiviação de eletrólitos durante o descongelamento. No tempo 60 minutos, todas as concentrações diferiram estatisticamente ($p<0,05$). No tempo 120 minutos após imersão, todas as concentrações diferiram entre si.

Porém, após o descongelamento foi observado que as concentrações 5% e 10% não apresentaram diferenças estatísticas, mostrando também que os valores de pH após o descongelamento, diminuíram quando comparados após a imersão. As etapas após imersão e após descongelamento, em 30 minutos, o grupo que mostrou diferença significativa foi o controle (água). O tempo 60 minutos não diferiu, e o 120 minutos diferiu apenas na concentração 5%.

Nas soluções com *blend* em 30 minutos, após imersão e após descongelamento, o grupo controle (água) mostrou diferença significativa ($p < 0,05$) para as demais concentrações. Nos demais tempos (60 e 120 minutos) e nas demais concentrações (3%, 5% e 10%), não foram observadas diferenças significativas. Igualmente aos resultados de TPF, foi observado que aumentando o percentual de aditivos (tanto para AI quanto para AD) também está aumentando o pH, porém, após o descongelamento os valores de pH se mostraram menores. As etapas após imersão e após descongelamento que não mostraram diferenças significativas ($p > 0,05$) foram 3% e 10% em 30 minutos, e também 3% e 10% em 120 minutos.

Apesar de ser observado que os valores de pH aumentaram com o passar do tempo de exposição e com o aumento do percentual dos aditivos, os valores de pH encontrados (6,69 para TPF e 6,56 para *blend*, ambos na concentração de 10%, em 120 minutos) estão de acordo com a legislação em vigor no território nacional – Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 2017), que estabelece pH inferior a 7,0 para os peixes.

Kirschnik e Macedo-Viegas (2009), obtiveram resultados dos valores de pH nas CMS de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com adição de aditivos (0,1% de Eritorbato de Sódio e 0,5% de Tripolifosfato de sódio) entre 6,4 e 7,2. No entanto, deve-se reforçar que o aumento do pH também pode indicar degradação proteica, com produção de substâncias como amônia e outras aminas. Etemadian, *et al* (2011), obteve aumento de pH para amostras pré tratadas de *Rutilus kutum* com fosfatos, porém entre todos os fosfatos utilizados pelos autores, o Tripolifosfato de Sódio resultou em um pH mais baixo em comparação com Pirofosfato de Tetrassódio e combinação de Tripolifosfato de Sódio e Pirofosfato de Tetrassódio.

Moawad, *et al* (2013), utilizando fosfato trissódico em seu trabalho, observou que o valor inicial do pH do camarão (*Penaeus spp.*) tratado aumentou de 6,83 para 6,95 no tempo zero. Também foram observadas ligeiras alterações nos valores de pH ao longo do armazenamento (1 mês a 6 meses), atingindo um valor de 7,13 no final do armazenamento.

5.2.2 Umidade, proteína e relação U/P

Os resultados do conteúdo de umidade (g/100g), proteína (g/100g) e a relação entre umidade e proteína (U/P), dos filés de atum após o tratamento com TPF e Blend (3%, 5% e 10%) por 30, 60 e 120 minutos após imersão, após descongelamento e após o cozimento, estão apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4, respectivamente.

Tabela 2. Teor de Umidade (g/100g), Proteína (g/100g) e Relação U/P nas amostras tratadas com TPF e *blend* nas concentrações 3, 5 e 10%, nos tempos 30, 60 e 120 minutos (após imersão).

	Solução	Tempo de imersão (min)	Umidade (g/100g)	Proteína (g/100g)	Relação U/P
Etapa I	<i>In natura</i>	-	72,17±0,02	24,54±0,09	2,94
	ÁGUA	30	73,81±0,21	24,16±0,19	3,06
	ÁGUA	60	74,10±0,02	23,73±0,19	3,12
	ÁGUA	120	74,63±0,06	23,61±0,06	3,16
	TPF 3%	30	75,42±0,45	22,18±0,01	3,40
	TPF 3%	60	77,70±0,05	20,65±0,10	3,76
	TPF 3%	120	78,70±0,22	19,62±0,12	4,01
	TPF 5%	30	76,33±0,28	21,21±0,04	3,60
	TPF 5%	60	78,39±0,03	19,74±0,06	3,97
	TPF 5%	120	79,25±0,06	18,44±0,13	4,30
	TPF 10%	30	77,40±0,29	21,13±0,11	3,66
	TPF 10%	60	79,33±0,07	18,76±0,12	4,23
	TPF 10%	120	80,56±0,26	17,66±0,52	4,56
	Etapa II	<i>In natura</i>	-	63,71±0,09	21,10±0,07
ÁGUA		30	65,50±0,11	20,61±0,12	3,18
ÁGUA		60	65,64±0,17	20,43±0,14	3,21
ÁGUA		120	65,99±0,15	20,40±0,40	3,23
BLEND 3%		30	67,54±0,21	19,71±0,13	3,43
BLEND 3%		60	69,59±0,09	19,50±0,16	3,57
BLEND 3%		120	71,29±0,24	18,35±0,05	3,89
BLEND 5%		30	68,18±0,08	19,52±0,06	3,49
BLEND 5%		60	70,19±0,07	18,92±0,05	3,71
BLEND 5%		120	71,77±0,06	18,44±0,05	3,89
BLEND 10%		30	68,90±0,05	19,41±0,03	3,55
BLEND 10%		60	70,53±0,02	18,41±0,03	3,83
BLEND 10%		120	73,75±0,14	17,70±0,14	4,17

Os resultados de umidade, proteína e relação U/P após a imersão nos tratamentos com TPF e *Blend*, apresentaram valores entre 75,42% a 80,56% (g/100g) para umidade, 17,66% a 22,18% (g/100g) de proteína e relação U/P entre 2,94 a 4,56; para o *blend*, os valores variaram entre 73,75% a 67,54% (g/100g) para umidade, 17,70% a 19,71% para proteína, e 3,02 a 4,17 para relação U/P.

Lampila (1992) comenta que normalmente é esperado um conteúdo de umidade do pescado comercial inferior a 80%, e que qualquer valor acima de 80% pode indicar um pré-tratamento desse pescado com algum agente umectante. Comparando-se o valor da umidade inicial dos filés (*in natura*), sem sofrer qualquer tratamento, observa-se que houve um acréscimo do percentual de umidade como efeito dos tratamentos com o aditivo fosfato, demonstrando que houve um aumento na retenção de água, o que corrobora com os resultados de rendimento após imersão (ganho de peso das amostras) apresentados nas Figuras 2 e 3. Os teores de proteína encontrados estão dentro dos encontrados para pescado, e os valores da relação umidade/proteína próximos aos valores médios para pescado.

Considerando a vulnerabilidade do pescado à adulteração, surpreendentemente poucas informações estão disponíveis sobre o conteúdo real de umidade e proteína do pescado no mercado. Em geral, na carne, o teor de água é próximo de 77% e proteína a 23%, resultando em uma relação água:proteína de 3,35. Esta informação também é usada para controlar a adição excessiva de água internacionalmente. O Regulamento de Normas e Padrões para a comercialização de carne de aves (CE) 543/2008 (EC, 2008) limita a relação água:proteína em 3,40 para os peitos de frango. O Manual de Indústrias de Alimentos (RANKEN *et al.*, 1997) estabelece limites para as relações água:proteína livre de gordura para carne de porco (3,40-3,50) e carne bovina (3,60-3,70).

Segundo van Ruth *et al.* (2014), a Diretiva Europeia sobre Rotulagem dos Alimentos (Regulation (EC) No. 178/2002) inclui a exigência de uma Declaração Quantitativa de Ingredientes, o que significa que a maioria dos produtos de pescado pré-embalados devem ser rotulados com uma declaração da quantidade do pescado presente como o percentual do peso final do produto. Por razões fisiológicas, existem fortes relações entre os níveis de proteína e umidade na carne vermelha (DE GREEF *et al.*, 1992) e na do pescado (MENEGASSI, 2011; YEANNES; ALMANDOS, 2003; BRECK, 2014; VAN RUTH *et al.*, 2014).

van Ruth *et al.* (2014) avaliaram 110 espécies de pescado que estavam entre as mais frequentemente consumidas na Holanda (refrigeradas e congeladas, i.e., bacalhau, pangásius, salmão, camarão e tilápia). Os teores de umidade e de proteína bruta dos produtos obtidos nos supermercados, lojas especializadas e mercados abertos (lojas móveis) foram examinados com os métodos oficiais de referência e avaliados em relação aos valores da literatura. A proporção média de água:proteína variou de 3,3 a 4,4 para o bacalhau, o salmão e a tilápia (refrigerados), para camarões refrigerados (4,8) e pangásius (6,9), onde demonstram relação média água:proteína relativamente alta. Independentemente das espécies, as amostras congeladas

apresentaram maiores relações de água:proteína que as amostras refrigeradas, com valores médios impressionantes para camarão e panga, isto é, 7,2 e 7,9, respectivamente.

Os autores concluíram que quanto ao teor de umidade e proteína, diferenças significativas na composição para diferentes espécies e temperatura (refrigerados ou congelados). As espécies panga refrigerado, panga congelado e o camarão congelado revelaram teores de umidade consistentemente mais elevados comparados a outros estudos na literatura, e os resultados indicaram que houve adição de água nos produtos, o que parece ocorrer sem especificação na rotulagem em certos produtos refrigerados e inferiores na rotulagem, em particular, nos produtos congelados.

Os resultados de umidade, proteína e relação U/P após o descongelamento, nos tratamentos com TPF e *Blend* estão apresentados na Tabela 3, e apresentaram valores entre 71,33% a 78,67% (g/100g) para umidade, 19,32% a 25,49% (g/100g) de proteína e relação U/P entre 2,30 a 4,07; para o *blend*, os valores variaram entre 64,54% a 72,54% (g/100g) para umidade, 18,07% a 20,60% para proteína, e 2,84 a 4,01 para relação U/P.

Tabela 3. Teor de Umidade (g/100g), Proteína (g/100g) e Relação U/P nas amostras tratadas com TPF e *blend* nas concentrações 3, 5 e 10%, nos tempos 30, 60 e 120 minutos (após descongelamento).

	Solução	Tempo de imersão (min)	Umidade (g/100g)	Proteína (g/100g)	Relação U/P
Etapa I	ÁGUA	30	68,29±0,10	29,72±0,26	2,30
	ÁGUA	60	68,27±0,30	28,64±0,17	2,38
	ÁGUA	120	69,52±0,39	28,67±0,12	2,43
	TPF 3%	30	71,33±0,13	25,49±0,38	2,80
	TPF 3%	60	74,15±0,13	23,51±0,21	3,15
	TPF 3%	120	75,75±0,15	22,25±0,07	3,40
	TPF 5%	30	72,60±0,16	24,47±0,29	2,97
	TPF 5%	60	75,25±0,28	22,30±0,28	3,37
	TPF 5%	120	76,53±0,21	21,29±0,12	3,59
	TPF 10%	30	74,81±0,28	23,56±0,38	3,18
	TPF 10%	60	76,82±0,12	21,53±0,42	3,57
	TPF 10%	120	78,67±0,19	19,32±0,19	4,07
Etapa II	ÁGUA	30	61,35±0,23	21,58±0,22	2,84
	ÁGUA	60	61,79±0,18	21,60±0,03	2,86
	ÁGUA	120	61,86±0,07	21,66±0,09	2,86
	BLEND 3%	30	64,54±0,16	20,60±0,03	3,13
	BLEND 3%	60	66,58±0,10	20,37±0,05	3,27
	BLEND 3%	120	69,38±0,14	18,78±0,02	3,69
	BLEND 5%	30	65,30±0,15	20,41±0,11	3,20
	BLEND 5%	60	67,51±0,29	19,54±0,31	3,46
	BLEND 5%	120	69,66±0,11	18,56±0,12	3,75
	BLEND 10%	30	66,46±0,13	20,26±0,10	3,28
	BLEND 10%	60	68,52±0,05	19,23±0,53	3,57
	BLEND 10%	120	72,54±0,31	18,07±0,01	4,01

Gonçalves *et al.* (2008) afirma que quando usado corretamente, os fosfatos preservam a umidade natural do músculo levando a um produto mais suave e de alta qualidade. A desidratação do tecido muscular é comum, e no descongelamento, muito líquido celular é perdido (CHEVALIE *et al.*, 2000). O sistema de congelamento utilizado (-35°C por 24 h) não influenciou o teor proteico, o que pode ser explicado pela interação baixa temperatura e a provável ação crioprotetora do aditivo fosfato. Os resultados de pesquisas realizadas utilizando tratamento com imersão de fosfato em camarões (GONÇALVES, 2005) mostram também valores maiores de proteínas após o descongelamento.

Garrido (2005) observou uma perda de peso e conseqüente perda de umidade após o descongelamento de camarões tratados com TPF, quando comparado com o peso e umidade das amostras após a imersão. Sugere-se que uma menor perda de água (umidade) da amostra tratada com fosfato, quando comparada com a amostra não tratada (controle), pode ser atribuída ao aumento da capacidade de retenção de água como resultado da ação do aditivo fosfato. De fato, percebe-se na Tabela 3, que os resultados de umidade após o descongelamento, quando comparado com os resultados apresentados na Tabela 2 (umidade após imersão) são menores, porém, ainda acima dos valores da amostra não tratada, o que novamente demonstra a eficácia do aditivo fosfato (TPF e Blend) na retenção de água.

Os resultados de umidade, proteína e relação U/P após a cocção, nos tratamentos com TPF e *Blend* estão apresentados na Tabela 4, e apresentaram valores entre 68,59% a 77,79% (g/100g) para umidade, onde todos os valores encontrados são superiores ao grupo controle; valores de 20,81% a 28,55% (g/100g) para proteína; e relação U/P entre 2,40 a 3,74. Para o *blend*, os valores variaram entre 62,31 % a 71,64% (g/100g) para umidade, onde também todos os valores encontrados são superiores ao grupo controle; e valores de 19,30% a 21,34% para proteína, e 2,92 a 3,71 U/P. Nos tratamentos com o aditivo TPF e *Blend*, observou-se que os teores de umidade diminuíram de acordo com as etapas de processamento (após imersão, após descongelamento e após cocção), e conseqüentemente, os valores de proteína, e a relação umidade:proteína aumentaram proporcionalmente.

Nguyen *et al.* (2012) afirmam que o aditivo fosfato pode ser utilizado no processamento de pescado para melhorar o rendimento, a capacidade de retenção de água, assim como os atributos sensoriais do produto final. O fosfato afeta o tecido muscular, aumentando o pH, a força iônica entre as proteínas e as moléculas de água, a quelação de íons metálicos e a dissociação do complexo de actomiosina, alternando, assim, a dinâmica da água nos tecidos (DAMODARAN, *et al.*, 2010).

Tabela 4. Teor de Umidade (g/100g), Proteína (g/100g) e Relação U/P nas amostras tratadas com TPF e *blend* nas concentrações 3, 5 e 10%, nos tempos 30, 60 e 120 min. (após cocção).

	Solução	Tempo de imersão (min)	Umidade (g/100g)	Proteína (g/100g)	Relação U/P
Etapa I	ÁGUA	30	64,37±0,23	32,43±0,32	1,98
	ÁGUA	60	64,76±0,16	32,28±0,18	2,01
	ÁGUA	120	65,84±0,08	31,43±0,12	2,10
	TPF 3%	30	68,59±0,32	28,55±0,29	2,40
	TPF 3%	60	71,67±0,27	26,62±0,17	2,69
	TPF 3%	120	72,37±0,09	25,86±0,16	2,80
	TPF 5%	30	70,43±0,22	27,42±0,30	2,57
	TPF 5%	60	73,75±0,15	25,74±0,10	2,86
	TPF 5%	120	73,74±0,25	24,64±0,35	2,99
	TPF 10%	30	72,20±0,11	25,80±0,18	2,80
	TPF 10%	60	74,10±0,07	24,14±0,08	3,07
	TPF 10%	120	77,79±0,13	20,81±0,05	3,74
Etapa II	ÁGUA	30	58,72±0,21	32,40±0,08	1,81
	ÁGUA	60	59,46±0,08	32,42±0,04	1,83
	ÁGUA	120	59,52±0,17	32,47±0,05	1,83
	BLEND 3%	30	62,31±0,03	21,34±0,11	2,92
	BLEND 3%	60	64,54±0,11	20,88±0,10	3,09
	BLEND 3%	120	67,68±0,19	20,58±0,10	3,29
	BLEND 5%	30	63,45±0,03	20,92±0,05	3,03
	BLEND 5%	60	66,41±0,04	20,31±0,18	3,27
	BLEND 5%	120	68,68±0,11	18,79±0,06	3,65
	BLEND 10%	30	64,78±0,17	20,51±0,14	3,16
	BLEND 10%	60	67,42±0,07	20,57±0,02	3,28
	BLEND 10%	120	71,64±0,08	19,30±0,38	3,71

O percentual de umidade está diretamente relacionado à quantidade de água disponível nos filés, e após a cocção, este corresponde à perda de peso sofrida pelos filés quando aquecido em condições em que a água foi removida. Garrido (2005) observou teores de até 83% de umidade após o congelamento e 81% após a cocção, em amostras de camarão tratadas com fosfato. A perda de umidade em função das etapas de processamento (descongelamento e cocção) pode indicar a eficácia dos aditivos (TPF e o *blend*) na retenção de água nos filés.

As propriedades texturais, atributos sensoriais e a validade comercial do pescado, dependem da interação da água com outros constituintes dos alimentos, destacando-se a interação com as moléculas de proteínas (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). Qualquer mudança no meio (pH, força iônica, temperatura, entre outras) forçará a molécula proteica a assumir uma nova estrutura de equilíbrio (LAKSHMANAN *et al.*, 2007). Esta mudança é chamada de desnaturação proteica, com a desnaturação, a proteína perde suas características físico-químicas e, conseqüentemente, a capacidade de interação com a água (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). A desnaturação da proteína durante a

estocagem de pescado congelado decorre de alterações ou modificações da forma das proteínas miofibrilares, ou, da agregação causada pelo aumento das ligações intermoleculares da miosina, na qual envolvem ligações de hidrogênio, iônicas, hidrofóbicas e pontes de dissulfetos (JARENBACK; LILJEMARK, 1975; KUHN; SOARES, 2009).

Os teores de umidade e proteína determinados nas amostras de filés de atum (Tabelas 2, 3 e 4) estão de acordo com os relatados por Krzynowek e Murphy (1987), que relataram um teor de umidade de 82,1% e um teor de proteína de 17,4% para os filés de bacalhau frescos. Petrovic, Grujic e Petrovic (1993), afirmam que a qualidade de produtos cárneos congelados é afetada pela perda de umidade durante o congelamento, ocorrendo decréscimo da suculência e outras alterações que acontecem devido a desnaturação proteica.

5.2.3 Fosfato (P₂O₅)

Os resultados de fosfato em P₂O₅ (%) dos filés de atum após o tratamento com TPF e *blend* (3%, 5% e 10%) por 30, 60 e 120 minutos após imersão, estão apresentados na Tabela 5. Observa-se que no grupo controle (água), os teores de fosfato encontrados mantiveram-se estáveis, e não diferiram significativamente com o tempo de imersão em água. Enquanto nos grupos com soluções de fosfato, quanto maior a concentração e maior o tempo de contato (imersão), o teor de fosfato residual aumentou. Após a imersão, houve diferença significativa ($p < 0,05$) nas concentrações 5% e 10% tanto para TPF quanto para *blend* nos tempos 30, 60 e 120 minutos. Os teores de fosfato estão compreendidos entre 0,243 a 0,697 para TPF, e 0,244 a 0,814 para *blend*. Mostrando que o maior teor residual encontrado foi em *blend* a 10% durante 120 minutos.

Os teores residuais de fosfato encontrado em todos tratamentos estão abaixo dos limites estabelecidos pela legislação internacional (CODEX, 1990), principalmente quando se permite incluir o valor do fosfato natural, ou seja, baseado no que foi acordado e referendado na 19ª Sessão do Comitê Codex Alimentarius para Pescado e Derivados, do (Página 7, Item 4. Additives, subitem 47 – Codex, 1990) o percentual permitido de fosfato natural presente na musculatura de diferentes espécies seria de 0,5% (5g/kg) somado ao limite de uso para cada tipo de pescado e seus produtos.

Tabela 5. Teores de fosfato (P_2O_5 em g/100g) nas amostras tratadas com fosfato e *blend* nas concentrações 3, 5 e 10%, nos tempos 30, 60 e 120 minutos (após imersão).

Amostra	<i>in natura</i>	30 min	60 min	120 min
ÁGUA		0,245±0,002 ^a	0,243±0,005 ^a	0,243±0,002 ^a
TPF 3%	0,247±0,009 ^a	0,362±0,042 ^a	0,380±0,007 ^a	0,411±0,022 ^a
TPF 5%		0,381±0,002 ^a	0,422±0,022 ^b	0,547±0,027 ^c
TPF 10%		0,437±0,033 ^a	0,547±0,027 ^b	0,697±0,040 ^c
ÁGUA		0,246±0,002 ^a	0,245±0,004 ^a	0,244±0,003 ^a
BLEND 3%	0,246±0,011 ^a	0,367±0,006 ^a	0,391±0,001 ^a	0,454±0,035 ^a
BLEND 5%		0,406±0,003 ^a	0,500±0,006 ^b	0,677±0,022 ^c
BLEND 10%		0,677±0,019 ^a	0,754±0,044 ^b	0,814±0,010 ^c

* Legislação internacional 1 g/100g (sendo 0,5g/100g de fosfato natural). Letras iguais na mesma linha não apresentam diferenças significativas ($p>0,05$). Valores apresentados com média \pm desvio padrão.

Gonçalves *et al.* (2008) obtiveram níveis de P_2O_5 abaixo do limite de 0,5%, após o tratamento de filés de peixe do congrio rosa (*Genypterus brasiliensis*), mexilhões desconchados pré-cozidos, e cabrinha (*Prionotus punctatus*) com (TPF e *blend* de fosfatos) a 5% por 120 min. Os valores médios encontrados para o congrio rosa utilizando TPF foram 0,145, e *blend* 0,345; e para cabrinha, utilizando TPF foram 0,194 e *blend* 0,213 de fosfato residual.

5.3 COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON (R) e REGRESSÃO LINEAR (R^2) ENTRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS (FOSFATO E pH)

Os resultados da correlação de Pearson (R) e regressão linear (R^2) entre o pH e fosfato (% P_2O_5) após o tratamento com TPF (3%, 5% e 10%) e grupo controle (água) por 30, 60 e 120 minutos estão apresentados na Figura 4.

A Figura 4A ilustra a relação entre o pH e fosfato natural para o grupo água (controle), no entanto, têm-se uma correlação moderada positiva ($R=0,77479$; $R^2=0,6003$), e esperada para esse grupo. As demais figuras (4B, 4C e 4D) mostram que os valores de fosfato estão próximos e que há uma forte correlação entre eles e o pH. Percebe-se que o aumento do fosfato residual correlaciona-se com o aumento do pH. A correlação mais forte encontrada está apresentada na figura 4D, onde $R=0,975192$; $R^2=0,951$, correspondente a concentração de 10%.

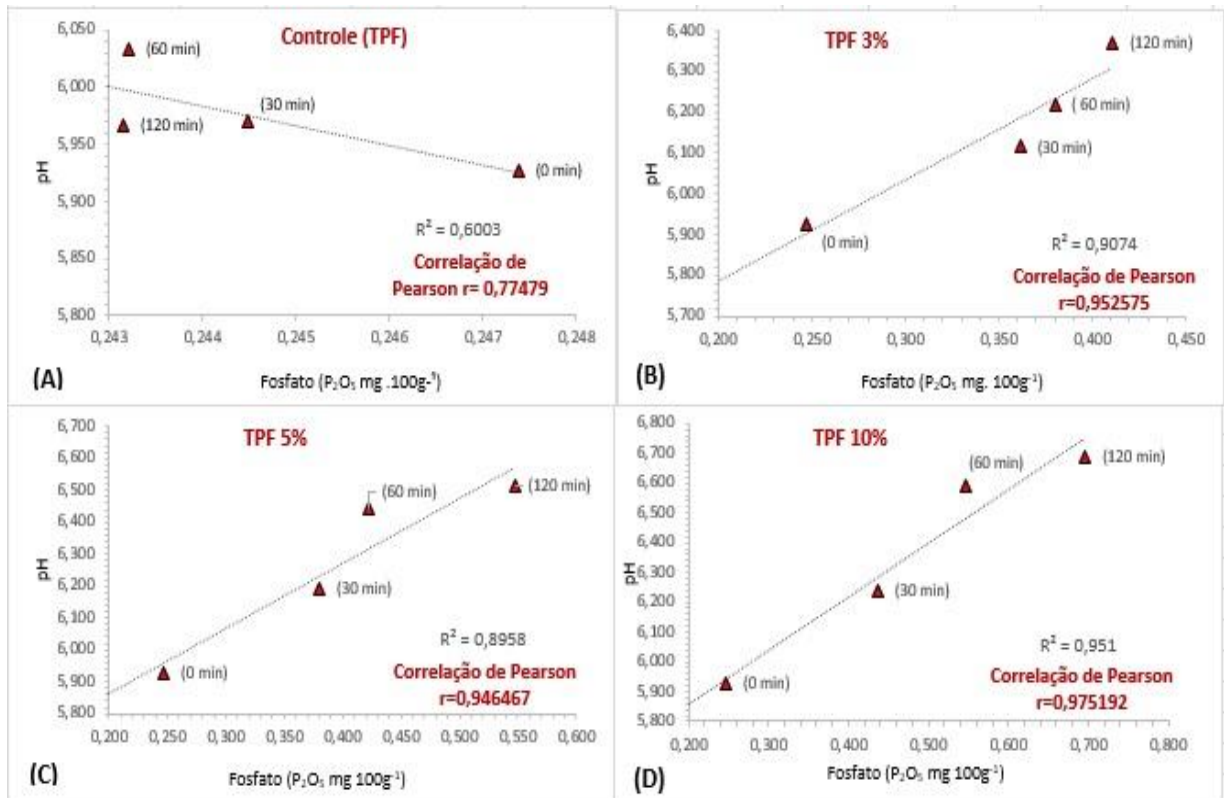


Figura 4. Relação entre o pH e as concentrações de fosfato dos filés de atum tratados com TPF (3%, 5% e 10% por 30, 60 e 120 minutos).

Os resultados da correlação linear e o respectivo coeficiente de correlação (R^2) entre o pH e fosfato (% P₂O₅) após o tratamento com *Blend* (3%, 5% e 10%) e grupo controle (água) por 30, 60 e 120 minutos estão apresentados na Figura 5.

A Figura 5A ilustra a relação entre o pH e fosfato natural para o grupo água (controle), no entanto, têm-se uma correlação fraca positiva ($R=0,44227$; $R^2=0,1956$), e também esperada para esse grupo. As demais figuras (5B, 5C e 5D) mostram que os valores de fosfato estão próximos e que há uma forte correlação entre eles e o pH. Percebe-se que o aumento do fosfato residual correlaciona-se com o aumento do pH. A correlação mais forte encontrada está apresentada na figura 5B e 5C, onde $R=0,9409$; $R^2=0,8853$ e $R=0,94021$; $R^2=0,884$, respectivamente, correspondentes as concentrações de 3% e 5%.

Utilizou-se os valores de R e R^2 para mostrar que, obtendo-se o valor de R^2 , tem-se o percentual da variação do fosfato sobre o valor de pH. Os valores obtidos de R (Correlação de Pearson) mediram a intensidade, ou seja, o grau de relação entre pH e fosfato. Portanto, pode-se observar que embora os valores de R encontrados para TPF e *Blend* de fosfatos atinjam valores de correlação forte positiva, não se pode afirmar que os valores estão dentro do considerado ótimo.

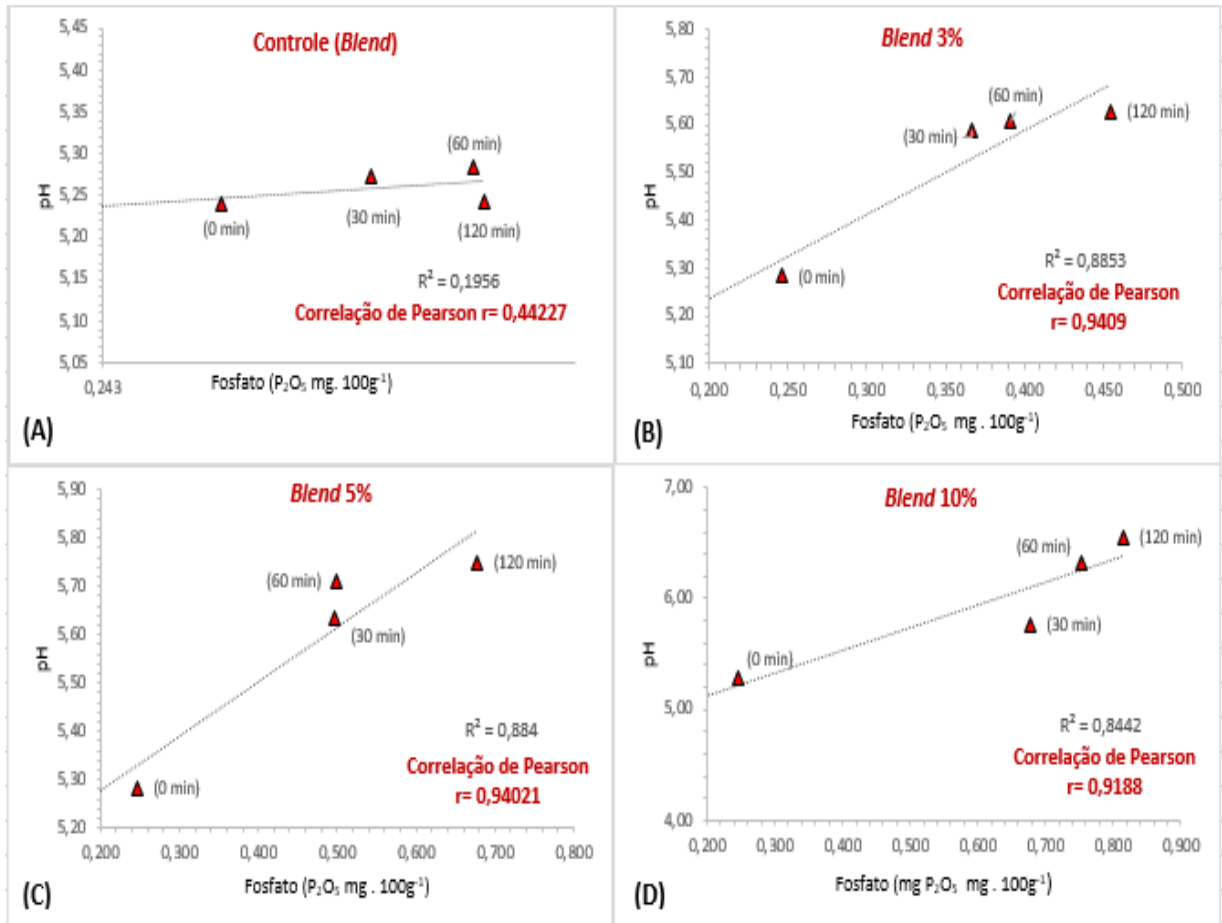


Figura 5. Relação entre o pH e as concentrações de fosfato dos filés de atum tratados com *blend* (3%, 5% e 10% por 30, 60 e 120 minutos).

É comum encontrar, na literatura, referências sobre os efeitos do pH na capacidade de retenção de água, porém, poucos trabalhos referem-se a correlação existente entre o pH e a concentração de fosfato adicionado. Girard (1991) sugere que a adição de polifosfatos na carne pode elevar o pH de 0,2 a 0,5 unidades, o que corrobora com os valores encontrados no presente estudo. Esse aumento do pH pode estar relacionado ao aumento da força iônica e a quelação de íons metálicos causadas pela ação dos polifosfatos (DUSEK *et al.*, 2002).

Sampaio *et al.* (2001) avaliou o efeito de diferentes aditivos alimentares (fosfato de sódio bibásico, fosfato monossódico, fosfato dissódico, fosfato trissódico, pirofosfato ácido de sódio, pirofosfato tetrassódico, tripolifosfato de sódio e hexametáfosfato de sódio) na concentração de 2,5%, no camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* e observaram uma relação do tipo polinomial entre os valores do pH das soluções de aditivos testadas e da carne do camarão.

6. CONCLUSÕES

Observou-se baixa correlação linear entre os valores de pH e P_2O_5 o qual pode se tornar um problema quando for considerado um parâmetro exclusivo para indicar o uso abusivo do aditivo alimentar fosfato em pescado.

Todos os aditivos alimentares utilizados no presente estudo (TPF e *Blend*) demonstraram sua eficácia na retenção de água após imersão, descongelamento e cocção.

Observou-se um aumento gradual dos teores de umidade (após imersão em soluções de TPF e *Blend*), e conseqüente um aumento na relação umidade/proteína, podendo ser considerado um novo parâmetro a ser considerado como indicativo uso de agentes umectantes no pescado.

Observou-se um aumento gradual do pH e do fosfato residual (P_2O_5) em todos os tratamentos, e ainda permaneceram abaixo dos limites estabelecidos pela legislação nacional (pH) e internacional (P_2O_5).

A partir dos resultados de nossos experimentos, sugere-se uma revisão crítica e que possíveis mudanças possam ser avaliadas nos parâmetros oficiais como indicadores de uso abusivo do aditivo fosfato em pescado e combater uma fraude econômica nos produtos congelados. Ressalta-se que essas mudanças devem ser o foco do estudo colaborativo para sua validação.

REFERÊNCIAS

- ABBAS, K. A; MOHAMED, B; JAMILAH and EBRAHIMIAN. A Review on correlations between fish freshness and pH during cold storage. *Am. J. Biochem. & Biotech*, v.4, n. 4, p. 416-421. 2008.
- BJØRKEVOLL, I.; REBOREDO, R.G.; FOSSEN, I. Methods for phosphate addition in heavy salted cod (*Gadus morhua*). *LWT - Science and Technology Food*, v. 58, p.502-510, 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, aprova o novo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, Seção 1, No. 62, p. 3-27, 30 de março de 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de peixe fresco (inteiro e eviscerado). Portaria Nº. 185, de 13 de maio de 1997**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, Seção 1, No. 93, p. 10, 19 de maio de 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Comunica que dentre outros aspectos, **“O tripolifosfato de sódio não deve ser utilizado antes do congelamento. A aplicação deste aditivo somente será autorizada na água de superfície, de acordo com as instruções contidas na Circular DIPOA no. 13/70”**. CIRCULAR/GAB/DIPOA/SDA Nº 009 de 12 de novembro de 2003.
- BRECK, J.E. Body composition in fishes: Body size matters. *Aquaculture*, v. 433, n. 20, p.40–49, 2014.
- CAMPAÑONE, L.A.; ROCHE, L.A.; SALVADORI, V.O.; MASCHERONI, R.H. Monitoring of weight losses in meat products during freezing and frozen storage. *Food Science and Technology International*, v. 8, n. 4, p.229-238, 2002.
- CFIA - Canadian Food Inspection Agency. Animal Products Directorate, Fish, Seafood and Production. **List of Permitted Additives in Fish and Fish Products** (12.05.04). Disponível em <http://www.inspection.gc.ca/active/eng/anima/fispoi/product/additi/fispoiadd_dbe.asp> Acesso em 27/08/2015.
- CHEVALIER, D.; LE BAIL, A.; GHOUL, M. Freezing and ice crystals formed in a cylindrical food model: part I. Freezing at atmosphere pressure. *Journal of Food Engineering*, France, v. 46, p. 287-293, 2000.

CODEX STAN 190-1995. Standard for quick frozen fish fillets. Codex Stan 1990-1995 (Amendments 2011, 2013, 2014), 7 p.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. V. 4. Ed. Porto Alegre: Ed. Artmed, p. 900, 2010.

DE GREEF, K.H.; VERSTEGEN, M.W.A.; KEMP, B. Validation of a porcine growth model with emphasis on chemical body composition. **Livestock Production Science**, v. 32, p. 163–180, 1992.

DUSEK, B. H. et al. Determination of nitrated polycyclic aromatic hydrocarbons and their precursors in biotic matrices. **J Chromatogr A**, v. 982, p. 127-143, 2002.

ELLINGER, R. H. Some general chemical characteristics of phosphates. Ch. 3 in “**Phosphates as food ingredients**”, 3 p., CRC Press, Boca Raton, Fla., 1972.

ERDOGDU, F.; BALABAN, M. O. Thermal processing effects on the textural attributes of previously frozen shrimp. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 9, n. 4, p.61-84, 2000.

ETEMADIAN, Y; B. SHABANPOUR, B; SADEGHI MAHOONAK, A. R; SHABANI, A; ALAMI, M. Cryoprotective effects of polyphosphates on *Rutilus frisii kutum* fillets during ice storage. **Food Chemistry**. v. 129, p.1544–1551, 2011.

FENNEMA, O. Química de los Alimentos. Zaragoza: Editorial Acribia, p.1095, 1993.

GARRIDO, L. R. Uso de fosfatos no processamento de pescado e mariscos. In: Workshop “o desenvolvimento sustentável na concepção de produtos na indústria de pescado”. São Paulo, 2005. **Seafood Expo Latin America**. São Paulo, 2005.

GIRARD, J. P. Tecnología de la carne y los productos cárnicos. Espanha, Editora Acríbia, p.189, 1991.

GOMES, R. O. **Oficina de processamento do pescado**. Araquari: IFSC, p.13, 2009.

GONÇALVES, A. A. Aplicação de fosfatos em pescado: um problema ou uma oportunidade? **Revista Aquicultura & Pesca**, n. 3, set., p. 8-24, 2004a.

GONÇALVES, A. A. Los fosfatos em el pescado: ¿fraude económica o mejora de la calidad? **Revista INFOPECA**, n. 20, out/dez, p. 19-28, 2004b.

GONÇALVES, A. A. **Estudo do processo de congelamento de camarão associado ao uso do aditivo fosfato**. 2005. 170f.. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

GONÇALVES, A. A.; RECH, B. T.; RODRIGUES, P. M. & PUCCI, D. M. T. Quality evaluation of frozen seafood (*Genypterus brasiliensis*, *Prionotus punctatus*, *Pleoticus muelleri* and *Perna perna*) previously treated with phosphates. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 3, n.3, p. 248-258, 2008.

GONÇALVES, A. A.; RIBEIRO, J. L.D. Do phosphates improve the seafood quality? Reality and legislation. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 3, n.3, p.237-247, 2008.

GONÇALVES, A.A. **Fosfatos em pescado: como melhorar a qualidade sem lesar o consumidor? Ingredientes e Tecnologias**, v. 2, n.4, p.35-40, 2009.

GONÇALVES, A. A.; RIBEIRO, J.L.D. Efeitos do tratamento com fosfato sobre a qualidade do camarão vermelho (*Pleoticus muelleri*) processado com congelamento cryomechanical. **LWT - Science and Technology Food**, v. 42, p.1435-1438, 2009.

GONÇALVES, A. A. **Aspectos gerais do pescado** (Capítulo 1.1 – p. 2-9). In: Gonçalves, A. A. (Ed.). Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo, SP: Atheneu, 608 p., 2011.

GONÇALVES, A.A.; LEONHARDT, C. **Empanados** (Capítulo 2.2.5 – p. 246-261). In: Gonçalves, A. A. (Ed.). Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo, SP: Atheneu, 608 p., 2011.

GONÇALVES, A.A. **Phosphates for seafood processing** (Chapter 3, pp. 83-112). In: Akita, D. & Iwate, C. (Eds.) Phosphates: Sources, Properties and Applications. Hauppauge, NY: Nova Science Publishers, Inc., p. 363, 2012.

GUDJÓNSDÓTTIR M.; LAUZON H. L.; MAGNÚSSON, H.; SVEINSDÓTTIR, K.; ARASON, S.; MARTINSDÓTTIR, E.; RUSTAD, T. Low field Nuclear Magnetic Resonance on the effect of salt and modified atmosphere packaging on cod (*Gadus morhua*) during super chilled storage. **Food Research International**, v. 44, p. 241–249, 2011.

GUDJÓNSDÓTTIR, M., ARASON, S.; RUSTAD, T. The effects of pre-salting methods on water distribution and protein denaturation of dry salted and rehydrated cod – A low-field NMR study. **Journal of Food Engineering**, v. 104, n. 1, p.23-29, 2011.

GUERRA, L. M. V. H. S. **Efeitos da embalagem em ar, sob vácuo e atmosfera modificada sobre a qualidade de filetes de peixe-porco, *Balistes capriscus*. 77f.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade do Algarve, Faro, 2013.

HAARD, N. 1992. Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish. **Food Research International**. p. 289-307. 1992.

HUSS, H. H. Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper – p. 348. 195, 1995.

IAL – Instituto Adolfo Lutz. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, p.1000, 2008.

JARENBACK, L.; LILJEMARK, A. Ultrastructural changes during frozen storage of cod (*Gadus morhua*). **Journal of Food Technology**, v. 10, p. 229-239, 1975.

JENSEN, K. N.; JØRGENSEN, B. M.; NIELSEN, H. H.; NIELSEN, J. Water distribution and mobility in herring muscle in relation to lipid content, season, fishing ground and biological parameters. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.85, p.1259–1267, 2003.

JIMENEZ-COLMENERO, F.; CARBALLO, J.; COFRADES, S. **Healthier meat and meat products: their role as Functional foods.** Meat Science, Barking, v.59, p.5-13, 2002.

KILINC, B.; CAKLI, S.; DINCER, T.; CADUN, A. Effects of phosphates treatment on the quality of frozen-thawed fish species. **Journal of Muscle Foods**. v. 20, n. 4, p.377–391, 2009.

KIRSCHNIK, P. G.; MACEDO-VIEGAS, E. M. Efeito da lavagem e da adição de aditivos sobre a estabilidade de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante estocagem a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 29, n. 1, p.200-206, 2009.

KRZYNOWEK, J.; MURPHY, J. **Proximate Composition, Energy, Fatty Acid, Sodium, and Cholesterol Content of Finfish, Shellfish, and Their Products.** US Department of Commerce: Gloucester, MA, USA. p. 3-42, 1987.

KUHN, C. R.; SOARES, G. J. D. Proteases e inibidores no processo de surimi. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 8, n. 1, p. 5-11, 2002.

LAKSHMANAN, R.; PARKINSON, J. A.; PIGGOTT, J. R. High-pressure processing and water-holding capacity of fresh and cold-smoked salmon (*Salmo salar*). **LWT-Food Science Technology**, v. 40, p.544–555, 2007.

- LAMPILA, L. E. Funções e usos de fosfatos na indústria de frutos do mar. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v.1, n. 3/4, p. 2941, 1992.
- LEITÃO, M. F. F. Microbiologia e deterioração do pescado fresco e refrigerado de origem fluvial ou marinha. In: KAI, M.; RUIVO, U. E. **Controle de qualidade do pescado**. Santos: Leopoldianum. p. 40-58, 1988.
- MARUJO, R. C. Uso de fosfatos em pescado. In: **Seminário Sobre Controle de Qualidade na Indústria de Pescado (Kai, M. & Ruivo, U. E. coords.)**. São Paulo: Edições Loyola, ITAL, p. 260-264, 1988.
- MENEGASSI, M. **Aspectos Nutricionais do Pescado**. In: Gonçalves, A.A.; Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação (Cap-1.5, p.43-60) São Paulo-SP; Atheneu, 2011.
- MOAWAD, R.K., M.M.S. ASHOUR, G.F. MOHAMED, ENSSAF, M.A. EI-HAMZY. Effect of Food Grade Trisodium Phosphate or Water Dip Treatments on Some Quality Attributes of Decapitated White Marine Shrimp (*Penaeus* spp.) During Frozen Storage. **Journal of Applied Sciences Research**, v. 9, n. 6, p.3723-3734, 2013.
- MURAKAMI, E. G. Thermal processing affects properties of comercial shrimp and scallops. **Journal of Food Science**, v. 59, n. 2, p.237-241, 1994.
- NETO, M. P.; NAKAMURA, V. Y. Uso de fosfatos em frutos do mar. **Revista Nacional de Carnes**, n. 320, ano XXVIII, p. 110-113, 2003.
- NGUYEN, M.V.; JONSSON, J.O.; THORKELSSON, G.; ARASON, S.; GUDMUNDSDOTTIR, A.; THORARINSDOTTIR, K.A. Quantitative and qualitative changes in added phosphates in cod (*Gadus morhua*) during salting, storage and rehydration. **LWT - Food Science and Technology**, v. 47, n. 1, p.126-132, 2012.
- NOLLET, L. M. L.; TOLDRÁ, F. **Handbook of seafood and seafood products analysis**. Boca Raton: CRC Press, p.910, 2010.
- OGAWA, M.; KOIKE, J. **Manual de pesca**. AEPEC: Fortaleza, p. 799,1987.
- OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual da Pesca - Ciência e Tecnologia do Pescado - Vol. I**. São Paulo: Varela, 430p., 1999.

OLIVO, R.; SOARES, A. L.; IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Dieta em vitamina E inibe PSE e melhora a carne propriedades funcionais de frangos. **Journal of Food Biochemistry**, Trumbull, v. 25, p. 271 – 283, 2006.

PETROVIC, L.; GRUJIC, R.; PETROVIC, M.; Definition of the optimum freezing rate – 2. Investigation of the physico-chemical properties of beef *M. longissimus dorsi* frozen at different freezing rates. **Meat Science**, v. 33, p.319-331, 1993.

PIERTZAK, M.; GREASER, M. L.; SOSNICKI, A. A. Effect of rapid rigor mortis processes on protein functionality in pectoralis major muscle of domestic turkeys. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 9, p. 2116, 1997.

PIRES, V. G. **Avaliação físico-química de filés de pescada (*Cynoscion striatus*) sob imersão em diferentes concentrações de Tripolifosfato e NaCl**. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

RANKEN, M.D.; KILL, R.C.; BAKER, C.G.J. **Food Industries Manual**, Blackie Academic and Professional: London, UK, V. 24, p.37-39, 1997.

REGULAMENTO (CE) No. 543/2008 DA COMISSÃO: que estabelece regras de execução do Regulamento (CE) No. 1234/2007 do Conselho no que respeita às normas de comercialização para a carne de aves de capoeira. Jornal Oficial da União Europeia, 16 ago. 2008. Disponível em:

<LEGISLACAO_TECNICA/POLITICA_AGRICOLA_COMUM/Comercio_de_carnes/Regulamento_543-2008_16-06>. Acesso em: 29 nov. 2016.

RODRÍGUEZ, L. G. e BELLO, R. A. Elaboración de bloques congelados de pulpa de pescado y su evaluacion durante el almacenamiento. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 37, n. 2, p. 351-363, 1987.

SAMPAIO, G. R.; LOBÃO, V. L.; ROCCO, S. C. Uso de fosfatos como aditivos alimentares na redução de exsudato e nos atributos sensoriais da carne do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii*. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 27, n.1, p. 97-107, 2001.

SANTOS, E. C. B. **Métodos de abate e qualidade da tilápia do Nilo**. 100f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

SCHNEE, R. **Budenheim Phosphates for Seafood Processing**. Folder de divulgação Chemische Fabrik Budenheim, p.11, 2004.

SCHUBRING, R.; MEYER, C.; SCHLÜTER, O.; BOGUSLAWSKI, S.; KNORR, D. Impact of high pressure assisted thawing on the quality of fillets from various fish species. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.4, n.3, p. 257-267, 2003.

SILVA, M. L.; MATTÉ, G. R.; MATTÉ, M. H. Aspectos sanitários da comercialização de pescado em feiras livres da cidade de São Paulo, SP/Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 67, n. 3, p. 208-214, set. 2008.

TARTÉ, R. **Ingredients in Meat Products: Properties, Functionality and Applications**. 1ªed. Nova Iorque: Springer Science + Business Media. p. 419, 2009.

TAVARES, M.; GONÇALVES, A. A. **Aspectos físico-químicos do pescado** (Capítulo 1.2 – p. 10-20). In: Gonçalves, A. A. (Ed.). *Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação*. São Paulo, SP: Atheneu, p. 608, 2011.

TAVARES, M.; MORENO R. B.; *et al.*, *Pescado e derivados*. In: Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: ANVISA; cap.18, p. 633-43. 2005

TEICHER, H. Aplicação de fosfato em carnes e frutos do mar. **Revista aditivos e Ingredientes**, v. 5, p. 37-40, 1999.

TEIXEIRA, A. R. G. **Avaliação da qualidade e segurança alimentar de carapau (*Trachurus trachurus*) descarregado na Lota de Peniche. Influência e características gerais da água de lavagem no pescado descarregado**. 76f. Dissertação (Mestrado em Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar) – Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar, Peniche, 2012.

THORARINSDOTTIR *et al.* Effects of Added Salt, Phosphates and Proteins on the Chemical and Physicochemical Characteristics of Frozen Cod (*Gadus morhua*) Fillets. **Journal of Food Science**, v. 69, n. 4, p.144-152, 2004.

TOLDRÁ, F. Muscle Foods: water, structure and Functionality. **Food Science Technology International**, v. 9, n. 3, p.173-177, 2003.

UNAL, S. B.; ERDOGDU, F.; EKIZ, H. I.; OZDEMIR, Y. Teoria Experimental e os fundamentos para a difusão de fosfato em carnes. **Journal of Food Engineering**, v. 65, p.119-272, 2004.

UNAL, S. B.; ERDOSGU, F.; EKIZ, H. Effect of temperature on phosphate diffusion in meats. **Journal of Food Engineering**, v. 76, p.119-127, 2006.

VAN LAACK, R. L. J. M.; LIU, C. H.; SMITH, M. O.; LOVEDAY, H. D. Características da carne exsudativa pálida, mole de frango. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 8, p. 1061, 2000.

VAN RUTH, S. M.; BROUWER, E.; HOOT, A., WIJTEN, M. Seafood and Water Management. **Foods**, Switzerland, v. 03, p. 622-631, 2014.

VINHAS, A. Quantificação de Polifosfatos no bacalhau. **Validação de um método de análise**. 78f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2013.

YABIKU, H. Y. Usos e controle de aditivos químicos em pescado. In: **Seminário sobre Tecnologia de salga e defumação de pescado**. Guarujá: 1995. Anais. Campinas: ITAL/CTC, p. 75-79, 1995.

YEANNES, M.I.; ALMANDOS, M.E. Estimation of fish proximate composition starting from water content. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 16, n. 1, p. 81-92, 2003.

ANEXO A – Rendimentos após o tratamento com TPF

no.	Tipo	Conc.	Tempo imersão	Peso inicial				
				P1	P2	P3	MÉDIA	SD
1	Controle	0	0	225,00	0,00	0,00		
2	Água	0	30	225,10	225,30	225,00	225,13	0,15
3	Água	0	60	225,20	225,30	225,00	225,17	0,15
4	Água	0	120	225,00	225,21	225,23	225,15	0,13
5	TPF	3%	30	225,02	225,01	225,02	225,02	0,01
6	TPF	3%	60	225,11	225,02	225,03	225,05	0,05
7	TPF	3%	120	225,02	225,01	225,00	225,01	0,01
8	TPF	5%	30	225,07	225,03	225,01	225,04	0,03
9	TPF	5%	60	225,01	225,04	225,05	225,03	0,02
10	TPF	5%	120	225,10	225,08	225,02	225,07	0,04
11	TPF	10%	30	225,08	225,06	225,11	225,08	0,03
12	TPF	10%	60	225,04	225,03	225,04	225,04	0,01
13	TPF	10%	120	225,04	225,08	225,09	225,07	0,03

Peso após imersão									
P1	P2	P3	MÉDIA	DP	R1	R2	R3	MÉDIA	DP
230,05	230,36	230,18	230,20	0,16	2,20	2,25	2,30	2,25	0,05
231,10	231,20	231,03	231,11	0,09	2,62	2,62	2,68	2,64	0,04
232,71	232,76	233,13	232,87	0,23	3,43	3,35	3,51	3,43	0,08
236,60	236,86	237,08	236,85	0,24	5,15	5,27	5,36	5,26	0,11
242,97	242,66	242,16	242,60	0,41	7,93	7,84	7,61	7,80	0,17
252,80	252,02	252,66	252,49	0,42	12,35	12,00	12,29	12,21	0,18
238,78	238,60	238,42	238,60	0,18	6,09	6,03	5,96	6,03	0,07
244,55	244,25	244,06	244,29	0,25	8,68	8,54	8,45	8,56	0,12
252,61	253,70	253,20	253,17	0,55	12,22	12,72	12,52	12,49	0,25
240,51	239,96	240,18	240,22	0,28	6,86	6,62	6,69	6,72	0,12
248,42	249,57	248,81	248,93	0,58	10,39	10,91	10,56	10,62	0,26
261,51	260,14	260,38	260,68	0,73	16,21	15,58	15,68	15,82	0,34

Peso após o Descongelamento									
P1	P2	P3	MÉDIA	DP	R1	R2	R3	MÉDIA	DP
198,14	198,54	198,08	198,25	0,25	-13,87	-13,81	-13,95	-13,88	0,07
198,87	199,10	199,41	199,13	0,27	-13,95	-13,88	-13,69	-13,84	0,14
199,16	199,14	199,41	199,24	0,15	-14,42	-14,44	-14,46	-14,44	0,02
213,98	214,17	214,01	214,05	0,10	-9,56	-9,58	-9,73	-9,62	0,09
222,57	222,77	222,60	222,65	0,11	-8,40	-8,20	-8,08	-8,22	0,16
232,90	232,23	232,85	232,66	0,37	-7,87	-7,85	-7,84	-7,85	0,02
217,23	216,14	216,00	216,46	0,67	-9,03	-9,41	-9,40	-9,28	0,22
225,62	226,40	225,60	225,87	0,46	-7,74	-7,31	-7,56	-7,54	0,22
236,27	236,75	237,21	236,74	0,47	-6,47	-6,68	-6,32	-6,49	0,18
222,39	222,88	222,92	222,73	0,30	-7,53	-7,12	-7,19	-7,28	0,22
233,37	234,75	233,50	233,87	0,76	-6,06	-5,94	-6,15	-6,05	0,11
247,93	246,79	247,35	247,36	0,57	-5,19	-5,13	-5,00	-5,11	0,10

Peso após o cozimento									
P1	P2	P3	MÉDIA	DP	R1	R2	R3	MÉDIA	DP
178,34	178,94	178,30	178,53	0,36	-9,99	-9,87	-9,99	-9,95	0,07
179,26	179,23	179,12	179,20	0,07	-9,86	-9,98	-10,18	-10,01	0,16
178,02	178,74	178,72	178,49	0,41	-10,61	-10,24	-10,38	-10,41	0,19
198,33	197,64	198,34	198,10	0,40	-7,31	-7,72	-7,32	-7,45	0,23
208,63	209,33	208,94	208,97	0,35	-6,26	-6,03	-6,14	-6,14	0,12
222,05	221,97	221,46	221,83	0,32	-4,66	-4,42	-4,89	-4,66	0,24
203,91	203,14	203,13	203,39	0,45	-6,13	-6,01	-5,96	-6,03	0,09
216,08	215,47	215,64	215,73	0,31	-4,23	-4,83	-4,41	-4,49	0,31
228,85	228,47	228,66	228,66	0,19	-3,14	-3,50	-3,60	-3,41	0,24
208,47	208,66	208,57	208,57	0,10	-6,26	-6,38	-6,44	-6,36	0,09
225,05	225,86	225,48	225,46	0,41	-3,57	-3,79	-3,43	-3,60	0,18
244,02	244,12	243,87	244,00	0,13	-1,58	-1,08	-1,41	-1,36	0,25

Rendimento Global (perda peso)			MÉDIA	DP
-20,77	-20,58	-20,76	-20,70	0,11
-20,40	-20,45	-20,39	-20,41	0,03
-20,88	-20,63	-20,65	-20,72	0,14
-11,86	-12,16	-11,86	-11,96	0,18
-7,32	-6,97	-7,15	-7,15	0,17
-1,32	-1,35	-1,57	-1,41	0,14
-9,40	-9,73	-9,72	-9,62	0,19
-3,97	-4,25	-4,18	-4,13	0,15
1,67	1,51	1,62	1,60	0,08
-7,38	-7,29	-7,35	-7,34	0,05
0,00	0,37	0,20	0,19	0,18
8,43	8,46	8,34	8,41	0,06

ANEXO B – Rendimentos após tratamento com o Blend

no.	Tipo	Conc.	Tempo imersão	Peso inicial				
				P1	P2	P3	MÉDIA	SD
13	Água	0	30	225,36	225,52	225,70	225,53	0,17
14	Água	0	60	225,45	225,27	225,52	225,41	0,13
15	Água	0	120	225,40	225,49	225,68	225,52	0,14
16	BLEND	3%	30	225,60	225,96	225,88	225,81	0,19
17	BLEND	3%	60	225,17	225,61	225,01	225,26	0,31
18	BLEND	3%	120	225,56	225,58	225,11	225,42	0,27
19	BLEND	5%	30	225,92	225,38	225,78	225,69	0,28
20	BLEND	5%	60	225,42	225,80	225,84	225,69	0,23
21	BLEND	5%	120	225,83	225,81	225,59	225,74	0,13
22	BLEND	10%	30	225,55	225,70	225,16	225,47	0,28
23	BLEND	10%	60	225,53	225,10	225,41	225,35	0,22
24	BLEND	10%	120	225,68	225,19	225,44	225,44	0,25

Peso após imersão									
P1	P2	P3	MÉDIA	DP	R1	R2	R3	MÉDIA	DP
230,25	230,20	230,10	230,18	0,08	2,17	2,08	1,95	2,06	0,11
230,55	230,63	230,35	230,51	0,14	2,26	2,38	2,14	2,26	0,12
231,18	231,80	231,24	231,41	0,34	2,56	2,80	2,46	2,61	0,17
238,85	238,62	238,95	238,81	0,17	5,87	5,60	5,79	5,75	0,14
244,06	243,95	244,10	244,04	0,08	8,39	8,13	8,48	8,33	0,18
252,75	253,13	253,07	252,98	0,20	12,05	12,21	12,42	12,23	0,18
241,74	241,63	241,97	241,78	0,17	7,00	7,21	7,17	7,13	0,11
248,37	248,73	248,51	248,54	0,18	10,18	10,16	10,04	10,12	0,08
254,30	254,14	254,63	254,36	0,25	12,61	12,55	12,87	12,68	0,17
243,26	243,76	243,84	243,62	0,31	7,85	8,00	8,30	8,05	0,23
249,38	249,28	249,84	249,50	0,30	10,58	10,74	10,84	10,72	0,13
261,70	261,18	261,88	261,59	0,36	15,96	15,98	16,16	16,04	0,11

Peso após o Descongelamento									
P1	P2	P3	MÉDIA	DP	R1	R2	R3	MÉDIA	DP
202,97	202,40	202,54	202,64	0,30	-11,85	-12,08	-11,98	-11,97	0,11
203,14	203,31	203,31	203,25	0,10	-11,89	-11,85	-11,74	-11,82	0,08
203,36	203,34	203,09	203,26	0,15	-12,03	-12,28	-12,17	-12,16	0,12
216,79	216,95	216,88	216,87	0,08	-9,24	-9,08	-9,24	-9,18	0,09
223,54	223,21	223,29	223,35	0,17	-8,41	-8,50	-8,53	-8,48	0,06
238,55	238,13	238,87	238,52	0,37	-5,62	-5,93	-5,61	-5,72	0,18
220,20	220,80	221,10	220,70	0,46	-8,91	-8,62	-8,63	-8,72	0,17
230,85	230,62	230,46	230,64	0,20	-7,05	-7,28	-7,26	-7,20	0,13
239,49	239,69	239,10	239,43	0,30	-5,82	-5,69	-6,10	-5,87	0,21
225,62	225,34	225,03	225,33	0,30	-7,25	-7,56	-7,71	-7,51	0,24
235,35	235,39	235,34	235,36	0,03	-5,63	-5,57	-5,80	-5,67	0,12
250,39	250,36	250,92	250,56	0,32	-4,32	-4,14	-4,19	-4,22	0,09

Peso após o cozimento									
P1	P2	P3	MÉDIA	DP	R1	R2	R3	MÉDIA	DP
186,75	187,05	186,83	186,88	0,16	-7,99	-7,58	-7,76	-7,78	0,20
188,05	187,40	187,35	187,60	0,39	-7,43	-7,83	-7,85	-7,70	0,24
188,45	188,32	187,88	188,22	0,30	-7,33	-7,39	-7,49	-7,40	0,08
201,68	201,97	201,66	201,77	0,17	-6,97	-6,90	-7,02	-6,96	0,06
210,57	210,79	210,85	210,74	0,15	-5,80	-5,56	-5,57	-5,65	0,14
227,55	227,76	227,66	227,66	0,11	-4,61	-4,35	-4,69	-4,55	0,18
208,38	208,18	208,72	208,43	0,27	-5,37	-5,72	-5,60	-5,56	0,18
221,71	221,51	221,42	221,55	0,15	-3,96	-3,95	-3,92	-3,94	0,02
231,40	231,56	231,71	231,56	0,16	-3,38	-3,39	-3,09	-3,29	0,17
215,15	215,39	215,11	215,22	0,15	-4,64	-4,42	-4,41	-4,49	0,13
227,91	227,83	227,49	227,74	0,22	-3,16	-3,21	-3,34	-3,24	0,09
245,06	245,32	245,98	245,45	0,47	-2,13	-2,01	-1,97	-2,04	0,08

Rendimento Global (perda peso)			MÉDIA	DP
-17,13	-17,06	-17,22	-17,14	0,08
-16,59	-16,81	-16,93	-16,78	0,17
-16,39	-16,48	-16,75	-16,54	0,19
-10,60	-10,62	-10,72	-10,65	0,07
-6,48	-6,57	-6,29	-6,45	0,14
0,88	0,97	1,13	0,99	0,13
-7,76	-7,63	-7,56	-7,65	0,11
-1,65	-1,90	-1,96	-1,83	0,17
2,47	2,55	2,71	2,58	0,13
-4,61	-4,57	-4,46	-4,55	0,08
1,06	1,21	0,92	1,06	0,15
8,59	8,94	9,11	8,88	0,27

ANEXO C – Umidade – Proteína – Relação U:P – Após o tratamento com TPF

In natura															
Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P												
A	72,18	24,63	2,93												
B	72,15	24,45	2,95												
C	72,17	24,54	2,94												
Média	72,17	24,54	2,94												
SD	0,02	0,09	0,01												
APÓS IMERSÃO															
Controle após imersão				3% após imersão				5% após imersão				10% após imersão			
CUP 30				3UP 30				5 UP 30				10 UP 30			
Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P
A	73,88	23,97	3,08	A	75,94	22,19	3,42	A	76,63	21,16	3,62	A	77,30	21,15	3,65
B	73,58	24,15	3,05	B	75,18	22,18	3,39	B	76,29	21,23	3,59	B	77,17	21,22	3,64
C	73,98	24,35	3,04	C	75,13	22,17	3,39	C	76,08	21,24	3,58	C	77,73	21,01	3,70
Média	73,81	24,16	3,06	Média	75,42	22,18	3,40	Média	76,33	21,21	3,60	Média	77,40	21,13	3,66
SD	0,21	0,19	0,02	SD	0,45	0,01	0,02	SD	0,28	0,04	0,02	SD	0,29	0,11	0,03
CUP 60				3UP 60				5 UP 60				10 UP 60			
Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P
A	74,12	23,81	3,11	A	77,66	20,62	3,77	A	78,36	19,70	3,98	A	79,32	18,76	4,23
B	74,08	23,52	3,15	B	77,75	20,57	3,78	B	78,42	19,81	3,96	B	79,40	18,88	4,21
C	74,09	23,87	3,10	C	77,68	20,77	3,74	C	78,40	19,72	3,98	C	79,26	18,65	4,25
Média	74,10	23,73	3,12	Média	77,70	20,65	3,76	Média	78,39	19,74	3,97	Média	79,33	18,76	4,23
SD	0,02	0,19	0,02	SD	0,05	0,10	0,02	SD	0,03	0,06	0,01	SD	0,07	0,12	0,02
CUP 120				3UP 120				5 UP 120				10 UP 120			
Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P
A	74,68	23,56	3,17	A	78,91	19,54	4,04	A	79,23	18,59	4,26	A	80,85	17,70	4,57
B	74,57	23,67	3,15	B	78,72	19,57	4,02	B	79,21	18,40	4,30	B	80,34	18,16	4,42
C	74,63	23,59	3,16	C	78,47	19,76	3,97	C	79,32	18,34	4,32	C	80,50	17,12	4,70
Média	74,63	23,61	3,16	Média	78,70	19,62	4,01	Média	79,25	18,44	4,30	Média	80,56	17,66	4,56
SD	0,06	0,06	0,01	SD	0,22	0,12	0,04	SD	0,06	0,13	0,03	SD	0,26	0,52	0,14

APÓS DESCONGELAMENTO															
Controle após descongelamento				3% após descongelamento				5% após descongelamento				10% após descongelamento			
CUP 30				3UP 30				5 UP 30				10 UP 30			
Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P
A	68,18	29,82	2,29	A	71,44	25,18	2,84	A	72,61	24,40	2,98	A	74,55	23,92	3,12
B	68,32	29,43	2,32	B	71,36	25,91	2,75	B	72,76	24,78	2,94	B	74,79	23,17	3,23
C	68,37	29,91	2,29	C	71,18	25,38	2,80	C	72,44	24,22	2,99	C	75,10	23,58	3,18
Média	68,29	29,72	2,30	Média	71,33	25,49	2,80	Média	72,60	24,47	2,97	Média	74,81	23,56	3,18
SD	0,10	0,26	0,02	SD	0,13	0,38	0,04	SD	0,16	0,29	0,03	SD	0,28	0,38	0,06
CUP 60				3UP 60				5 UP 60				10 UP 60			
Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P
A	68,52	28,57	2,40	A	74,02	23,47	3,15	A	74,97	22,63	3,31	A	76,77	21,96	3,50
B	67,94	28,51	2,38	B	74,14	23,32	3,18	B	75,26	22,11	3,40	B	76,74	21,13	3,63
C	68,36	28,83	2,37	C	74,28	23,73	3,13	C	75,52	22,17	3,41	C	76,96	21,49	3,58
Média	68,27	28,64	2,38	Média	74,15	23,51	3,15	Média	75,25	22,30	3,37	Média	76,82	21,53	3,57
SD	0,30	0,17	0,01	SD	0,13	0,21	0,02	SD	0,28	0,28	0,05	SD	0,12	0,42	0,07
CUP 120				3UP 120				5 UP 120				10 UP 120			
Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P
A	69,16	28,81	2,40	A	75,90	22,32	3,40	A	76,68	21,31	3,60	A	78,49	19,53	4,02
B	69,48	28,57	2,43	B	75,75	22,19	3,41	B	76,61	21,40	3,58	B	78,92	19,16	4,12
C	69,93	28,63	2,44	C	75,61	22,24	3,40	C	76,29	21,17	3,60	C	78,59	19,27	4,08
Média	69,52	28,67	2,43	Média	75,75	22,25	3,40	Média	76,53	21,29	3,59	Média	78,67	19,32	4,07
SD	0,39	0,12	0,02	SD	0,15	0,07	0,01	SD	0,21	0,12	0,01	SD	0,23	0,19	0,05

APÓS COCCÃO															
Controle após cocção				3% após cocção				5% após cocção				10% após cocção			
CUP 30				3UP 30				5 UP 30				10 UP 30			
Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P
A	64,10	32,07	2,00	A	68,69	28,81	2,38	A	70,18	27,10	2,59	A	72,17	25,96	2,78
B	64,52	32,58	1,98	B	68,84	28,61	2,41	B	70,52	27,47	2,57	B	72,10	25,61	2,82
C	64,48	32,65	1,97	C	68,23	28,23	2,42	C	70,59	27,69	2,55	C	72,32	25,83	2,80
Média	64,37	32,43	1,98	Média	68,59	28,55	2,40	Média	70,43	27,42	2,57	Média	72,20	25,80	2,80
SD	0,23	0,32	0,01	SD	0,32	0,29	0,02	SD	0,22	0,30	0,02	SD	0,11	0,18	0,02
CUP 60				3UP 60				5 UP 60				10 UP 60			
Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P
A	64,82	32,44	2,00	A	71,78	26,42	2,72	A	73,77	25,65	2,88	A	74,17	24,05	3,08
B	64,58	32,32	2,00	B	71,37	26,69	2,67	B	73,59	25,73	2,86	B	74,04	24,16	3,06
C	64,89	32,08	2,02	C	71,87	26,74	2,69	C	73,88	25,85	2,86	C	74,08	24,20	3,06
Média	64,76	32,28	2,01	Média	71,67	26,62	2,69	Média	73,75	25,74	2,86	Média	74,10	24,14	3,07
SD	0,16	0,18	0,01	SD	0,27	0,17	0,02	SD	0,15	0,10	0,01	SD	0,07	0,08	0,01
CUP 120				3UP 120				5 UP 120				10 UP 120			
Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P
A	65,75	31,55	2,08	A	72,43	25,98	2,79	A	73,77	24,98	2,95	A	77,92	20,80	3,75
B	65,91	31,41	2,10	B	72,42	25,67	2,82	B	73,97	24,65	3,00	B	77,79	20,86	3,73
C	65,86	31,32	2,10	C	72,27	25,92	2,79	C	73,47	24,29	3,02	C	77,67	20,77	3,74
Média	65,84	31,43	2,10	Média	72,37	25,86	2,80	Média	73,74	24,64	2,99	Média	77,79	20,81	3,74
SD	0,08	0,12	0,01	SD	0,09	0,16	0,02	SD	0,25	0,35	0,04	SD	0,13	0,05	0,01

ANEXO D – Umidade – Proteína – Relação U:P – Após o tratamento com *Blend*

In natura															
Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P												
A	63,73	21,13	3,02												
B	63,62	21,02	3,03												
C	63,79	21,16	3,01												
Média	63,71	21,10	3,02												
SD	0,09	0,07	0,01												
APÓS IMERSÃO															
Controle após imersão				3% após imersão				5% após imersão				10% após imersão			
CUP 30				3UP 30				5 UP 30				10 UP 30			
Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P
A	65,40	20,55	3,18	A	67,37	19,58	3,44	A	68,10	19,51	3,49	A	68,89	19,44	3,54
B	65,62	20,74	3,16	B	67,77	19,72	3,44	B	68,18	19,46	3,50	B	68,95	19,37	3,56
C	65,49	20,54	3,19	C	67,49	19,83	3,40	C	68,25	19,58	3,49	C	68,86	19,40	3,55
Média	65,50	20,61	3,18	Média	67,54	19,71	3,43	Média	68,18	19,52	3,49	Média	68,90	19,41	3,55
SD	0,11	0,12	0,01	SD	0,21	0,13	0,02	SD	0,08	0,06	0,01	SD	0,05	0,03	0,01
CUP 60				3UP 60				5 UP 60				10 UP 60			
Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P
A	65,64	20,49	3,20	A	69,62	19,36	3,60	A	70,14	18,86	3,72	A	70,54	18,44	3,83
B	65,81	20,53	3,21	B	69,49	19,49	3,57	B	70,27	18,93	3,71	B	70,50	18,37	3,84
C	65,47	20,28	3,23	C	69,65	19,67	3,54	C	70,16	18,95	3,70	C	70,55	18,40	3,83
Média	65,64	20,43	3,21	Média	69,59	19,50	3,57	Média	70,19	18,92	3,71	Média	70,53	18,41	3,83
SD	0,17	0,14	0,01	SD	0,09	0,16	0,03	SD	0,07	0,05	0,01	SD	0,02	0,03	0,01
CUP 120				3UP 120				5 UP 120				10 UP 120			
Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P
A	66,16	20,77	3,18	A	71,03	18,40	3,86	A	71,80	18,44	3,89	A	73,88	17,71	4,17
B	65,87	19,99	3,30	B	71,32	18,33	3,89	B	71,70	18,40	3,90	B	73,77	17,53	4,21
C	65,93	20,45	3,22	C	71,51	18,31	3,91	C	71,82	18,50	3,88	C	73,61	17,85	4,12
Média	65,99	20,40	3,23	Média	71,29	18,35	3,89	Média	71,77	18,44	3,89	Média	73,75	17,70	4,17
SD	0,15	0,40	0,06	SD	0,24	0,05	0,02	SD	0,06	0,05	0,01	SD	0,14	0,16	0,04

APÓS DESCONGELAMENTO															
Controle após descongelamento				3% após descongelamento				5% após descongelamento				10% após descongelamento			
CUP 30				3UP 30				5 UP 30				10 UP 30			
Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P
A	61,61	21,83	2,82	A	64,46	20,57	3,13	A	65,25	20,32	3,21	A	66,36	20,18	3,29
B	61,26	21,49	2,85	B	64,72	20,61	3,14	B	65,18	20,37	3,20	B	66,42	20,38	3,26
C	61,17	21,41	2,86	C	64,43	20,63	3,12	C	65,47	20,53	3,19	C	66,61	20,24	3,29
Média	61,35	21,58	2,84	Média	64,54	20,60	3,13	Média	65,30	20,41	3,20	Média	66,46	20,26	3,28
SD	0,23	0,22	0,02	SD	0,16	0,03	0,01	SD	0,15	0,11	0,01	SD	0,13	0,10	0,02
CUP 60				3UP 60				5 UP 60				10 UP 60			
Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P
A	61,66	21,57	2,86	A	66,65	20,37	3,27	A	67,63	19,49	3,47	A	68,57	18,92	3,63
B	61,72	21,61	2,86	B	66,46	20,42	3,25	B	67,71	19,26	3,52	B	68,52	18,93	3,62
C	62,00	21,63	2,87	C	66,63	20,31	3,28	C	67,18	19,87	3,38	C	68,47	19,83	3,45
Média	61,79	21,60	2,86	Média	66,58	20,37	3,27	Média	67,51	19,54	3,46	Média	68,52	19,23	3,57
SD	0,18	0,03	0,01	SD	0,10	0,05	0,01	SD	0,29	0,31	0,07	SD	0,05	0,53	0,10
CUP 120				3UP 120				5 UP 120				10 UP 120			
Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P
A	61,92	21,7532	2,85	A	69,24	18,82	3,68	A	69,79	18,47	3,78	A	72,19	18,06	4,00
B	61,87	21,592546	2,87	B	69,37	18,67	3,71	B	69,63	18,52	3,76	B	72,66	18,06	4,02
C	61,79	21,619921	2,86	C	69,53	18,84	3,69	C	69,57	18,69	3,72	C	72,77	18,08	4,02
Média	61,86	21,66	2,86	Média	69,38	18,78	3,69	Média	69,66	18,56	3,75	Média	72,54	18,07	4,01
SD	0,07	0,09	0,01	SD	0,14	0,09	0,02	SD	0,11	0,12	0,03	SD	0,31	0,01	0,01

APÓS COCCÃO															
Controle após cocção				3% após cocção				5% após cocção				10% após cocção			
CUP 30				3UP 30				5 UP 30				10 UP 30			
Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P
A	58,89	32,42	1,82	A	62,27	21,23	2,93	A	63,49	20,92	3,03	A	64,90	20,59	3,15
B	58,77	32,48	1,81	B	62,32	21,34	2,92	B	63,44	20,87	3,04	B	64,86	20,58	3,15
C	58,49	32,31	1,81	C	62,34	21,45	2,91	C	63,43	20,96	3,03	C	64,59	20,35	3,17
Média	58,72	32,40	1,81	Média	62,31	21,34	2,92	Média	63,45	20,92	3,03	Média	64,78	20,51	3,16
SD	0,21	0,08	0,00	SD	0,03	0,11	0,01	SD	0,03	0,05	0,01	SD	0,17	0,14	0,01
CUP 60				3UP 60				5 UP 60				10 UP 60			
Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P
A	59,43	32,47	1,83	A	64,66	20,98	3,08	A	66,42	20,16	3,29	A	67,50	20,58	3,28
B	59,55	32,40	1,84	B	64,52	20,86	3,09	B	66,37	20,26	3,28	B	67,41	20,55	3,28
C	59,41	32,39	1,83	C	64,44	20,78	3,10	C	66,44	20,52	3,24	C	67,35	20,59	3,27
Média	59,46	32,42	1,83	Média	64,54	20,88	3,09	Média	66,41	20,31	3,27	Média	67,42	20,57	3,28
SD	0,08	0,04	0,00	SD	0,11	0,10	0,01	SD	0,04	0,18	0,03	SD	0,07	0,02	0,01
CUP 120				3UP 120				5 UP 120				10 UP 120			
Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P	Amostra	Umidade	Proteína	Razão U/P
A	59,57	32,56	1,83	A	67,68	20,51	3,30	A	68,76	18,84	3,65	A	71,55	19,01	3,76
B	59,34	32,47	1,83	B	67,49	20,54	3,29	B	68,56	18,81	3,65	B	71,71	19,74	3,63
C	59,66	32,42	1,84	C	67,87	20,70	3,28	C	68,72	18,73	3,67	C	71,67	19,17	3,74
Média	59,52	32,48	1,83	Média	67,68	20,58	3,29	Média	68,68	18,79	3,65	Média	71,64	19,30	3,71
SD	0,17	0,07	0,01	SD	0,19	0,10	0,01	SD	0,11	0,06	0,01	SD	0,08	0,38	0,07