

UFRRJ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

DISSERTAÇÃO

**Desenvolvimento de Linguiça de Mexilhão (*Perna perna*)
Funcional Processada com a Aplicação de
Transglutaminase Microbiana**

Mayla Monique dos Santos Leite

2016



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS**

**DESENVOLVIMENTO DE LINGUIÇA DE MEXILHÃO (*Perna perna*) FUNCIONAL PROCESSADA COM A APLICAÇÃO DE
TRANSGLUTAMINASE MICROBIANA**

MAYLA MONIQUE DOS SANTOS LEITE

*Sob a Orientação da Professora
Gesilene Mendonça de Oliveira
e Co-orientação do Professor
Romulo Cardoso Valadão*

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração Ciência de Alimentos

Seropédica, RJ
Agosto de 2016

664.94

L533d

T

Leite, Mayla Monique dos Santos, 1986-
Desenvolvimento de lingüiça de mexilhão
(*Perna perna*) funcional processada com a
aplicação de transglutaminase microbiana /
Mayla Monique dos Santos Leite - 2016.
58 f.: il.

Orientador: Gesilene Mendonça de
Oliveira.

Dissertação (mestrado) - Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos.

Bibliografia: f. 47-57.

1. Pescados - Teses. 2. Pescados -
Processamento - Teses. 3. Pescados -
Tecnologia - Teses. 4. Mexilhão - Teses.
5. Bivalve (Molusco) - Teses. 6. Embutidos
(Alimentos) - Teses. I. Oliveira, Gesilene
Mendonça de, 1972-. II. Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

MAYLA MONIQUE DOS SANTOS LEITE

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Ciência de Alimentos.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 31 / 08 / 2016



Gesilene Mendonça de Oliveira. Dr^a. UFRRJ
(Orientadora)



Rosa Helena Luchese. Ph.D. UFRRJ



Renata Torrezan. Dr^a. EMBRAPA-CTAA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha amada avó Maria Aparecida dos Santos (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por toda luz que foi colocada em meu caminho nos momentos mais difíceis de escuridão. A tua força toda honra e toda glória.

A professora, minha orientadora **Gesilene Mendonça de Oliveira**, por todo tempo cedido a mim, por me conceder a oportunidade de realizar este trabalho e por toda ajuda emocional e profissional (que não foi pouca).

Aos meus pais, **Jorge Antonio Leite** e **Maria das Graças dos Santos Leite**, muito obrigada por tudo, vocês são meu bem mais precioso. Amo vos muito.

Ao meu noivo, **Wanderson Fernando de Mello Souza**, muito obrigada por estar ao meu lado nas horas boas e nas horas difíceis, pelo apoio, compreensão, por todo seu tempo livre no qual priorizou me ajudar. Amo te.

Ao professor **Romulo Cardoso Valadão**, meu co-orientador, que muito me ajudou no delineamento experimental e nas análises estatísticas, sempre dispondo seu tempo a mim com muita atenção e paciência.

A empresa **Ajinomoto** pela parceria, por me conceder a matéria-prima Activa TG- BP®, essencial para a realização deste estudo.

A técnica **Elizete Amorim**, muito obrigada pela ajuda em todo o processamento e nas análises, por todos os dias em que saiu do laboratório depois do seu horário de trabalho.

A professora **Elisa Helena da Rocha Ferreira**, por conceder opiniões construtivas ao trabalho e fornecer a matéria-prima inulina, essencial para a realização deste estudo.

Aos técnicos **Ivanilda Maria Augusta** e **Edio Mariano**, sem o apoio de vocês eu não teria conseguido realizar este trabalho, meu mais sincero muito obrigada.

Aos técnicos **Daniel, Edilene, Fernando** e **Carlos Carvalhal**, aos professores da UFRRJ **Víctor Cruz, Rosa Luchese, Cristiane Hess** e aos colegas de trabalho que muito me ajudaram, todos tiveram um papel muito importante para a realização desta pesquisa.

Aos meus amigos e companheiros do mestrado, **Pedro Campinho** e **Camila Nunes**, vocês me ajudaram a ver com otimismo situações difíceis pelas quais passamos durante nossa caminhada.

Finalmente, a minha querida e muito amada **Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, lugar onde eu me tornei cidadã, fiz amigos, conheci meu noivo, onde fiz minha graduação tão sonhada em medicina veterinária e o meu mestrado. Enfim, rural, muito obrigada!

RESUMO

LEITE, Mayla M. dos S. **Desenvolvimento de Linguiça de Mexilhão (*Perna perna*) Funcional Processada com a Aplicação de Transglutaminase Microbiana**. 2016. 58p Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

A dificuldade em suprir a demanda de proteína de origem animal de excelente valor biológico para a população humana é uma das maiores preocupações do nosso século. Relatórios da *Food Agriculture Organization* (FAO) apontam o rápido crescimento demográfico mundial como um dos principais fatores contribuintes para o aumento da necessidade na produção e diversificação de alimentos proteicos em todo mundo. Estimativas da FAO descrevem que em 2050 o contingente de pessoas atingirá cerca de 9,6 bilhões de indivíduos e será necessário garantir a segurança alimentar juntamente com desenvolvimento sustentável. Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi desenvolver um embutido prebiótico pela adição de inulina, na forma de linguiça tipo cozida, a base de mexilhões (*Perna perna*, Linnaeus 1758), processado com transglutaminase microbiana (MTGase) para diversificação de produtos a base de pescado e avaliar a influência desta enzima na textura do produto final e o seu comportamento para a carne de mexilhões, visto que a maioria dos estudos realizados são com carne bovina ou suína. As linguiças foram desenvolvidas a partir da carne triturada de mexilhões (CTM), onde tanto a matéria prima quanto a linguiça apresentaram características físico-químicas e microbiológicas satisfatórias e apresentaram bom valor nutricional, destacando o teor proteico e baixo teor de lipídeo do produto. Para avaliar as melhores respostas na elaboração das linguiças foi utilizado Delineamento Composto Central Rotacional, com as variáveis independentes: percentual de água (5 a 30%), concentração de Inulina (0 a 3%) e concentração de MTGase (0 a 2%) e as variáveis dependentes: teor de umidade, capacidade de retenção de água (CRA) e percentuais de rendimento e encolhimento das linguiças na cocção e textura instrumental. Tanto a água, quanto a inulina e a MTGase, influenciaram de forma significativa ($p < 0,05$), na faixa de concentrações estudada, nas variáveis respostas % Umidade e CRA, no entanto, para as variáveis respostas % rendimento e encolhimento na cocção e textura instrumental, na faixa estudada, não houve influência significativa ($p > 0,05$). O delineamento proposto evidenciou que os melhores resultados foram obtidos para as menores concentrações de água e MTGase e Inulina na formulação. Assim, foram elaboradas linguiças de mexilhões com 0,5%, 1,0% e 1,5% de MTGase e os percentuais de água (5%) e de Inulina (3% - especificação da legislação para o produto ser considerado prebiótico) fixados para predição do modelo matemático. Concluiu-se que o modelo se ajusta para a obtenção de respostas do teor de umidade e CRA muito similares às obtidas na prática, onde pode se prever o melhor teor de umidade para diferentes concentrações da enzima transglutaminase para formulações de linguiças a base de mexilhões pré-cozidos.

Palavras-chave: Pescado, Bivalve, Embutido

ABSTRACT

LEITE, Mayla M. dos S.. **Development of Sausage Mussel (*Perna perna*) Funcional Added to Transglutaminase**. 2016. 58p. Dissertation (Master in Science and Technology of Foods). Institute of Technology, Department of Food Technology, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

The difficulty in supplying the animal protein demand of great biological value for the human population is a major concern of our century. Reports of Food Agriculture Organization (FAO) show the rapid world population growth as a major contributing factor to the increased need in the production and diversification of protein foods worldwide. FAO estimates report that in 2050 the number of people will reach about 9.6 billion people and will need to ensure food security with sustainable development. In this context, the objective of this study was to develop a prebiotic built by the addition of inulin in the form of cooked type sausage, the base of mussels (*Perna*, Linnaeus 1758), processed with microbial transglutaminase (MTGase) for diversification of products based fish and evaluate the influence of this enzyme in the texture of the final product and its behavior for mussels meat since the majority of studies are in beef and pork. The sausages were developed from the ground meat of mussels (CTM), where both the raw material as the products presented physicochemical and microbiological characteristics satisfactory and showed good nutritional value, highlighting the protein content and low lipid content of the product. To evaluate the best answers in the preparation of sausages was used Delineation Composite Central Rotational with the independent variables: percentage of water (5-30%), concentration of Inulin (0-3%) and concentration of MTGase (0-2%) and dependent: moisture content, water holding capacity (WHC) and percentage of income and shrinking of sausages in cooking and instrumental texture. Any water, as inulin and MTGase influenced significantly ($p < 0.05$) in the range of concentrations studied, in variable responses% humidity and WHC, however, for the variables yields and% shrinkage during cooking and instrumental texture in the study group, there was no significant influence ($p > 0.05$). The proposed design has shown that the best results were obtained for the lower water concentrations and MTGase and inulin in the formulation. So they were prepared sausages mussels with 0.5%, 1.0% and 1.5% MTGase and water percentage (5%) and Inulin (3% - specification of legislation for the product to be considered prebiotic) set for prediction of the mathematical model. It was concluded that the model fits to obtain moisture content of the response and WHC very similar to those obtained in practice, which can provide the best moisture content for different concentrations of transglutaminase for sausages formulations based pre mussels cooked.

Key words: Fished, Bivalve, Embedded Food

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 Recomendações para o preparo de linguças, segundo a legislação vigente	11
Tabela 2 Níveis codificados e reais de cada variável independente no DCCR proposto	21
Tabela 3 Matriz do delineamento com as variáveis codificadas e em valores reais	21
Tabela 4 Percentuais de variação dos ingredientes utilizados nas formulações da linguça de mexilhões	22
Tabela 5 Composição centesimal das linguças cozidas e assadas.	26
Tabela 6 Valores de pH encontrados para o músculo do mexilhão pré cozido e para o a linguça cozida e assada	27
Tabela 7 Qualidade microbiológica do mexilhão <i>Perna perna</i> pré-cozido	28
Tabela 8 Qualidade microbiológica da linguça cozida de mexilhão <i>Perna perna</i>	28
Tabela 9 Avaliação das variáveis respostas do produto final	29
Tabela 10 Avaliação das variáveis do DCCR para os teores de Umidade (%):	30
Tabela 11 Análise de variância do DCCR para as variáveis: água, inulina e MTGase no teor de umidade da linguça de mexilhão.	30
Tabela 12 Teores de umidade obtidos experimentalmente e previstos pelo modelo	32
Tabela 13 Avaliação das variáveis independentes água, inulina e transglutaminase do DCCR para a variável resposta CRA (%) em linguça de mexilhão.	34
Tabela 14 Análise de variância do DCCR para as variáveis: água, inulina e MTGase no teor de CRA da linguça de mexilhão.	36
Tabela 15 Teores de CRA obtidos experimentalmente e previstos pelo modelo	36
Tabela 16 Efeito estimado das variáveis independentes (água, inulina e transglutaminase) sob a variável resposta rendimento na formulação de linguça de mexilhão.	39
Tabela 17 Efeito estimado das variáveis independentes sob a variável resposta encolhimento	41

Tabela 18	Efeito estimado das variáveis independentes (água, inulina e MTGase) sob a variável resposta textura da linguiça de mexilhão.	42
Tabela 19	Avaliação dos efeitos da aplicação de MTGase em linguiça de mexilhão	44

LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Estrutura química inulina (esquerda) e o oligofrutose (direita), G=Glicose, F=Frutose.	12
Figura 2	Mexilhão pré-cozido e descongelado sendo pesado para formulação da linguiça.	17
Figura 3	Etapas do processamento da linguiça de mexilhão: A) Mexilhões pré-cozidos descongelados; B) Lavagem dos mexilhões com água hiperclorada a 5 ppm; C) Pesagem dos ingredientes da linguiça; D) Obtenção da carne triturada de mexilhão (CTM); E) Mistura e homogeneização dos ingredientes; F) Massa homogeneizada em seu tempo de cura; G) Embutimento em tripas artificiais de colágeno; H) Linguiça de mexilhão I) Linguiças embaladas e identificadas.	20
Figura 4	Gráfico de superfície para a variável resposta Umidade A) Em função das variáveis independentes Água e Inulina B) Em função das variáveis independentes Água e MTGase C) Em função das variáveis independentes Inulina e MTGase.	31
Figura 5	Gráfico de superfície resposta da variável CRA A) Em função das variáveis independentes água e inulina ; B) Em função das variáveis independentes água e MTGase C) Em função das variáveis independentes inulina e MTGase para a linguiça de mexilhão.	35

LISTA DE SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CHO	Carboidrato
CMS	Carne Mecanicamente Separada
CRA	Capacidade de Retenção de Água
CTP	Carne Triturada de Pescado
DCCR	Delineamento Composto Central Rotacional
DTA	Departamento de Tecnologia de Alimentos
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IT	Instituto de Tecnologia
LAAB	Laboratório Analítico de Alimentos e Bebidas
MPA	Ministério da Pesca e Aquicultura
MSR	Metodologia de Superfície de Resposta
MTGase	Transglutaminase microbiana
N	Newton
OMS	Organização Mundial de Saúde
PIB	Produto Interno Bruto
PUFAS	Ácidos graxos poli-insaturados
RIISPOA	Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
RTIQ	Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
3 REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 Pescado: Um breve panorama.....	4
3.2 O uso de pescado na alimentação.....	5
3.3 Pesca extrativa e a produção de bivalvos.....	8
3.4 Qualidade de moluscos bivalvos para consumo.....	9
3.5 Produtos Embutidos.....	11
3.6 Inulina.....	12
3.7 Enzima Transglutaminase.....	14
4 MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1 Material.....	17
4.1.1 Matéria-prima.....	17
4.1.2 Ingredientes da linguiça.....	17
4.2 Métodos.....	18
4.2.1 Caracterização físico-química da matéria-prima e da linguiça de mexilhão.....	18
4.2.2 Avaliação do pH e da qualidade microbiológica matéria-prima e da linguiça de mexilhão.....	18
4.3 Elaboração da linguiça.....	19
4.3.1 Preparo das linguiças.....	19
4.4 Planejamento experimental.....	20
4.5 Avaliação das variáveis respostas.....	22
4.5.1 Umidade.....	22
4.5.2 Capacidade de retenção de água.....	23
4.5.3 Porcentagem de rendimento na cocção.....	23
4.5.4 Porcentagem de encolhimento.....	23
4.5.5 Análise de textura.....	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1 Caracterização centesimal da matéria-prima e da linguiça de mexilhão.....	25
5.2 Avaliação da qualidade físico-química da matéria prima e do produto final.....	27
5.3 Qualidade microbiológica da matéria prima e das linguiças.....	28
5.4 Variáveis respostas (Dependentes).....	29
5.4.1 Umidade.....	30

5.4.2 Capacidade de retenção de água.....	34
5.4.3 Rendimento na cocção.....	39
5.4.4 Encolhimento do produto.....	40
5.4.5 Textura.....	42
5.5 Comprovação da predição do modelo matemático para os teores de MTGase.....	44
6 CONCLUSÕES.....	46
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
8 ANEXOS.....	58

1 INTRODUÇÃO

A produção de alimentos necessária para suprir a demanda por proteína de origem animal de excelente valor biológico para a população mundial é uma das maiores preocupações do nosso século. Relatórios da *Food Agriculture Organization* - FAO apontam o rápido crescimento demográfico mundial como um dos principais fatores que contribui para que a produção de alimentos proteicos aumente em todo planeta. Estimativas da FAO descrevem que em 2050 o contingente de pessoas atingirá cerca de 9,6 bilhões de indivíduos e de que é preciso garantir a segurança alimentar sem comprometer os recursos naturais renováveis e as gerações futuras.

A cadeia produtiva do pescado em nível mundial apresenta importância socioeconômica expressiva, tanto no que diz respeito à produção de alimento proteico de excelente valor biológico que possa garantir o acesso dessa fonte de proteína a população, quanto à geração de empregos (diretos e indiretos) e de divisas para o crescimento dos países costeiros, como o Brasil. De acordo com a FAO, a atividade pesqueira (pesca extrativa e aquicultura) será uma das principais atividades responsáveis pela segurança alimentar do planeta, com previsões de produção de proteína de origem animal para a próxima década maior do que o setor de animais de abate (carnes bovinas, suínas e aves).

No entanto, é de conhecimento que a atividade de pesca extrativista está subordinada ao meio natural e aos ciclos biológicos, as oscilações climáticas naturais que tornam difíceis as previsões de captura, dependência das reservas naturais de recursos pesqueiros e das espécies preferidas para o consumo (as de relevância econômica) e que nas últimas quatro décadas sua produção (nacional e mundial) encontra-se estagnada. Sabe-se também que toda esperança para atender a demanda de proteína animal tem sido depositada na aquicultura (cultivo de organismos aquáticos). Desta forma, a utilização de espécies cultivadas na aquicultura com potencial para comercialização poderá de fato assegurar a manutenção da oferta primária de pescado no mercado nacional, e inibir oscilação de preços, como por exemplo: a prática de maricultura realizada nos municípios de Itaguaí, Mangaratiba e Angra dos Reis, a mitilicultura. O cultivo de moluscos bivalvos, os mexilhões (*Perna perna*), ostras (*Crassostrea gigas* e *Crassostrea rhizophorae*) e vieiras (*Nodipecten nodosus*) apresenta relevância socioeconômica na região conhecida como Costa Verde e em nível nacional, principalmente no Sul do Brasil.

As populações litorâneas apreciam esse tipo de alimento sendo comum encontrar em bares, restaurantes, hotéis e pousadas pratos preparados com moluscos. No entanto, é necessário destacar que em nível nacional o consumo de mexilhões é baixo e parece estar associado à falta de hábito em comer frutos do mar e a forma simples de apresentação do produto, *in natura*, o que não potencializa o consumo. Em nosso país a comercialização de bivalvos cultivados é feita basicamente na forma *in natura* (fresco na concha) ou pré-cozida e congelada (sem a concha) atendendo um mercado muito regional ou local e de forma sazonal. A produção de mexilhões cultivados no estado de Santa Catarina além de abastecer o mercado local atende mercados como dos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul. Em países como a China, Espanha, Holanda e Nova Zelândia o cultivo industrial é um fato. E nestes países o consumo de moluscos industrializados é comum, principalmente nas formas defumada e enlatada (conserva), com exceção da indústria neozelandesa, que também comercializa o mexilhão congelado na meia concha ou desconchado e congelado individualmente (*Individually Quality Frozen - IQF*). É realizado o aproveitamento de seus resíduos (as conchas) para fabricar botões, bijuterias e para fazer adubos e também na construção civil (HELM et al., 2004; FAO, 2009).

Uma das vantagens em aplicar tecnologias inovadoras, como a produção de embutidos, a base de bivalvos, é poder apresentá-los de forma melhor aceita que a tradicional, reduzir perdas e a contaminação por micro-organismos devido à manipulação inadequada, além de estender o período de vida útil.

Neste contexto, o presente trabalho objetiva o desenvolvimento de um embutido, como a linguiça tipo cozida, a base de mexilhões (*Perna perna*) para a obtenção de um produto mais atrativo devido ao seu aroma, sabor, cor e textura, estimulando a comercialização de um novo produto, incentivando o seu consumo, além de agregar valor, maior rentabilidade e o fortalecimento do segmento da malacocultura em nosso país.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo

Desenvolver um embutido funcional pela adição de inulina, na forma de linguiça tipo cozida, a base de mexilhões (*Perna perna*), processado com transglutaminase microbiana (MTGase).

2.2 Objetivos específicos

- Caracterização físico-química do músculo do mexilhão (*Perna perna*) pré-cozido e da linguiça;
- Avaliação físico-química e microbiológica do mexilhão e da linguiça;
- Avaliar a aplicação da enzima transglutaminase na elaboração das linguiças e nas suas características físico-químicas (capacidade de retenção de água, umidade, textura, encolhimento e rendimento);
- Avaliar a adição de inulina nas características físico-químicas da linguiça;
- Avaliar a influencia da adição de água na formulação sobre as características físico-químicas da linguiça;
- Propor uma formulação para o desenvolvimento de linguiça cozida a base de mexilhão.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Pescado: Um breve panorama

Segundo o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, Art. 438/1952, pescado compreende os peixes, os crustáceos, os moluscos, os anfíbios, os quelônios e os mamíferos de água doce ou salgada, usados na alimentação humana. Esta definição abrange também as algas marinhas e outras plantas e animais aquáticos que também sejam destinados à alimentação humana (RIISPOA, 1952).

A produção de pescado no mundo atingiu no ano de 2012 um montante de 158 milhões de toneladas. A pesca extrativa (marinha e continental) contribuiu com um pouco mais de 91 milhões de toneladas e a aquicultura (marinha e continental) contribuiu com cerca de 66,6 milhões de toneladas. Ambas as atividades apresentam relevante cunho social e econômico, sendo que, nas últimas quatro décadas vêm mantendo as tendências previstas, onde a pesca extrativa ou de captura apresenta-se estagnada, sendo impossível retirar a cada ano rendimentos maiores e a aquicultura mantendo sua ascensão no mercado internacional e nacional, sendo considerada pela FAO a principal responsável pela segurança alimentar do planeta (FAO, 2012; FAO, 2014).

A China (37,69%), a Indonésia (6,93%) e a Índia (5,55%) lideram o ranking mundial na produção total de pescado. O Brasil ocupa a 19ª posição, cuja produção correspondeu a 0,75% da produção mundial. Nas modalidades de pesca extrativa e aquicultura temos o mesmo panorama. Para pesca extrativa a China (17,50%), Indonésia (6,02%) e Índia (5,25%) ocupam as três primeiras colocações e o Brasil ocupa a 25ª (0,88%) posição. E na aquicultura, destacando-se mais uma vez a China (60,9%), Indonésia (6,59%), Índia (5,89%) e o Brasil na 17ª posição no ranking mundial (BRASIL, 2013).

No Brasil, a produção de pescado no ano de 2011 atingiu 1.431.974,4 t, o que representou um aumento de aproximadamente 13,2% quando comparada com a produção em 2010 (BRASIL, 2013). Quanto às modalidades de pesca, a pesca extrativa marinha representou a maior parte da produção, com 38,7% do total produzido no país, seguida pela aquicultura continental com 38%, pesca extrativa continental com 17,4% e aquicultura marinha com aproximadamente 6%. A região Nordeste foi a maior produtora com 31,7%, seguida da região Sul com 23,5%, a região Norte com 22,8% e Sudeste, Centro-Oeste com 15,8% e 6,2%, respectivamente. Todas as regiões brasileiras tiveram um incremento na produção de pescado em relação à produção no ano de 2010 (BRASIL, 2013).

Das espécies de relevância econômica no mercado nacional e internacional, os peixes corresponderam a 87% da produção total de pescado, o grupo dos crustáceos a 10% e grupo dos moluscos a 3% (BRASIL, 2013).

Em relação a balança comercial brasileira de pescado no período de 2011 as exportações alcançaram US\$ 271.193.147,00 de dólares e as importações corresponderam a US\$ 1.262.888.212,00 de dólares, havendo um déficit de quase US\$ 991 milhões (BRASIL, 2013).

Os principais produtos exportados na ordem decrescente de valores foram: lagostas congeladas (exceto inteiras) com 2.134.773 kg (US\$ 69.163.978,00), de peixes com 1.873.641 kg (US\$ 29.006.504,00) e peixes congelados com 7.422.285 kg (US\$ 22.426.922,00). Considerando as cifras, os Estados Unidos foi o maior comprador dos produtos de pescado brasileiros, seguido da Espanha, Japão, Hong Kong e França. Considerando a quantidade em toneladas, a Espanha fica em primeiro lugar, seguida dos Estados Unidos, Japão, China e França (BRASIL, 2013).

O pescado destinado à exportação no Brasil é transportado principalmente pela via marítima 80,78%; em seguida utiliza-se a via aérea 12,06% e depois a via rodoviária com 7,06%, estes dados foram referentes ao ano de 2007. Os principais portos envolvidos na exportação de pescado estão na região Nordeste: Fortaleza (CE), Recife (Suape) e Pecém (CE) (IBAMA, 2007). Considerando as importações brasileiras, os países que mais exportaram para o Brasil em relação ao valor em 2011 foram: Chile, China, Noruega, Argentina e Portugal. No entanto, em relação à quantidade em toneladas foram: China, Argentina, Chile, Noruega e Portugal. Os principais produtos importados pelo Brasil em ordem decrescente de valores foram: bacalhau, filés congelados e salmões (BRASIL, 2013).

3.2 O uso de pescado na alimentação

O homem utiliza o pescado como fonte de alimento desde os tempos remotos, e ainda hoje é uma das quatro principais fontes de proteína consumida. Em países subdesenvolvidos o pescado representa a principal fonte de proteína de origem animal de populações ribeirinhas ou litorâneas (MPA, 2008). A carne contém proteínas de alto valor biológico, baixo teor de gordura, vitaminas, minerais e carboidratos, um alimento completo. Tais características desencadearam mudanças nos hábitos alimentares, por motivos de saúde, levando os consumidores a preferir as carnes brancas às vermelhas, colaborando para aumentar o consumo de peixes e seus produtos. As populações litorâneas apreciam esse tipo de alimento

sendo comum encontrar em bares, restaurantes, hotéis e pousadas, pratos preparados à base de pescado. No entanto, é necessário destacar que em nível nacional o consumo de peixes, moluscos e crustáceos ainda é baixo (11 kg/pessoa/ano) quando comparado com a média mundial (19,2 kg/pessoa/ano) e a recomendada pela Organização Mundial da Saúde (12 kg/pessoa/ano) (MPA, 2014; FAO, 2012). Esse baixo consumo parece está associado à falta de hábito dos brasileiros em comer peixes e frutos do mar, a forma simples de apresentação do produto *in natura* que não potencializa o seu consumo e a falta de qualidade da matéria prima *in natura* devido à exigência da cadeia de frio para manutenção das suas características de frescor que estão relacionadas à manutenção da sua qualidade nutricional e sanitária para consumo (MPA, 2012). No estado do Rio de Janeiro / município de Itaguaí e municípios vizinhos (Sepetiba, Mangaratiba, Angra dos Reis e Parati) a principal forma de apresentação, comercialização e consumo do pescado marinho é a *in natura* atendendo um mercado muito regional ou local e de forma sazonal dependendo da espécie alvo.

A utilização de recursos pesqueiros sem importância econômica ou subexplorados, como o vôngole, poderá assegurar a manutenção da oferta primária de matéria prima no mercado interno e inibir oscilação de preços no mercado. A aplicação de técnicas de processamento, para produção de embutidos a base de bivalvos, e apresentá-los de forma mais atrativa que a tradicional, atingindo um mercado atualmente fechado ao produto na sua forma *in natura*, promovendo com êxito a diversificação de produtos com qualidade sensorial, estimulando seu consumo, gerando trabalho e renda, melhora a qualidade de vida de marisqueiros e /ou catadores artesanais, através da agregação de valor aos produtos derivados, os fazendo enxergar a atividade como um empreendimento lucrativo e com a responsabilidade de produzir alimentos com qualidade nutricional e microbiológica para o consumo (BEIRÃO, 2000; GONÇALVES, 2011).

Do ponto de vista nutricional os bivalvos são considerados alimentos de excelente valor nutricional. A carne contém proteínas de alto valor biológico, baixo teor de gordura, vitaminas, minerais e carboidratos e glicogênio, sua principal forma de reserva energética (OGAWA; MAIA, 1999). O valor nutritivo da carne de bivalvos se reflete nos teores de proteína e gordura. O teor de proteína bruta fica em torno de 10% apresentando em sua composição um teor de aminoácidos essenciais completo e balanceado contribuindo para o alto valor biológico da dieta. A carne apresenta um baixo teor de gordura (1,5%) e colesterol, com apenas cerca de 20 a 28 % de calorias, em que os ácidos graxos mais frequentes são os polinsaturados (40 a 45 g·100 g⁻¹ de porção comestível) e menos de 80 mg de colesterol· 100

g⁻¹ de carne. Essa composição apresenta grandes vantagens nutricionais porque essa gordura polinsaturada é fonte de ácidos graxos benéficos ao organismo humano, da série ômega-3 (eicosapentaenoico-EPA e α -linolênico) e ômega-6 (docosahexaenoico-DHA), além de assegurar uma melhor digestão e assimilação pelo organismo humano (DONG, 2001). Os efeitos benéficos do EPA e do DHA podem ser citados por prevenir desordens cardíacas e inflamatórias, a aterosclerose e a trombose, além de agir na manutenção da pressão arterial, coagulação sanguínea, na formação de compostos que tem propriedades hormonais, no desenvolvimento e função do cérebro, retina e esperma. Por estas razões, a elaboração de pratos contendo moluscos pode ser considerada um alimento ideal para todos os tipos de dietas até mesmo para indivíduos que necessitem de uma dieta baixa em calorias (DONG, 2001).

No Brasil, os moluscos bivalvos apresentam uma ampla distribuição geográfica ocorrendo em toda América do Sul, sendo explorado, cultivado e consumido em regiões costeiras (AVELAR, 1998). As populações litorâneas apreciam esse tipo de alimento, sendo comum encontrar em bares, restaurantes, hotéis e pousadas pratos preparados com moluscos. No entanto, é necessário destacar que em nível nacional o consumo é baixo e parece está associado à falta de hábito dos brasileiros em comer frutos do mar e a forma simples de apresentação do produto, *in natura*, o que não potencializa o seu consumo. Em nosso país a comercialização de bivalvos explorados e/ou cultivados é feita basicamente na forma *in natura* (fresco na concha) ou pré-cozida resfriada ou congelada (sem a concha) atendendo um mercado local e de forma sazonal. A produção de mexilhões na baía de Sepetiba é modesta atendendo o mercado local, e quando o produto não é comercializado é consumido pelo próprio marisqueiro e sua família. Em países desenvolvidos, como a China, Espanha, Holanda e Nova Zelândia as espécies de relevância econômica, como os mexilhões e ostras, o cultivo para o processamento industrial é um fato. E nestes países o consumo de moluscos industrializados é comum, principalmente nas formas defumada e enlatada (conserva), com exceção da indústria neozelandesa, que também comercializa esses bivalvos congelados na meia concha ou desconchado e congelado individualmente (*Individually Quality Frozen - IQF*). Além do aproveitamento de seus resíduos (as conchas) para fabricar botões, bijutérias e para fazer adubos e também na construção civil (HELM et al., 2004; FAO, 2009).

3.3 Pesca extrativa e a produção de bivalvos

O Brasil é um país expressivamente agrícola, e neste contexto, a atividade pesqueira (pesca extrativa e aquicultura) se destaca por apresentar um importante cunho social e econômico para o nosso país. No ano de 2010 a atividade pesqueira gerou um PIB de 5 bilhões de reais, e o segmento artesanal contribuiu com 45% do montante produzido (1.264 toneladas) em nível nacional (MPA, 2012).

A produção nacional de moluscos oriundos da pesca extrativa nos anos de 2008, 2009 e 2010 correspondeu a 13.303 t, 14.672 t e 13.858 t, respectivamente. No entanto, a maior representação e importância econômica são dadas aos moluscos bivalvos (mexilhões, ostras, vieiras, surururs e berbigões), cuja produção no ano de 2010 pela pesca extrativa foi de 8.204 t (BRASIL, 2013).

No estado do Rio de Janeiro a produção de mexilhões no ano de 2010 estimada pela MPA foi de 57 t. A produção média anual ainda é modesta, mas a atividade é de importante cunho social e econômico para o litoral sul do estado do RJ, especialmente na Baía de Sepetiba, porque é geradora de alimento e empregos, atuando na complementação da renda de marisqueiros e/ou catadores artesanais contribuindo para a fixação das populações tradicionais em seus locais de origem.

Atualmente a pesca extrativa representa para as comunidades caiçaras do litoral sul fluminense uma fonte de trabalho e renda aliado, à manutenção de sua cultura dirigida para o mar. Do mesmo modo, quando a atividade é desenvolvida com vistas à sustentabilidade pode contribuir para diminuição da pressão sobre os recursos naturais mais visados economicamente, como a pesca da sardinha-verdadeira e do atum.

No Brasil, a produção de mexilhão vem ganhando mais espaço nos últimos anos. O país a cada ano tem aumentado sua produtividade. Em 2011 a safra foi de 15, 965 t, superando em 16,35 % a safra de 2010, que, superou em 12,23% em comparação a 2005, a maior safra atingida. Esse aumento da produtividade foi ocasionado pelas melhorias nas técnicas de produção, a maior disponibilidade de sementes provenientes de coletores artificiais; o assentamento remoto e extração de bancos naturais; o estabelecimento de uma tabela com preços mínimos, já instituída por alguns produtores. Adicionalmente, campanhas de incentivo ao consumo de moluscos inspecionados estão entre os fatores que contribuíram para o aumento da produção de mexilhão *Perna perna* (MARIANA, 2014).

Em relação ao consumo de mexilhão, por ser um tipo de pescado, tem grande importância nutricional. Na literatura existem vários estudos demonstrando que o consumo regular de pescado influencia favoravelmente os níveis de triglicérides, pressão sanguínea, mecanismo de coagulação e ritmo cardíaco; na prevenção do câncer (mama, próstata e cólon); redução da incidência de arteriosclerose e de acidentes vasculares cerebrais isquêmicos; declínio cognitivo; redução dos riscos de depressão, ansiedade, doenças inflamatórias; integridade das membranas celulares, tecidos nervosos e redução de risco a problemas neuronais em criança (SOUZA et al., 2003; SOCCOL e OETTERER, 2003; TACON e METIAN, 2013).

3.4 Qualidade de moluscos bivalvos para consumo

De maneira geral, os bivalvos são alimentos muito nutritivos, pois são ricos em proteínas, gorduras (AG poliinsaturados- PUFAs) benéficas a saúde do homem, vitaminas e minerais, mas devido a forma como eles se alimentam, são filtradores, filtram as partículas em suspensão na água, e podem eventualmente atuar como um veículo de transmissão de vários agentes causadores de doenças (OGAWA, 1999).

Os agentes que podem ser veiculados são de natureza biológica (bactérias, vírus, parasitas e toxinas de moluscos) e química (metais pesados, resíduos de pesticidas e, mais raramente, antibióticos, quando se trata de cultivo/criação) (DAME, 1996, MORAES, 2000). Assim, a concentração desses elementos presentes na água e nos tecidos desses organismos, reflete as condições ambientais em que vivem, podendo seu consumo ocasionar sérios danos ao organismo humano, representando um risco à saúde pública, uma vez que alguns moluscos chegam a filtrar até 100 litros de água por dia (DAME, 1996).

A qualidade do pescado, nesse caso dos bivalvos que serão comercializados, está relacionada à qualidade da água de extração ou de cultivo. E para que eles possam ser usados na alimentação humana, seja na forma *in natura* ou processada, esses organismos devem ser processados com os devidos cuidados nas etapas pós-colheita para assegurar a qualidade do produto.

De modo geral, a qualidade do pescado está sempre associada ao grau de frescor da matéria prima *in natura* no momento da comercialização. Em relação aos bivalvos, tanto na Europa como aqui no Brasil, recomenda-se que no momento da comercialização eles estejam vivos (com as valvas fechadas), o líquido contido dentro da valva (concha) se apresente

límpido (água límpida em seu interior), a carne úmida e aderente à concha, e o cheiro pronunciado de algas marinhas.

No entanto, essa matéria prima, para ser um produto de origem animal é muito perecível, porque suas vísceras contêm uma grande quantidade de microrganismos e a própria composição química dos seus tecidos (rico em proteínas e extrativos nitrogenados e etc) propicia o ataque microbiano, deteriorando-se facilmente se a manipulação pós-captura ou extração não for adequada, principalmente quanto ao pronto resfriamento desse pescado. É necessário remover calor dos moluscos através do uso adequado do frio (gelo e / ou sistemas de refrigeração) para inibir todos os agentes envolvidos com o fenômeno deterioração (enzimas ativas e microrganismos) (VIEIRA, 2003).

Quando a cadeia do frio é rompida compromete a qualidade do molusco que vai ser comercializado, ou seja, compromete o seu grau de frescor e conseqüentemente a sua qualidade sanitária (GONÇALVES, 2011). Alguns fatores podem contribuir para essa perda de qualidade, como as alterações provocadas pelas enzimas do seu próprio corpo. Após a captura, a defesa natural do seu organismo deixa de atuar permitindo que enzimas contidas no intestino desses animais levem a sua deterioração (enzimas que degradam proteínas e lipídeos), a multiplicação de microrganismos, principalmente as bactérias patogênicas de importância em alimentos, que após a captura, sob condições favoráveis (temperatura altas durante a manipulação pós extração) podem se multiplicar no alimento e representar um risco a saúde do consumidor após o seu consumo e a quebra da cadeia de frio. O emprego do gelo ou refrigeração atua na inibição dos principais agentes que levam a deterioração do molusco. Mesmo sob temperaturas de refrigeração (8 a -1°C) essas reações são freadas permitindo que o consumidor e as indústrias recebam essa matéria prima com o frescor necessário para o consumo direto ou para o beneficiamento; más condições de manipulação na captura, na descarga, na depuração, no processamento, no transporte, e na comercialização contribuem para a perda de frescor dos bivalves (GONÇALVES, 2011).

Todos os envolvidos na cadeia produtiva são responsáveis pela manutenção da qualidade, do frescor da matéria prima, inclusive o consumidor, que na sua própria casa, é responsável pela manutenção da qualidade do produto até o seu preparo. Sabe-se que 70% das Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) são devidas a manipulação inadequada falta de higiene. Então, medidas de higiene devem ser tomadas desde a captura até a venda ao consumidor, garantindo desta forma, maior durabilidade desta matéria prima, até mesmo para

que ela possa ser recebida pelo consumidor e pela indústria com alto grau de frescor, além de se evitar os problemas causados por Doenças Transmitidas por Alimentos.

3.5 Produtos embutidos

Os embutidos são classificados como alimentos fabricados com carne ou órgãos comestíveis, curado ou não, condimentado, cozido ou cru podendo ser defumado e dessecado, sendo envolvido por tripa, bexiga ou outro tipo de membrana animal (RIISPOA, 1952). Esse grupo é bastante caracterizado pelo clima de cada região que influencia na qualidade final do produto (OBEID, 2015). Outras características desse grupo de alimentos são o aumento do tempo de vida útil e a possibilidade do aumento de derivados (VIEIRA, 1999).

O Brasil apresenta uma grande variação nutricional no âmbito quantitativo nos embutidos crus de origem suína, bovina e aves. Essas diferenças são devido a diferentes tipos de processamento e flexibilidade na padronização da matéria-prima (OBEID, 2015). Nos últimos anos o consumo de embutidos vem aumentando entre os brasileiros.

Entre os embutidos, a linguiça é a principal representante desse grupo tão diversificado. A instrução normativa nº. 4, de 31 de Março de 2000, da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura Pecuária e Pesca (MAPA), define como linguiça, o produto cárneo industrializado, obtido de carnes de origem de açougue, adicionadas ou não de gordura, ingredientes, embutido em envoltório natural ou sintético e que teve um processamento tecnologicamente adequado (BRASIL, 2000). As linguiças são designadas seguidas do nome da matéria-prima a que deu origem e são classificadas quanto o tipo de tecnologia usado na sua fabricação podendo ser: produto fresco, seco, curado, maturado, cozido entre outros tipos (CASAGRANDE, 2014). Existem especificações quanto ao teor de umidade, proteína e dos ingredientes das linguiças de acordo com o tipo (Tabela1).

Tabela 1 – Recomendações para o preparo de linguiças, segundo a legislação vigente.

Produtos	Umidade Máx. (%)	Proteína Mín (%)	Gordura Máx. (%)	Amido Máx. (%)	Cálcio Máx. (%) b.s.	CMS Máx. (%)	Proteína não cárnea Máx. (%)
Linguiças Frescais	70	12	30	0	0,1	0	2,5
Linguiças cozidas	60	14	35	0	0,3	20	2,5
Linguiças Dessecadas	55	15	30	0	0,1	0	2,5

Fonte: Brasil, 2000. b.s. = base seca; CMS = carne mecanicamente separada

3.6 Inulina

A inulina é um carboidrato de reserva pertencente ao grupo dos frutoligossacarídeos (FOS) (Figura 1), encontrada em mais de 30 mil espécies vegetais. Sua estrutura é formada por uma cadeia de frutose com uma glicose terminal (SILVA, 1986).

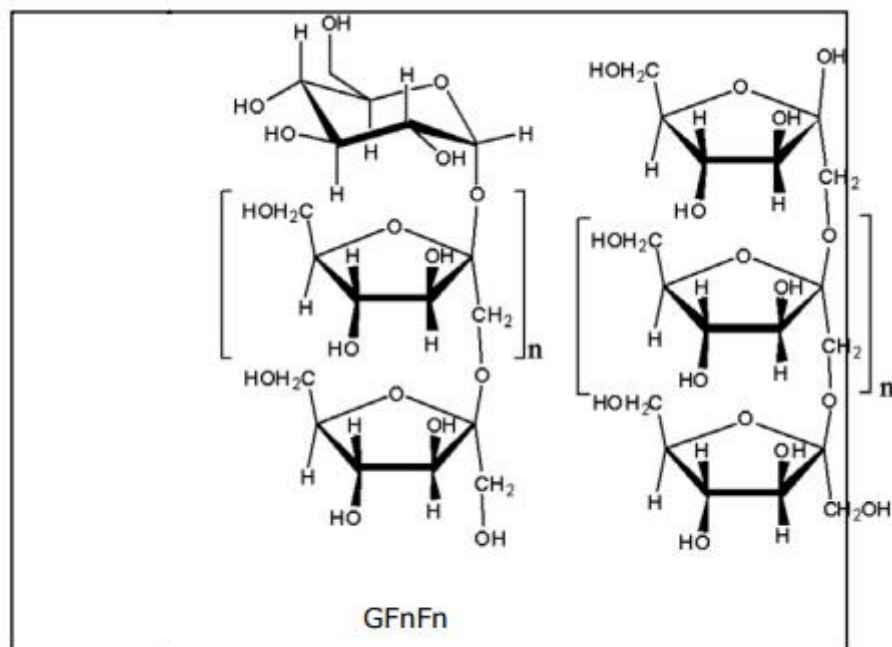


Figura 1 - Estrutura química inulina (esquerda) e o oligofrutose (direita), G=Glicose, F=Frutose.

Normalmente entende-se como inulina ao polímero formado por mais de 10 unidades de frutose. Sendo que, polímeros com a quantidade inferior a 10 unidades são chamados de oligofrutose.

A extração da inulina pode ser feita de várias fontes vegetais como alho-poró, cebola e banana, porém, a fonte mais utilizada pela indústria alimentícia é a chicória. A inulina é extraída da chicória em forma de pó branco, inodoro e apresenta sabor neutro agradável (ROBERFROID, 2002; GARCÍA; CÁCERES; SELGAS, 2006; BROWNAWELL et al., 2012).

De acordo com Mendonza (2001), a ingestão de fibras diminuiu o risco de câncer no cólon, obesidade, doenças cardiovasculares. A inulina, como outros prebióticos, também apresenta importância na redução de risco de câncer de cólon, protegendo a microbiota intestinal. Além disso, o consumo de inulina também está associada a uma redução dos níveis séricos de triglicerídeos e uma melhor absorção de minerais no intestino grosso, mesmo que a

absorção desses nutrientes ocorra no intestino delgado (TUOHY et al., 2005; ÁLVAREZ; BARBUT, 2013).

Em relação ao consumo, não existe uma ingestão diária recomendada pela FDA (*Food and Drug Administration*) para prebióticos (BROWNAWELL et al., 2012), todavia no Brasil segundo a ANVISA (2008) para que um alimento seja considerado como funcional, no caso dos FOS (frutoligosacarídeos) deve conter no mínimo, 3g de inulina por porção para alimentos sólidos e 1,5g de inulina por porção para alimentos líquidos. Por outro lado, Roberfroid (2002) sugere que a inulina tenha efeito prebiótico se consumida na dose de 5 – 15 g/dia durante algumas semanas, assim como a ANSES (“French Agency for Food, Environmental, and Occupational Health and Safety”) aprovaram inulina e FOS como prebióticos na dose de 5g/dia (BROWNAWELL et al., 2012).

A inulina é um carboidrato, e por isso, sua adição nos alimentos muda a composição centesimal do produto, sem alterar o rendimento final de cozimento. Contudo, Álvarez e Barut (2013) concluíram que o tipo de inulina afeta o rendimento de cozimento, em criar rede com as proteínas, que com cozimento, diminuem a retenção de água. Em relação a cor, os autores observaram uma diminuição de L* (luminosidade) e a* (componente vermelho) dos produtos cárneos com inulina em pó quando comparados com os produtos com a inulina em gel.

A inulina pode substituir a gordura, como agente estabilizante de emulsão de carnes, influencia positivamente na capacidade de retenção de água e favorece uma melhora no parâmetro suculência (TOMASCHUNAS et al., 2013). De acordo com Menegas (2013) a inulina tem a capacidade de formar um gel sensorialmente semelhante à gordura quando em contato com a água, podendo substituir a gordura em alimentos “low-fat”. Esse gel apresenta uma rede tridimensional de partículas insolúveis de inulina na qual a água fica retida, garantindo grande estabilidade (FRANCK, 2002).

O uso de inulina em produtos derivados de pescados vem representando uma importante inovação tecnológica na produção de novos alimentos, devido ao seu amplo espectro de função. Bessa (2014), desenvolveu salsicha prebiótica com resíduos de Tilápia do Nilo e inulina. Outra aplicação na qual que vem sendo empregada a inulina é a produção de ração que estimula o sistema imunológico (CEROZI, 2012).

3.7 Enzima Transglutaminase

As enzimas são proteínas sintetizadas pelos organismos vivos com a finalidade de catalisar reações bioquímicas que, de outro modo, não ocorreriam sob as condições fisiológicas habituais. Estas estão amplamente distribuídas na natureza, em todos os níveis taxonômicos, participando em vários processos biológicos como cicatrização, coagulação sanguínea, regulação de crescimento e diferenciação celular (MOTOKI & SEGURO, 1998).

Em 1957, pela primeira vez, Heinrich B. Waelsch e seu grupo de pesquisa observaram uma enzima que poderia desempenhar importantes funções bioquímicas no sistema nervoso e, em particular, no cérebro que recebe o nome de Transglutaminase, TGase [E.C.2.3.2.13] (LORAND, 2002; FACCHIANO; FACCHIANO, 2009). A partir daí, investigações sobre produção, purificação, propriedades e aplicações vêm sendo rigorosamente estudada.

A Transglutaminase é uma enzima capaz de modificar proteínas através de reações de transferência de acila entre um grupo G-carboxiamida de peptídeos ligados a resíduos de glutamina (doadores de acila) e uma variedade de aminas primárias (aceptores de acil), incluindo o grupo ϵ -amino de resíduos de lisina em certas proteínas (HINZ et al., 2007). As propriedades bioquímicas das MTGases e TGases contribuíram para seu emprego em larga escala na indústria, pois estas enzimas são capazes de introduzir ligações covalentes nas proteínas, alterando propriedades como: solubilidade, habilidade de hidratação, capacidade emulsificante e espumante, viscosidade, elasticidade e geleificação das proteínas para o consumo humano (JAROS et al., 2006; LORENZEN et al., 2002).

De acordo com Ando et al. (1989), a massa molecular da transglutaminase, avaliada por SDS-PAGE, é em torno de 40 kDa, com pH ótimo, entre 5 e 8. Entretanto, mostra alguma atividade em valores de pH entre 4 e 9, sendo estável em larga faixa de pH. A temperatura ótima da transglutaminase é 50°C (por 10 minutos e pH 6,0) e se mantém ativa por 10 minutos a 40 °C, mas perde a sua atividade a 70 °C em poucos minutos.

A transglutaminase já foi associada a estudos para reduzir o potencial alergênico de algumas proteínas de alimentos ou de peptídeos. Alfa-caseína (23kDa) foi tratada com transglutaminase a 25°C por 20h em água para produzir caseína com ligações cruzadas (aproximadamente 90kDa), que é menos alergênica (YAMAUCHI, K. et al, 1991). Um material que promove a absorção de minerais pelo corpo humano foi desenvolvido por Noguchi e outros pesquisadores (NOGUCHI, T. et al, 1992). Ele é preparado pela desaminação de caseína através de um tratamento com transglutaminase. O material resultante promove a absorção de minerais no intestino e pode ser usado na indústria de alimentos e na

farmacêutica em suplementos minerais para adultos e crianças. A caseína é solúvel em pH neutro e levemente ácido, podendo manter os minerais solúveis no intestino. Por suas propriedades reacionais e a busca por processos e produtos inovadores, esta enzima vem sendo empregada em áreas diversificadas e entre elas a indústria alimentícia. As vantagens de utilizar enzimas na indústria de alimentos decorrem de sua capacidade de catalisar reações, devido à sua grande especificidade, sem causar reações secundárias (ÓRDOÑEZ, 2005).

Na indústria de produtos cárneos, por exemplo, a possibilidade de obter a partir de retalhos e aparas de filetagem, produtos reestruturados, tem se demonstrado muito interessante. O mais importante é que a ligação da transglutaminase não depende da aplicação de cloreto de sódio ou de fosfatos, criando produtos mais saudáveis em função dos baixos teores de sais de sódio (YOKOYAMA et al, 2004).

O uso da MTGase na reestruturação de recortes de carne sem valor para obtenção de peças de carne reestruturada de melhor aparência se mostrou muito eficaz, porém, o surpreendente foi a melhora na aparência e sabor da peça, que pode atingir maior valor de mercado (KIM et al, 1993). A enzima se mostrou capaz de gelificar soluções concentradas de proteínas como: proteínas de soja, do leite, de carne bovina, suína e de peixe. Além disso, pode incorporar aminoácidos ou peptídeos em proteínas, através de ligações covalentes. Este tipo de reação é importante, pois pode aumentar o valor nutricional de alimentos, uma vez que os aminoácidos incorporados com ligações covalentes se comportam no organismo da mesma forma que os aminoácidos endógenos (YOKOYAMA et al, 2004).

Um bom exemplo seria a inclusão de metionina e lisina em proteínas pobres nestes aminoácidos, tais como caseínas de leite e proteínas de soja, através de reações catalisadas pela TGase. Na área dos laticínios, a formação de um gel resistente ao calor, a partir de caseína e da MTGase, promete a criação de iogurtes mais estáveis, evitando a sinerese. A enzima também viabiliza produtos como sorvetes e queijos com baixo teor de gordura, mais estáveis e com melhor textura (YOKOYAMA et al, 2004) .

A adição de MTGase tem permitido a manutenção do tofu pasteurizado por muito mais tempo, tornando sua textura mais firme. A aplicação de MTGase também foi testada em macarrões instantâneos e outras massas, e tem tido sucesso na preservação da textura da massa pós cozimento, mesmo quando a farinha de trigo usada era de qualidade inferior (KWAN et al, 2003).

Na área de pescado, a tecnologia de utilização da transglutaminase microbiana permite o desenvolvimento de produtos bem aceitos pelo consumidor, tanto a partir de pescado inteiro

que pode ser de baixo valor comercial, como sobras do processo de filetagem, aumentando consideravelmente o seu valor agregado (SEBBEN *et al.*, 2000; DONDERO *et al.*, 2006).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

4.1.1 Matéria-prima

O mexilhão (*Perna perna*) foi utilizado na forma pré-cozida, pois seu músculo cru não apresentou a capacidade de formação de massa para embutir em pré testes realizados. Adquirido pré-cozido (Figura 2) e congelado a -18°C na Central de Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro CEASA RJ em março de 2016. A amostra foi transportada em caixas de isopor com gelo até o laboratório de análise, onde ficaram armazenadas em freezers.



Figura 2 - Mexilhão pré-cozido e descongelado sendo pesado para formulação da linguiça.

4.1.2 Ingredientes da linguiça

Os ingredientes utilizados na formulação das linguiças foram carne triturada de mexilhão pré-cozido (CTM), água gelada (a fim de diminuir o atrito durante a mistura dos ingredientes), inulina (adicionar a característica funcional ao produto e avaliação do efeito de sua variação em porcentagem na formulação das linguiças sobre características finais do produto), transglutaminase (Activa TG- BP®), sal refinado (diminuir potencial osmótico do alimento e conferir sabor), alho em pó, cebola em pó e pimenta-do-reino-branca (melhorar características sensoriais do produto). Tais ingredientes foram obtidos em estabelecimentos

comerciais do Rio de Janeiro-RJ, com exceção da inulina obtida em São Paulo e da enzima transglutaminase concedida pela Ajinomoto do Brasil®.

4.2 Métodos

4.2.1 Caracterização físico-química da matéria-prima e da linguiça de mexilhão

O mexilhão previamente descongelado sob-refrigeração (4°C) por 24 horas foi triturada a fim de se obter uma massa homogênea para caracterização química. Frações dessa massa foram utilizadas para as determinações de composição centesimal (umidade, cinzas, lipídios e proteínas), de acordo com metodologia oficial citada pelo Instituto Adolfo Lutz (2008b). A umidade foi determinada através do método gravimétrico em estufa a 105° C. O teor de cinzas foi determinado pelo método gravimétrico com incineração da matéria orgânica, seguida de calcinação em mufla a 550° C. Os lipídios foram determinados por extração por éter de petróleo pelo método de Soxhlet. A avaliação de proteína bruta foi realizada pelo método Kjeldahl usando o fator 6,25 nos cálculos (IAL, 2008b). Todas as análises referentes a composição centesimal foram realizadas em triplicata.

4.2.2 Avaliação do pH e da qualidade microbiológica matéria-prima e da linguiça de mexilhão

As determinações do pH e a avaliação bacteriológica dos mexilhões usados para a elaboração da linguiça foram conduzidas no laboratório de Análises de Alimentos do PPGCT, no Laboratório de Fermentações e no Laboratório Analítico de Alimentos e Bebidas – LAAB, ambos localizados no Departamento de Tecnologia de Alimentos do Instituto de Tecnologia da UFRRJ.

A determinação da qualidade físico-química do mexilhão foi realizada através da determinação do pH (Chinesa PH-009). Essa análise fornece informações relevantes sobre o estado de conservação das s de mexilhões submetidos ao processamento. O potenciômetro será aferido em solução tampão pH 7 e pH 4. A leitura foi realizada diretamente em uma porção de 50g de amostra previamente triturada conforme descrito nas normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008c).

A qualidade sanitária da matéria prima foi avaliada segundo o estabelecido na Resolução RDC n° 12, de 02 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), item 7- Pescado e Produtos de Pesca, onde foram conduzidas análises para a

detecção de *Salmonella* sp e Estafilococcus coagulase positiva que são recomendadas para pescado resfriado ou congelado que não será consumido na forma cozida (BRASIL, 2001). Para a linguiça de mexilhão foram realizadas as análises para detecção de *Salmonella* sp, Estafilococcus coagulase positiva, coliformes a 45°C e por se tratar de um produto embutido *Clostridium* sulfito redutor, apesar dessa análise não ser referenciada na legislação para produto a base de pescado. A metodologia das análises seguiu os padrões estabelecidos pela Instrução Normativa nº. 62, de 26 de agosto de 2003 do MAPA.

4.3 Elaboração da linguiça

As etapas de processamento para a elaboração das linguiças a base de mexilhões foram realizadas na Planta de Processamento de Carnes do DTA/IT/UFRRJ.

4.3.1 Preparo das linguiças

A Figura 3 apresenta as etapas do processamento dos mexilhões, para o preparo das linguiças. O mexilhão pré-cozido congelado a -18° C foi descongelado sob refrigeração a 4° C durante 24 horas. O mesmo foi lavado com água hiperclorada a 5 ppm afim de retirar as sujidades e reduzir a carga microbiana da matéria-prima (Figura 3B). Em seguida, o mexilhão foi triturado em triturador (Sxymesen) com o disco de 10 mm para a obtenção da carne triturada de mexilhão (CTM) (Figura 3D). Todos os ingredientes em pó foram previamente pesados em copos plásticos descartáveis. Em seguida, para elaboração da massa, a CTM, água gelada e os demais ingredientes foram colocados em bandejas retangulares de polietileno. A massa de cada formulação foi homogeneizada manualmente por aproximadamente um minuto. Posteriormente foram colocadas em sacos plásticos e deixadas em repouso, sob refrigeração, por aproximadamente 8 horas para ocorrer a cura dos ingredientes e ação da enzima transglutaminase. Após essa etapa, as massas de cada formulação foram embutidas em tripas artificiais de colágeno utilizando um embutidor hidráulico. As linguiças prontas foram embalados em plásticos herméticos do tipo *zip*, identificadas e colocados em bandejas de inox. O acondicionamento foi realizado em *freezer* a temperatura de -18°C até a realização das análises.



Figura 3 - Etapas do processamento da lingüiça de mexilhão: A) Mexilhões pré-cozidos descongelados; B) Lavagem dos mexilhões com água hipoclorada a 5 ppm; C) Pesagem dos ingredientes da lingüiça; D) Obtenção da carne triturada de mexilhão (CTM); E) Mistura e homogeneização dos ingredientes; F) Massa homogeneizada em seu tempo de cura; G) Embutimento em tripas artificiais de colágeno; H) Lingüiça de mexilhão I) Lingüiças embaladas e identificadas.

4.4 Planejamento experimental:

O planejamento utilizado na elaboração da lingüiça foi o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) (Tabela 2), com um fatorial completo (2^3), 6 ensaios referentes aos pontos axiais e 4 repetições do ponto central, perfazendo um total de 18 ensaios. Foi previsto para cada ensaio formulações de 300 gramas em triplicata.

Tabela 2 - Níveis codificados e reais de cada variável independente no DCCR proposto

Variáveis de Processo	Níveis codificados e reais utilizados no processo				
	-1,68	-1	0	+1	+1,68
H ₂ O (%)	5	10	17,5	25	30
Inulina (%)	0	0,6	1,5	2,4	3
MTGase (%)	0	0,4	1	1,6	2

Avaliou-se a influência, da água, inulina e a enzima transglutaminase na capacidade de retenção de água, teor de umidade final, rendimento, encolhimento e textura do produto final, visto que são parâmetros importantes para a final do produto. As quantidades reais acrescentadas em cada formulação de água, inulina e transglutaminase seguiram o proposto pelo planejamento experimental, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Matriz do delineamento com as variáveis codificadas e em valores reais

ENSAIO	Variáveis Codificadas da Formulação			Variáveis em Percentagem para cada ensaio		
	Água	Inulina	MTGase	Água	Inulina	MTGase
1	-1	-1	-1	10	0,6	0,4
2	1	-1	-1	25	0,6	0,4
3	-1	1	-1	10	2,4	0,4
4	1	1	-1	25	2,4	0,4
5	-1	-1	1	10	0,6	1,6
6	1	-1	1	25	0,6	1,6
7	-1	1	1	10	2,4	1,6
8	1	1	1	25	2,4	1,6
9	-1.68	0	0	5	1,5	1,0
10	1.68	0	0	30	1,5	1,0
11	0	-1.68	0	17,5	0	1,0
12	0	1.68	0	17,5	3	1,0
13	0	0	-1.68	17,5	1,5	0
14	0	0	1.68	17,5	1,5	2,0
15	0	0	0	17,5	1,5	1,0
16	0	0	0	17,5	1,5	1,0
17	0	0	0	17,5	1,5	1,0
18	0	0	0	17,5	1,5	1,0

As concentrações dos demais ingredientes variaram conforme o apresentado na Tabela 4. As quantidades de sal refinado, cebola em pó, alho em pó e pimenta-do-reino-branca se mantiveram constantes nas formulações. E a quantidade de CTM variou de acordo com a

concentração dos demais ingredientes, sempre calculada afim de completar os 100% da formulação.

Tabela 4 - Percentuais de variação dos ingredientes utilizados nas formulações da linguiça de mexilhões

Ingredientes	Percentuais na Formulação
CTM	64% a 89%
Água gelada	5% a 30%
Inulina	0% a 3%
Transglutaminase	0% a 2%
Sal refinado	1%
Alho em pó	1%
Cebola em pó	1%
Pimenta do Reino Branca em pó	0,5%

A metodologia de Superfície de Resposta foi utilizada para calcular os efeitos das variáveis independentes (% água, inulina e MTGase) sobre as variáveis respostas (Umidade, CRA, Rendimento, Encolhimento e Textura). Após análise estatística a influência das variáveis do processo sobre as interações com as variáveis respostas foram analisadas pelo teste F e coeficiente de determinação. As análises foram realizadas com o auxílio do *Software* STATISTICA 7.0.

Os resultados das análises realizadas para o segundo delineamento foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% para verificar a existência de diferença entre as amostras. Para a análise de variância e o teste de Tukey foi utilizado o *Software* STATISTICA 7.0.

4.5 Avaliação das variáveis respostas

As análises foram conduzidas no Laboratório de Fermentações do DTA/IT/UFRRJ. As análises para a determinação da umidade final do produto, capacidade de retenção de água, e os percentuais de rendimento e encolhimento do produto assado foram realizadas após o descongelamento (4°C/24 horas) das amostras de linguiça de cada ensaio. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

4.5.1 Umidade

A umidade foi determinada através do método gravimétrico em estufa a 105°C, que consiste basicamente em pesar 5 gramas de amostra em cápsula de porcelana e levar a estufa a 105°C até peso constante. (IAL, 2008).

4.5.2 Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água (CRA) foi avaliada de acordo com metodologia adaptada de Troy et al. (1999). Foram pesados 10 gramas de amostra em frascos de vidro do tipo de geleia com capacidade para 40 mL. Em seguida, os frascos foram envoltos por plástico filme e aquecidos em banho-maria (Cap Lab Comercial®) a 90°C durante 10 minutos. Após este tempo, os frascos foram retirados do banho-maria e as amostras foram resfriadas até a temperatura ambiente. Posteriormente, as amostras foram cuidadosamente retiradas dos frascos com auxílio de uma pinça e adicionadas em tubos de centrifuga contendo papel filtro quantitativo Whatman nº 40 e algodão. As amostras foram centrifugadas a 3000 rpm durante 15 minutos (Centrifugador FANEN modelo 204-N, Brasil). Posteriormente foram novamente resfriadas para nova pesagem. A fórmula utilizada foi: % CRA= $1 - \frac{A-D}{U} \times 100$, onde, A: peso da amostra em gramas antes do aquecimento; D: peso da amostra em gramas após o aquecimento e a centrifugação e U: total de umidade na amostra em porcentagem.

4.5.3 Porcentagem de rendimento na cocção

As linguças foram pesadas, em seguida embaladas em papel alumínio e levadas ao forno (Electrolux, FB54B Brasil) a 180°C/200°C até atingirem a temperatura interna mínima de 75°C, segundo metodologia adaptada de Bourne (1978). As amostras foram pesadas novamente quando atingiram a temperatura ambiente. A fórmula utilizada foi:
% Rendimento = $(\text{Peso da amostra cozida} / \text{Peso da amostra cozida}) \times 100$ (BERRY, 1992).

4.5.4 Porcentagem de encolhimento

Para a avaliação do percentual de encolhimento das linguças após o cozimento foi realizado o mesmo procedimento para obtenção do percentual de rendimento citado acima. Neste caso, os diâmetros das amostras foram mensurados com auxílio de um paquímetro, antes e após o aquecimento. A fórmula utilizada foi:
% Encolhimento = $[(\text{Diâmetro da amostra cozida} - \text{diâmetro da amostra cozida}) / (\text{Diâmetro da amostra cozida})] \times 100$ (BERRY, 1992).

4.5.5 Análise de textura

A análise de textura foi realizada no Laboratório de Análises Instrumentais do IZ/DR/UFRRJ. A análise instrumental de textura da linguça do mexilhão seguiu a metodologia adaptada descrita por Bourne (1978), onde, cada amostra foi previamente

embalada em papel alumínio e assada em forno (Electrolux, OE8MX Brasil) a temperatura de 180°C/200°C até atingir a temperatura interna mínima de 75° C. Após resfriadas em temperatura ambiente, foi realizado o fatiamento das linguças (2 cm) para posterior análise no texturômetro (*Analyzer Data TX-TP*). Com célula de carga 2,0 Kg as amostras foram comprimidas em dois ciclos consecutivos de 70% de compressão com uma probe de 7 mm de diâmetro.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização centesimal da matéria-prima e da linguiça de mexilhão

A análise centesimal tem como objetivo avaliar o perfil nutricional do alimento. O mexilhão pré-cozido utilizado como matéria-prima para elaboração das linguiças apresentou, em valores de gramas para cada 100g de amostra, $13,80 \pm 0,034$ de proteínas, $1,86 \pm 0,005$ de lipídeos, $1,85 \pm 0,030$ de cinzas, $75,54 \pm 0,062$ de umidade e $6,96 \pm 0,062$ de lipídeos. Os resultados para umidade encontrados por Tavares et al., (1998), realizados pelo mesmo método utilizado no presente estudo, foram de 72,12 % para a mesma espécie (*Perna perna*) pré cozida. Pedrosa e Cozzolino (2001) encontraram 83,89 % de umidade ao analisar a composição centesimal de mexilhão cru do tipo *Anomalocardia brasiliiana*. (FURLAN et al., 2007) também encontraram valores de umidade de 84,19 %, 83,16 % e 83,94 % para o músculo cru do mexilhão *Perna perna*, superiores aos obtidos neste trabalho.

A variação dos teores de umidade na matéria prima observada, sugere que os diferentes valores obtidos nos estudos supracitados podem ser justificados pelos diferentes métodos que são utilizados na retirada dos mexilhões das conchas onde as valvas são abertas por pré-cozão, e nos outros estudos realizados por esses autores, as valvas foram abertas nos mexilhões frescos, pelo corte do músculo adutor e ainda a diferença pode ser pela diferença das espécies estudadas (FURLAN et al, 2007).

Os mexilhões podem ser considerados uma fonte proteica de alto valor nutritivo, com teores acima do encontrados em ostras (5,7g/100g) e a maioria dos peixes marinhos (MARQUES, 1998). Os valores de proteína obtido neste trabalho estão compatíveis com os encontrados por Cordeiro et al., (2007), que obtiveram 13g/100g de proteína para o mexilhão pré-cozido *Perna perna*. Tavares et al., (1998) obtiveram um valor superior em média de 20,5g/100g de proteínas. Fuentes et al (2009) obtiveram valores de proteína entre 6,5 a 10g/100g para mexilhões crus da espécie *Mitylus galloprovincialis*.

Magalhães (1985) apud Furlan et al. (2007) os autores justificam que as variações nos resultados de teor proteico podem ser encontrados mesmo em mexilhões da mesma espécie, devido a diferenças na região de coleta dos animais, idade, época do ano e diferentes estágios de reprodução dos mesmos. O conteúdo de carboidratos dos mexilhões é dependente do ciclo reprodutivo do animal. No período de reprodução, devido à produção de gametas, o conteúdo de carboidratos aumenta. O teor obtido para os mexilhões de 6,96g/100g neste estudo pode ser considerado alto em relação a outros estudos, cujos valores ficam em torno de 2 g/100g.

Esses resultados obtidos podem ser justificados pelo fato dos mexilhões estarem no período reprodutivo.

A principal forma de reserva de carboidratos presentes em mexilhão é o glicogênio, e este valor, segundo Cordeiro et al., (2007), fica entre 1 a 7 g/100g, em proporção elevada em relação às outras carnes e peixes. O teor de lipídeos encontrado nos mexilhões pré-cozido utilizados neste trabalho foi 1,86g/100g mostrando seu baixo conteúdo de gordura. Tavares et al., (1998) encontraram um teor lipídico médio de 3,24 g/100g e classificou o mexilhão no grupo de semi-gordo. O teor de cinzas obtidos neste trabalho de 1,85g/100g é compatível com o encontrado em outros trabalhos de pesquisa. Tavares et al., (1998) encontraram o valor próximo (2,42 g/100g) e citam que esse valor foi alto quando comparado ao reportado para mexilhão na literatura de – 1 g/100g a 1,5 g/100g, mas atribuem o valor mais elevado ao conteúdo significativo de sais minerais da carne deste molusco, principalmente potássio e cálcio. Fuentes et al., (2009) estudaram a composição centesimal de mexilhões da espécie *Mytillus galloprovincialis in natura* provenientes de várias regiões da Espanha, e encontraram os seguintes teores de cinzas: 2,2 g/100g, 3,37 g/100g e 3,38 g/100, maiores que o encontrados para neste trabalho. Os dados referentes à composição centesimal das linguças cozidas e assadas (200°C por 30 minutos) são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Composição centesimal das linguças cozidas e assadas.

Amostras	Proteína g/100g	Lipídeos g/100g	Cinzas g/100g	Umidade %	CHO %
Linguça cozida	9,27±0,111 ^a	1,63±0,080 ^a	1,59±0,130 ^a	74,11±0,045 ^a	13,40±0,308 ^a
Linguça assada	10,43±0,008 ^a	1,21±0,075 ^b	1,21±0,155 ^a	71,64±0,008 ^a	15,52±0,032 ^a

Letras diferentes representam efeito significativo. Letras iguais representam efeitos não significativos

Os teores de umidade encontrados para a linguça cozida 74,11% e assada 71,64% não apresentaram diferença estatística significativa. Quanto ao teor proteico, ambas as linguças cozida 9,27g/100g e assada 10,43g/100g não diferiram significativamente. Para os teores de lipídeos houve diferença significativa entre a linguça cozida 1,63g/100g e assada 1,21g/100g. A literatura evidencia o baixo teor de lipídeos no músculo dos bivalvos e seu baixo valor calórico. O teor de cinzas não diferiu significativamente da linguça cozida 1,59g/100g para linguça assada 1,21g/100g. Os valores de carboidratos não diferiram estatisticamente da

linguiça cozida 13,40g/100g para linguiça assada 15,52g/100g, a adição de inulina na formulação provavelmente interferiu neste resultado.

Entre os valores obtidos para linguiça de mexilhão cru e a linguiça de mexilhão cozida, não apresentaram diferença significativa nos parâmetros umidade, proteína, cinza e carboidrato, sendo o único parâmetro que apresentou diferença estatística o teor de lipídeos. Como foi apresentado na Tabela 5. Não há legislação específica para embutidos de pescado, porém a legislação para linguiças toscanas (cozida) indica uma quantidade máxima de umidade de 70%, gordura máximo de 30% proteína e mínimo de 12% (BRASIL, 2000).

5.2 Avaliação da qualidade físico-química da matéria prima e do produto final

Os resultados de pH obtidos para o músculo do mexilhão pré-cozido e das linguiças na forma de cozida e assada estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores de pH encontrados para o músculo do mexilhão pré cozido e para o a linguiça cozida e assada

Amostra	pH
Mexilhão pré- cozido	6,1
Linguiça Cozida	6,0
Linguiça Assada	6,0

De acordo com o artigo 443 do RIISPOA (BRASIL, 1952) o limite de pH para a carne externa do pescado deve ser inferior a 6,8 e para a carne interna inferior a 6,5. Porém, para o grupo dos moluscos bivalvos não existe especificações para esse parâmetro. Cabe destacar que tanto para a matéria-prima quanto para linguiça, os resultados obtidos atendem a legislação vigente, e evidenciando a qualidade da matéria prima para o processamento.

Esses valores estão dentro do que é relatado na literatura para mexilhão em amostra *in natura*. Furlan (2004) relatou pH variando de 6,14 a 7,2 e Oetterer (2003) pH variando de 5,8 a 6,9. O pH do pescado é de grande importância tecnológica, por ser o principal fator relacionado com a textura, muitas vezes quando alterado devido ao processo enzimático e bacteriano influencia na qualidade da matéria prima para comercialização ou o processamento (JESUS et al., 2001).

5.3 Qualidade microbiológica da matéria prima e das linguças

A Tabela 7 apresenta os resultados obtidos para as análises microbiológicas do mexilhão (*Perna perna*) pré-cozido utilizado como matéria prima para elaboração das linguças.

Tabela 7 - Qualidade microbiológica do mexilhão *Perna perna* pré-cozido

Análises	Resultados	Parâmetro da Legislação
Estafilococos coagulase positiva (UFC*/g)	< 100UFC/g	10 ³ UFC/g
<i>Salmonella sp</i>	Ausência	Ausência em 25g

* UFC: Unidade Formadora de Colônia

Os resultados obtidos na análise microbiológica do mexilhão pré-cozido foi ausência de *Salmonella sp*. Já para estafilococos coagulase positiva o resultado obtido foi menor que 100 sendo que a legislação tem como parâmetro 10³ UFC/g. Assim sendo, o mexilhão encontra se dentro dos limites microbiológicos estabelecidos pela RDC n° 12 de 2001, item 7: pescado e produtos de pesca.

Os resultados da análise microbiológica da linguça de mexilhão cozida são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Qualidade microbiológica da linguça cozida de mexilhão *Perna perna*

Análises	Resultados	Parâmetro da Legislação
Estafilococos coagulase positiva (UFC*/g)	< 100	10 ³ UFC/g
<i>Salmonella sp</i>	Ausência	Ausência em 25g
Coliformes a 45°C	< 3,0	5 x 10 NMP**/g
<i>Clostridium sulfito redutor</i>	< 10 UFC/g	Não refenciado para pescado

*UFC: Unidade Formadora de Colônia; **NMP: Número Mais Provável

A análise microbiológica da linguça de mexilhão apresentou ausência de *Salmonella sp*, coliformes a 45°C em presença inferior a 3 unidades e estafilococos coagulase positiva em presença inferior a 100 UFC/g. Todos esses resultados obtidos estão dentro da legislação

vigente, RDC nº 12 de 2001 item 7: pescados e produtos de pesca. Para *Clostridium* sulfito reductor, o resultado encontrado foi menor que 10 UFC/g, mas ainda não existe na legislação um valor limite dessa bactéria para pescado, no entanto, para embutidos cárneos tipo linguiça, a RDC nº 12 de 2001 limita a presença desta em até 5×10^2 UFC/g, ou seja, seguindo a mesma legislação o produto estaria dentro dos parâmetros aceitos. Esses resultados mostram que o mexilhão usado no processamento, assim como as linguiças, estão de acordo com os parâmetros previstos pela RDC nº 12 de 2001 da ANVISA (BRASIL, 2001). Evidenciando as boas práticas aplicadas durante todo o processamento da linguiça, assim como a qualidade dos ingredientes utilizados na formulação. Sendo a matéria prima, um organismo filtrador, a análise microbiológica possui fundamental importância para garantir a segurança de consumo do mesmo. De acordo com Freitas et al. (2006) 53,3 % dos mexilhões cozidos durante seus experimentos não atendiam as normas específicas e concluíram que o nicho ocupado pela espécie influenciava na avaliação microbiológica, configurando riscos a saúde do consumidor.

5.4 Variáveis respostas (Dependentes)

As avaliações de umidade, CRA, encolhimento, rendimento e textura da linguiça de mexilhão foram realizadas em triplicata, na Tabela 9 estão os valores médios de cada ensaio.

Tabela 9 - Avaliação das variáveis respostas do produto final

Ensaio	Água %	Inulina %	MTGase %	Umidade %	CRA %	Encolhimento %	Rendimento %	Textura N
1	10	0,6	0,4	73.32	95,0	16,8	78.65	9.46
2	25	0,6	0,4	74.37	94,9	16,8	79.90	9.51
3	10	2,4	0,4	70.69	95,7	16,9	78.55	8.77
4	25	2,4	0,4	70,22	94,2	16,7	77.23	7.45
5	10	0,6	1,6	71.82	95,1	16,8	78.32	8.25
6	25	0,6	1,6	72.07	94,4	16,9	75.16	8,89
7	10	2,4	1,6	69.79	94,5	16,6	75.27	10.7
8	25	2,4	1,6	72.99	93,1	16,8	74.80	7.70
9	5	1,5	1	69.75	95,1	16,7	80.83	8.29
10	30	1,5	1	75.85	93,9	16,6	75.41	9.27
11	17,5	0	1	73.71	93,7	15,5	78.13	7.51
12	17,5	3	1	72.24	94,4	16,8	72.58	9.86
13	17,5	1,5	0	72.03	94,5	16,8	85.34	6.33
14	17,5	1,5	2	72.18	94,8	16,8	82.42	11.01
15	17,5	1,5	1	72.30	94,6	16,7	78.42	10.45
16	17,5	1,5	1	72.79	94,3	9,1	79.07	9.07
17	17,5	1,5	1	72.88	94,5	16,7	77.09	7.32
18	17,5	1,5	1	73.10	94,5	16,7	72.82	9.28

N = Newton

5.4.1 Umidade

A influência da água, inulina e MTGase na umidade da linguíça foi avaliada pelo DCCR, e os efeitos dessa influência, assim como o coeficiente de regressão e desvio padrão com 5% de significância estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Avaliação das variáveis do DCCR para os teores de Umidade (%):

Variáveis	Efeito	Erro Padrão/Erro Puro	t(3)	P
Média*	72,81019	0,168843	431,2312	0,000000
Água (L)*	2,09546	0,183894	11,3949	0,001450
Água (Q)	-0,29106	0,192755	-1,5100	0,228190
Inulina (L)*	-1,52698	0,183894	-8,3036	0,003660
Inulina (Q)	-0,16697	0,192755	-0,8663	0,450077
MTGase (L)	-0,24770	0,183894	-1,3470	0,270696
MTGase (Q)*	-0,79242	0,192755	-4,1110	0,026066
Água X Inulina	0,35856	0,239377	1,4979	0,231092
Água X MTGase	0,71873	0,239377	3,0025	0,057555
Inulina X MTGase*	1,42169	0,239377	5,9391	0,009543

*Fatores significativos a 95% de confiança, $R^2 = 0,72$, (L): Efeito linear e (Q): Efeito Quadrático

A Tabela 10 evidencia um efeito significativo ($p < 0,05$) para as variáveis água, inulina e MTGase. A concentração de água, dentro da faixa estudada, apresentou um efeito significativo e positivo, ou seja, é esperado que o teor de umidade da linguíça de mexilhão aumente à medida que se aumenta a concentração de água na formulação.

Enquanto para a concentração de inulina e MTGase, dentro da faixa estudada, apresentaram um efeito linear negativo. Ou seja, o teor de umidade das linguíças tendem a diminuir com o aumento da concentração de inulina e MTGase.

O coeficiente de regressão mostrou que o modelo explicou 72% da variância do experimento. A Tabela 11 apresenta análise de variância (ANOVA) dos resultados do DCCR quanto à influência na umidade do produto.

Tabela 11 - Análise de variância do DCCR para as variáveis: água, inulina e MTGase no teor de umidade da linguíça de mexilhão.

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F calculado
Regressão	238.4935	6	39.74891	486.2252
Resíduo	0.8993	11	0.08175	
Total	239.3927	17		

F tabelado (3,094613) = 3,1

O valor de F calculado (486,2252) obtido foi maior que o F tabelado (3,094613), assim, o modelo proposto pode ser validado, permitindo a construção de um gráfico de superfície de resposta das variáveis independentes (água, inulina e MTGase) sob a variável dependente umidade.

O gráfico de superfície de resposta (Figura 4) mostra que os teores de água e as concentrações de inulina e MTGase apresentaram um efeito significativo no teor de umidade. Segundo o RTIQ para linguças cozidas de animais de abate, o teor de umidade final deve ser de 60% (IN n°4/21, BRASIL 2000), entretanto, não há legislação específica para pescado.

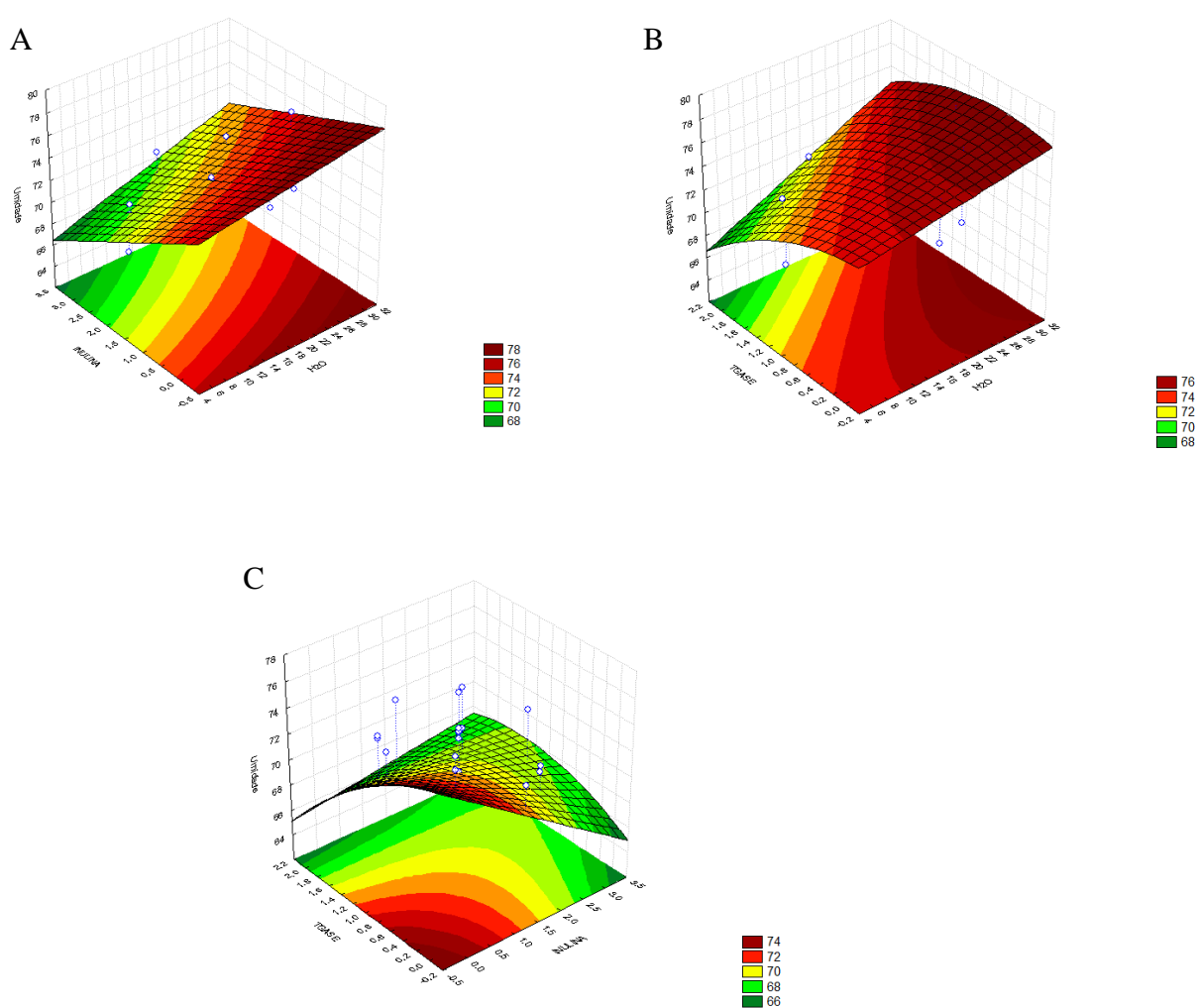


Figura 4 - Gráfico de superfície para a variável resposta Umidade A) Em função das variáveis independentes Água e Inulina B) Em função das variáveis independentes Água e MTGase C) Em função das variáveis independentes Inulina e MTGase.

E relação à concentração de Inulina e MTGase (Figura 4C), o efeito linear foi significativo, demonstrando que quanto maiores as concentrações de inulina e MTGase na

formulação, menor será o teor de umidade da linguiça. O modelo experimental propõe que a influência das variáveis independentes (% água, concentração de inulina e MTGase) sob a variável resposta (teor de umidade) são representadas pelas 3 equações abaixo, onde U representa umidade, H água, T transglutaminase e I inulina:

Equação 1: Água x Inulina: $U = 73,79 + 0,11 \cdot H - 2,32 \cdot I + 0,03 \cdot H \cdot I$

Equação 2: Água x MTGase: $U = 73,79 + 0,11 \cdot H - 1,38 \cdot T - 1,10 \cdot T^2 + 0,08 \cdot H \cdot T$

Equação 3: Inulina x MTGase: $U = 73,79 - 2,32 \cdot I - 1,38 \cdot T - 1,10 \cdot T^2 + 1,32 \cdot x \cdot y$

Ao interpretarmos os efeitos do delineamento os valores experimentais foram comparados com os previstos pelo modelo ao substituir os valores de 0,5, 1,0 e 1,5 (%) de TGase e os teores de água (5%) e de inulina (3%) foram fixados na expressão “*TGase” das Equações.

Como o modelo indicou melhores resultados de umidade para menores teores de água, Inulina e MTGase, foi realizado um novo experimento utilizando valores fixos de água 5%, Inulina 3% e variando a quantidade de MTGase em 0,5%, 1,0% e 1,5%. Os resultados desse novo delineamento estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Teores de umidade obtidos experimentalmente e previstos pelo modelo

TGase (%)	Umidade Experimental (%)	Umidade Prevista (%)	Desvio	Desvio Relativo (%)
MTGase 0,5	70,24	72,91	-2,67	-3,80
MTGase 1,0	70,07	70,93	-0,86	-1,23
MTGase 1,5	68,98	68,95	0,03	0,04

Para calcular os desvios foram utilizadas as fórmulas: $\text{Desvio} = Y - \hat{Y}$ e $\text{Desvio relativo} = (Y - \hat{Y} / Y) \cdot 100$, onde Y= resposta experimental e \hat{Y} = resposta prevista pelo modelo. Verifica-se que a diferença entre os desvios relativos e o desvio foram de 2,65%, 1,06% e 0,01%, respectivamente, mostrando que a diferença máximo dada pelo modelo proposto foi de 2,65%. O modelo se ajusta para a obtenção de respostas do teor de umidade muito similares às obtidas na prática, onde é possível prever o melhor teor de umidade para diferentes concentrações da enzima transglutaminase para formulações de linguiças a base de mexilhões pré-cozidos sem a necessidade da realização de novos ensaios.

Com o objetivo de avaliar diferentes formulações de medalhões de tilápia (*Oreochromis niloticus*), Machado et al (2014) utilizaram 0,5% de MTGase, 0,25% de tripolifosfato, 2,1%

de condimentos, 1% de glutamato monossódico e para finalizar o restante da formulação foi estabelecida entre variações na quantidade de CMS e aparas de tilápia. Os autores encontraram resultados entre 65,6 a 66,8% de umidade para as formulações, inferiores aos encontrados neste estudo. Valores de umidade encontrados para linguiça suína tipo frescal ficaram 62,8% a 66,18% em estudos realizados por Ferreira (2006). Souza (2014) encontrou o valor de $60,57 \pm 1,17$ % de umidade para o mesmo tipo de linguiça suína.

Bispo et al. (2004) em seus estudos com linguiça cozida de vôngole (*Anomalocardia brasiliiana*) obtiveram valores para umidade de 60,32%, resultado este inferior ao ensaio com menor valor deste presente estudo, 69,75% (ensaio 9 com 1,5% de MTGase, 1,0% de inulina e 5% de água) de umidade encontrado na linguiça cozida de mexilhão. Esta diferença pode ser atribuída ao maior percentual de água usado na formulação no presente trabalho (5 a 30%) contra 15% utilizado na linguiça de vôngole. Peixoto e colaboradores (2000) encontraram valores para o surimi de Pescada (*Macrodon ancylodon*) de 75,87% de umidade e Pereira (2003) obteve um valor de 79,38% umidade para polpa de carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*).

De acordo com Barbosa et al (2015) em seus experimentos com linguiça de peixe tipo frescal, de peixe barbado (*Pirinampus Pirinampu*), com adição de farinha de aveia em diferentes concentrações (0,77% e 1,15%) obtiveram valores de umidade de 60,33% e 62,83 % para o teor 0,77% e 1,15% de farinha de aveia, respectivamente. A diferença entre o teores de umidade é devido ao aumento da concentração e a característica higroscópica da farinha de aveia. Esses valores estão abaixo do encontrado na linguiça cozida de mexilhão na presente pesquisa, devido principalmente as diferenças na composição química e entre a musculatura do peixe barbado e a do mexilhão e aos ingredientes utilizados na formulação.

Macari (2007) demonstrou que a ação da MTGase aumenta a umidade dos produtos nos quais é adicionada. Em estudo com embutido cozido à base de tilápia do Nilo foi realizada várias formulações objetivando demonstrar a influência das concentrações MTGase, corante, fécula de mandioca e cloreto de sódio nas características físico-químicas. A média dos teores de umidade das formulações com MTGase (81,51%) foi maior quando comparada a média para as formulações com fécula de mandioca sem MTGase (80,54%).

5.4.2 Capacidade de Retenção de Água

A influência do teor de água e das concentrações de inulina e MTGase na capacidade de retenção de água do produto foram avaliadas pelo software STATISTICA e os coeficientes de regressão e desvio padrão com 5% de significância estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13- Avaliação das variáveis independentes água, inulina e transglutaminase do DCCR para a variável resposta CRA (%) em linguíça de mexilhão.

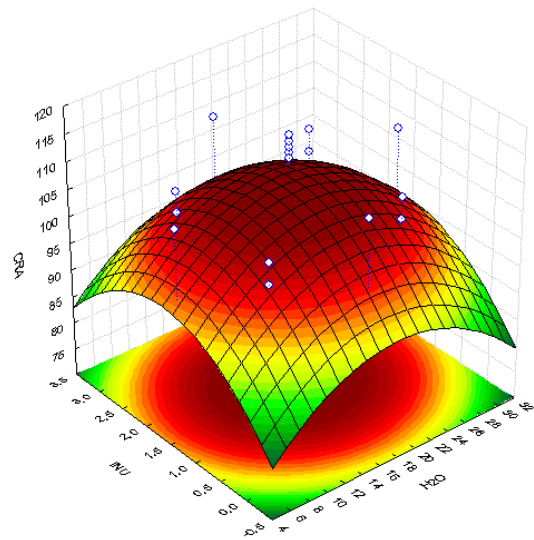
Variáveis	Efeito	Erro Padrão/Erro Puro	t(3)	P
Média*	117,6674	0,851782	138,1427	0,000001
Água (L)	0,8361	0,927715	0,9012	0,433900
Água (Q)*	-7,1456	0,972414	-7,3483	0,005208
Inulina (L)	1,4262	0,927715	1,5374	0,221806
Inulina (Q)*	-5,7056	0,972414	-5,8675	0,009874
MTGase (L)	2,6066	0,927715	2,8097	0,067312
MTGase (Q)*	-4,2656	0,972414	-4,3866	0,021941
Água X Inulina	0,0000	1,207615	0,0000	1,000000
Água X MTGase	0,0000	1,207615	0,0000	1,000000
Inulina X MTGase	0,0000	1,207615	0,0000	1,000000

*Fatores significativos a 95% de confiança, $R^2 = 0,62$, (L): Efeito linear e (Q): Efeito Quadrático

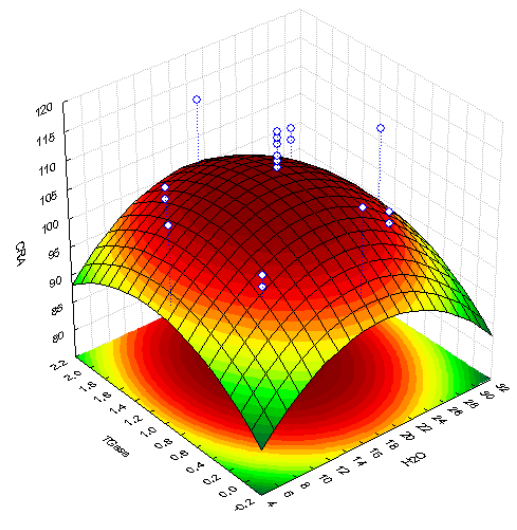
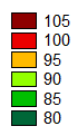
De acordo com a Tabela 12 os efeitos dos teores de água, inulina e MTGase foram significativos ($p < 0,05$). O percentual de água, dentro da faixa estudada, apresentou um efeito quadrático negativo. Ou seja, a CRA das linguíças tende a diminuir com o aumento da percentagem de água na formulação da linguíça. Assim como para o percentual de água, efeito quadrático tanto para as concentrações de inulina quanto para as de MTGase foram significativos e negativos para a faixa estudada nesta pesquisa. Então, a CRA tende a diminuir com o aumento de concentração de inulina e MTGase. O coeficiente de regressão (R^2) do modelo foi 0,62, ou seja, explica 62% da variância do experimento.

A análise de variância (ANOVA) para os resultados de CRA estão apresentada na Tabela 14. O valor de F calculado foi de 17,06926, sendo 5,5 vezes maior que o F tabelado

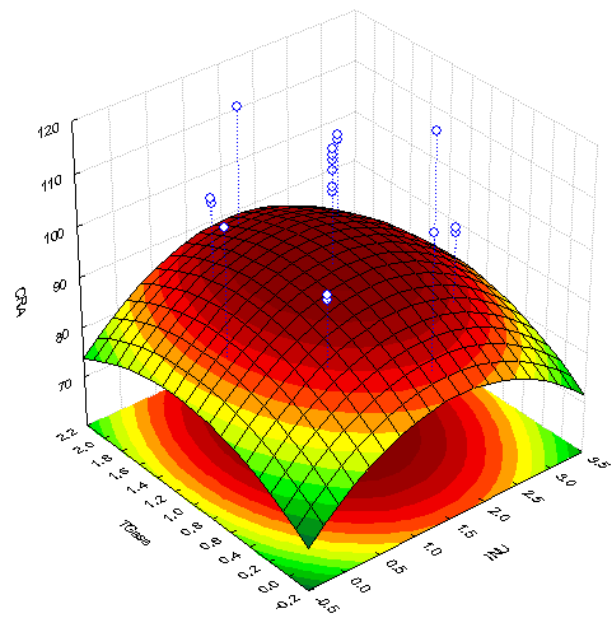
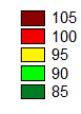
(Tabela 13). Desta forma, o modelo proposto ($p < 0,05$) foi validado e o gráfico de superfície de resposta das variáveis independentes (% água, inulina e MTGase) sob a variável dependente CRA apresentados na Figura 5.



A



B



C



Figura 5 - Gráfico de superfície resposta da variável CRA A) Em função das variáveis independentes água e inulina; B) Em função das variáveis independentes água e MTGase C) Em função das variáveis independentes inulina e MTGase para a linguça de mexilhão.

Tabela 14 - Análise de variância do DCCR para as variáveis: água, inulina e MTGase no teor de CRA da linguiça de mexilhão.

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F calculado
Regressão	382,0742	6	63,67903	17,06926
Resíduo	41,0369	11	3,730627	
Total	423,1111	17		

F_{tabelado} (3,094613) = 3,1

O modelo que apresenta a influência das variáveis independentes (% água, concentração de inulina e MTGase) sob a variável resposta (Capacidade de Retenção de Água - CRA) é apresentada pelas Equações 2, 3 e 4 abaixo, onde A = água, I = Inulina e T = MTGase:

$$CRA = 78,03 + 2,28*A - 0,06*A^2 + 11,36*I - 3,52*I^2 \quad (\text{Equação 4})$$

$$CRA = 78,03 + 2,28*A - 0,06*A^2 + 14,02*T - 5,92*T^2 \quad (\text{Equação 5})$$

$$CRA = 78,03 + 11,36*I - 3,52*I^2 + 14,02*T - 5,92*T^2 \quad (\text{Equação 6})$$

Ao interpretar os efeitos do delineamento os valores experimentais foram comparados com os previstos pelo modelo ao substituir os valores de 0,5, 1,0 e 1,5 (%) de TGase e os teores de água (5%) e de inulina (3%) fixados na expressão “*T (MTGase)” na Equação 3, evidenciando a predição do modelo matemático ao determinar os teores de MTGase para as faixas de concentrações verificadas neste estudo. Seguindo essa predileção, foram realizados novos ensaios com valores fixos de água 5%, inulina 3% e MTGase variando de 5%, 1,0% e 1,5%. Os resultados obtidos nesse novo delineamento estão apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 – Teores de CRA obtidos experimentalmente e previstos pelo modelo

MTGase (%)	CRA Experimental (%)	CRA Prevista (%)	Desvio	Desvio Relativo
MTGase 0,5	95,19	105,22	-10,03	-10,54
MTGase 1,0	95,13	107,79	-12,66	-13,31
MTGase 1,5	95,11	107,40	-12,29	-12,92

Para calcular os desvios foram utilizadas as fórmulas: Desvio = Y-Ŷ e Desvio relativo = (Y-Ŷ / Y)*100, onde Y= resposta experimental e Ŷ = resposta prevista pelo modelo. De acordo com Mendes (1998) CRA é um dos fatores mais importantes para carne e produtos cárneos por influenciar significativamente a suculência e maciez do produto. Toldrá (2003) cita que a perda excessiva de água durante o armazenamento influencia negativamente na

qualidade do produto. Xavier (2009) elaborou cinco formulações de linguiça cozida de peixe piranha (*Serrasalmus* sp) variando a quantidade de CMS e surimi de piranha (totalizando 85 % da formulação) e fixando a quantidade de gordura em 10% e condimentos em 5%. A CRA destas formulações variaram de 82,1% a 84,5%, não ocorrendo assim uma variação significativa entre as formulações ($p>0,05$). Os valores obtidos foram inferiores aos encontrados para a linguiça cozida de mexilhão (CRA mínimo de 93,14% e CRA máximo de 95,7%), tal fato pode ser atribuído à adição da enzima transglutaminase microbiana que modifica as propriedades funcionais das proteínas do músculo do pescado, incorporando aminas que afetam ligações cruzadas intra e intermoleculares ou a sua desaminação causando mudanças na sua estrutura molecular. O efeito significativo quadrático negativo evidencia a interação da MTGase com a proteína do músculo do mexilhão em água evidenciando uma maior e melhor CRA ao usar na formulação concentrações mais baixas da enzima (adicionada no presente estudo nas concentrações de 0 a 2%). De acordo com Gaspar e Goes-Favoni (2015) a MTGase influencia na textura pois produz alterações na hidrofobicidade na superfície da proteína afetando a sua solubilidade, assim como, a CRA e outras propriedades funcionais como a geleificação, emulsificação, a formação de espuma e a viscosidade. A inulina além da sua ação prebiótica, também pode ter contribuído para uma maior e melhor CRA das linguiças cozidas de mexilhões. A literatura ressalta que o uso da inulina como substituto da gordura estabiliza a emulsão cárnea, reduz a perda no cozimento, melhora a CRA e a suculência, sendo indicada como substituto da gordura em alimentos de baixo teor de gordura, como o emprego em coprodutos (formatados e/ou embutidos) a base de pescado, (Bessa, 2014).

Cortez-Vega (2011) elaborou um isolado proteico a base de CMS de corvina (IPC) (*Micropogonias furnieri*) utilizando o processo de variação de pH para solubilizar e isolar a proteína. O valor encontrado para a capacidade de retenção de água do produto foi de $16,11 \pm 0,87\%$, sendo muito inferior aos valores encontrados nesse estudo (CRA mínimo de 93,14% e CRA máximo de 95,7%) devido ao processo de obtenção do IPC, fato que explica as baixas concentrações de CRA. Essas proteínas se ligam a molécula de água, ou seja, a retirada delas a partir da lixiviação das proteínas solúveis do músculo do pescado para a obtenção do IPC, diminuiu a capacidade de retenção de água do produto. De acordo com Pires (2015) em seus experimentos com *Fishburger* à base de pescado marinho de baixo valor comercial, obteve valores para CRA de 95,5 a 98,2%, variando o percentual de fécula de mandioca de 2% a 10%.

Ramírez et al. (2002) em experimentos sobre o efeito combinado do sal e da MTGase em produto reestruturado de peixe, obtiveram como resultados um aumento do CRA no ensaio em que foi usado apenas sal. No entanto, quando foi realizado o experimento com alta concentração (1,5%) de MTGase, houve uma diminuição da capacidade de retenção de água, sugerindo que concentrações da enzima em excesso aumentam as interações proteína-proteína e reduzem as interações proteína-água, o que influencia na redução da capacidade de retenção de água. Desta forma, a enzima torna-se inversamente correlacionada com a CRA. Os resultados obtidos na linguiça de mexilhão cozida deste trabalho para CRA deste trabalho demonstrou que houve um efeito significativo negativo entre a concentração de MTGase e a CRA, ou seja, a CRA tende a diminuir com o aumento da concentração da MTGase. Porém, no presente estudo com mexilhão (*Perna perna*), para a faixa de concentração estudada, esse efeito não foi demonstrado para a CRA. Não houve uma diminuição das interações proteína-água promovidas por essa enzima nas concentrações empregadas.

Em concentrações adequadas, a MTGase produz géis estáveis com maior porosidade que são responsáveis por reter água de forma mais eficiente. Como resultado deste aumento da CRA, teremos produtos com melhores propriedades de textura, como por exemplo, a mastigabilidade, elasticidade e suculência (GASPAR et. al., 2015).

Segundo BURSEY (1996), a MTGase age catalisando a polimerização da miosina, principal proteína miofibrilar da carne, levando a um aumento na capacidade de formação e estabilidade do gel, e uma superior capacidade de ligação, aumentando assim a CRA. Uresti e colaboradores (2004) em seus estudos com a enzima MTGase em produtos reestruturados de peixe, a carpa prateado (*Hypophthalmichthys molitrix*), citam que a CRA só aumentou mediante a adição de sais na formulação, pois os sais aumentam a solubilização das proteínas miofibrilares, pois são solúveis em soluções salinas e de alta força iônica, influenciando assim a CRA. Alguns autores ainda demonstraram em seus estudos que produtos processados com a enzima MTGase, sem adição de sais, resultaram na diminuição da interação da proteína-água, assim como, a concentração da enzima e outras condições do processamento influenciaram negativamente na CRA (JIMÉNEZ-COLMENERO, et al., 2003; SERRANO, et al., 2004, GONCALVES, 2011; GASPAR et al., 2015).

5.4.3 Rendimento na cocção:

A Tabela 16 mostra os resultados do coeficiente de regressão e desvio padrão ($p < 0,05$) para a influência das variáveis independentes (água, inulina e MTGase) no percentual de rendimento na cocção das linguças de mexilhão.

Tabela 16 - Efeito estimado das variáveis independentes (água, inulina e transglutaminase) sob a variável resposta rendimento na formulação de linguça de mexilhão.

Variáveis	Efeito	Erro Padrão/Erro Puro	t(3)	P
Média*	76,97866	1,401853	54,91210	0,000013
Água (L)	-1,87794	1,526823	-1,22997	0,306367
Água (Q)	-0,01143	1,600387	-0,00714	0,994752
Inulina (L)	-2,28003	1,526823	-1,49331	0,232195
Inulina (Q)	-2,00202	1,600387	-1,25096	0,299624
MTGase (L)	-2,30953	1,526863	-1,51270	0,299624
MTGase (Q)	4,13398	1,600387	2,58311	0,081560
Água X Inulina	0,03068	1,987478	0,01543	0,9886655
Água X MTGase	-0,88970	1,987478	-0,44755	0,684753
Inulina X MTGase	-0,16113	1,987478	-0,08107	0,940488

*Fatores significativos a 95% de confiança, $R^2 = 0,72$, (L): Efeito linear e (Q): Efeito Quadrático

Para avaliação das variáveis independentes (água, inulina, MTGase) do DCCR para o percentual de rendimento na cocção nenhum efeito mostrou se significativo ($p > 0,05$), ou seja, o rendimento na cocção para as linguças de mexilhões assadas, nas concentrações estudadas, não foi significativo para o processo. O coeficiente de regressão (R^2) obtido foi igual a 0,72, mostrando que o modelo proposto explicou 72% da variância do experimento.

De acordo com Fernandes et al. (2011) em seus experimentos com resíduos de filetagem de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) obtiveram um rendimento de 65%. Lima et al. (2012) apresentaram para caranha (*Piaractus mesopotamicus*) um rendimento elevado de 85,17% e Teixeira (1999) obteve um rendimento de 58,55% para o hambúrguer de sardinha (*Sardinella brasiliensis*). No presente estudo, ao interpretarmos os efeitos do delineamento, foi proposto a repetição do ensaio experimental, onde as concentrações da variável independente MTGase foram de 0,5 % (2,5 gramas), 1,0% (5,0 gramas) e 1,5 % (7,5 gramas) e fixado os valores percentuais de Água (5%/25 mL) e de Inulina (3%/15 gramas). Os valores obtidos de forma experimental foram respectivamente de $72,88 \pm 0,04$, $67,65 \pm 0,00$ e $73,59 \pm 0,06$, evidenciando que na faixa de concentrações estudada, não houve um efeito

significativo da variável independente MTGase sob a variável resposta % rendimento na cocção.

Vieira et al (2007) em seus estudos de comparação entre os métodos de cocção de peitos de frangos, encontraram valores para o cozimento em água de 19,99% de rendimento. Segundo Almeida (2011) em seus experimentos com hambúrguer de carne caprina adicionados de farinha de aveia, ambos os níveis de 2% como de 4% de adição de farinha de aveia, tiveram uma menor perda de peso pelo cozimento, ou seja, maior rendimento na cocção, obtiveram os valores de 85,53% e 83,76%, respectivamente, principalmente devido ao uso da farinha de aveia que aumentou a retenção de água do produto.

Ferreira (2006) relatou que o rendimento após cozimento de linguças de carne suína com diferentes teores de gordura ficou entre 72,58 a 85,34 % não apresentando portanto diferença estatística entre as formulações, valores estes similares aos encontrados no presente estudo (rendimento em % mínimo: $74,5 \pm 1,69$, médio: $77,6 \pm 2,15$ e máximo: $82,72 \pm 3,4$). Yetim e colaboradores. (2001) também não observaram diferença estatística ($p > 0,05$) no rendimento após o cozimento de salsichas suínas produzidas com a adição de diferentes níveis de soro do leite.

Pires (2015) obteve rendimentos na cocção que variaram de 74,38 a 83,93 % em seus experimentos de *fishburguers* com teores de 2 a 10% de fécula de mandioca nas formulações. Já Braga et al (2015) em seus experimentos com *fishburguers* de tilápia encontraram valores de rendimento 72,92% a 83,65% em formulações em que foram usados: 8% de gordura e 2,5% de farinha de aveia.

5.4.4 Encolhimento do produto

Para avaliar a influência das variáveis independentes (água, inulina, MTGase) no percentual de encolhimento das linguças de mexilhão, os dados foram analisados através do software STATISTICA e os resultados do coeficiente de regressão (R^2) e desvio padrão ($p < 0,05$) estão apresentados na Tabela 17:

Tabela 17 - Efeito estimado das variáveis independentes sob a variável resposta encolhimento

Variáveis	Efeito	Erro Padrão/Erro Puro
Média	16,56816	0,00
Água (L)	0,29698	0,00
Água (Q)	0,27446	0,00
Inulina (L)	0,00000	0,00
Inulina (Q)	0,70925	0,00
MTGase (L)	-1,86289	0,00
MTGase (Q)	-2,01803	0,00
Água X Inulina	0,0000	0,00
Água X MTGase	0,0000	0,00
Inulina X MTGase	0,0000	0,00

*Fatores significativos a 95% de confiança, $R^2=0,54$, (L): Efeito linear e (Q): Efeito Quadrático

Verificou-se que não houve efeito significativo ($p>0,05$), ou seja, para as faixas de concentrações estudadas, não houve nenhum efeito das variáveis independentes sobre o percentual de encolhimento das linguças assadas. O coeficiente de regressão (R^2) foi igual a 0,54, o que representa que o modelo explica 54% de variância do experimento.

SILVA (2013) elaborou 5 formulações para hambúrguer bovino, variando o percentual de gordura suína de 0 a 10% inversamente ao percentual de farinha de linhaça de 10 a 0%. Os valores encontrados para o encolhimento na cocção foram de 8,7% para a maioria dos ensaios, com exceção da formulação com 10% de gordura e 0% de farinha de linhaça que apresentou o maior encolhimento (17%). No presente estudo não foi utilizado gordura na formulação e os valores encontrados estão similares as formulações com menores teores de gordura.

Para a variável resposta % encolhimento, a formulação experimental (ensaio da repetição usando nas formulações 0,5, 1,0 e 1,5% de MTGase) houve um efeito significativo para a formulação com maior concentração (1,5%, ou seja, 7,5 gramas) de MTGase para as linguças de mexilhões assadas, ou seja, um % encolhimento de $13,34 \pm 0,32$, destacando o relatado por Ramirez (2002) e também por Gaspar e Goes-Favoni (2015) onde evidenciaram que a quantidade de enzima adicionada a formulação deve ser avaliada, pois as concentrações elevadas da MTGase pode diminuir a solubilidade da proteína miofibrilar devido ao maior número de ligações cruzadas entre as cadeias de peptídeos (proteína-proteína) e menor a

interação proteína-água. Bomdespacho (2010) relatou o valor percentual de $11,8 \pm 2,5$ para hambúrguer de frango contendo sais de cura na formulação.

Pires (2015) encontrou valores para encolhimento em seus *fishburguers* de 5,02 a 9,51%, em formulações adicionadas de fécula de mandioca com variação 2% a 10%. Os encolhimento para os *fishburguers* de tilápia desenvolvidos por Braga et al. (2015) variaram 11,48% e 14,51% para as formulações adicionadas de: 8% de gordura, 2,5% de fécula de mandioca e 2,5% de farinha de aveia. O encolhimento dessa formulação foi menor ao da que continha apenas polpa de tilápia. Seabra et al. (2002) encontraram valores de encolhimento na cocção dos hambúrgueres de carne ovina que variaram de 15,45% e 21,42% para a formulações com gordura, com 2% de fécula de mandioca e a com 2% de farinha de aveia. Os resultados obtidos demonstraram que a fécula de mandioca e de farinha de aveia diminuíram os valores de encolhimento em cerca de 6%.

5.4.5 Textura

Para avaliar a influência das variáveis independentes (água, inulina, MTGase) na textura das linguças de mexilhão, os dados foram analisados através do software STATISTICA e os resultados do coeficiente de regressão (R^2) e desvio padrão ($p < 0,05$) estão apresentados na Tabela 18:

Tabela 18 - Efeito estimado das variáveis independentes (água, inulina e MTGase) sob a variável resposta textura da linguça de mexilhão.

Variáveis	Efeito	Erro Padrão/Erro Puro	t(3)	P
Média*	9,02246	0,642471	14,0437	0,000782
Água (L)	-0,21137	0,699745	-0,30207	0,782333
Água (Q)	-0,20440	0,733460	-0,27869	0,798592
Inulina (L)	0,36525	0,699745	0,52198	0,637775
Inulina (Q)	-0,14871	0,733460	-0,20276	0,852297
MTGase (L)	1,21138	0,699745	1,73117	0,181852
MTGase (Q)	-0,15604	0,733460	-0,21276	0,845161
Água X Inulina	-1,26891	0,910864	-1,39297	0,257905
Água X MTGase	-0,28880	0,910864	-0,31706	0,771981
Inulina X MTGase	1,01529	0,910864	1,11465	0,346256

*Fatores significativos a 95% de confiança, $R^2 = 0,40024$, (L): Efeito linear e (Q): Efeito Quadrático

Verifica se que não houve efeito significativo ($p > 0,05$), ou seja, para as faixas de concentrações estudadas, não houve nenhum efeito das variáveis independentes sobre o percentual de encolhimento das linguças assadas. O coeficiente de regressão (R^2) foi igual a 0,40, o que representa que o modelo explica 40% de variância do experimento.

Estudos realizados por Huffman e colaboradores (1996) avaliaram a aceitação da maciez de carnes por consumidores concluindo que valores de força de cisalhamento inferiores a 4,1 Quilograma-força (Kgf) podem assegurar a satisfação do consumidor a um nível de 98% de probabilidade. No presente estudo os valores de textura estão apresentados na unidade Newton (N), usando a conversão de $1N \sim 0,10197 \text{ Kgf}$. No presente estudo os valores médios foram de 0,88Kgf, com valor mínimo de 0,74 Kgf e máximo de 1,1 Kgf, podemos então concluir que a linguça de mexilhão encontra-se dentro dos padrões de maciez mais aceitos pelo consumidor. Ferreira (2006) relatou valores de 28,4 a 35,08 N para textura instrumental de linguças de carne suína tipo frescas com teores reduzidos de gordura. No entanto, para a linguça cozida de mexilhões os resultados apontam para uma maior maciez quando comparada a linguça suína tipo frescal.

Seganfredo (2012) em seus experimentos com linguça toscana de carne suína com teor de sódio reduzido encontrou valores de textura de 25,98 N, inferiores aos encontrados no presente estudo. Quadros (2015) em seus trabalhos com hambúrguer de pescada (*Scomberomorus brasiliensis*) com teor reduzido de sódio obteve valores de textura que variaram de 7,12 a 21,74 N. Xavier (2009) elaborou cinco formulações de linguça cozida de piranha (*Serrasalmus* sp), variando a quantidade de CMS e surimi de piranha (totalizando 85 % da formulação) e fixando a quantidade de gordura em 10% e condimentos em 5%. Os valores para textura instrumental destas formulações variaram de 27,9 N a 34,05N, não ocorrendo assim, uma variação significativa entre as formulações ($p > 0,05$). Os valores obtidos foram superiores aos encontrados para a linguça de mexilhão (textura em Newton, mínima: $7,45 \pm 1,12$, média: $8,84 \pm 1,26$ e máxima: $11,01 \pm 0,6$)

Miller et al (1995) afirmaram que quanto menor a força de cisalhamento do produto cárneo maior é a maciez em na análise sensorial. Barbosa et al. (2015) em seus experimentos com linguça tipo frescal de peixe barbado (*Pirinampus Pirinampu*) com adição de farinha de aveia em diferentes concentrações (0,77% e 1,15%) obtiveram valores para textura de 6,89 e 7,06 N respectivamente. Esse valor representa uma relação direta entre dureza, um dos parâmetros de textura, e o percentual de farinha de aveia usado. Esse resultado foi próximo ao encontrado na linguça de mexilhão (textura em Newton, mínima: $7,51 \pm 1,12$, média: $8,84 \pm$

1,26 e máxima: $11,01 \pm 0,6$), provavelmente pela adição de inulina, visto que a literatura tem ressaltado o seu emprego como substituto de gordura em alimentos.

5.5 Comprovação da predição do modelo matemático para os teores de MTGase

Ao interpretarmos os efeitos do delineamento para a variável independente (teores da enzima MTGase) sob as variáveis respostas (% Umidade, CRA, Rendimento, Encolhimento na Cocção e Textura) comparamos os valores obtidos de forma experimental ao substituir os valores de 0,5% (2,5 gramas), 1,0% (5,0 gramas) e 1,5% (7,5 gramas) de MTGase e os teores de água 5% (25ml) e de inulina 3% (15gramas) fixados na formulação do ensaio experimental evidenciando a predição do modelo matemático ao determinar os teores de MTGase para as faixas de concentrações verificadas neste estudo, conforme apresentado na Tabela 19.

Tabela 19 - Avaliação dos efeitos da aplicação de MTGase em lingüiça de mexilhão

Ensaio	Umidade	CRA	Rendimento	Encolhimento	Textura
MTGase 0,5	$70,24 \pm 0,17^a$	$95,19 \pm 0,18^a$	$72,86 \pm 0,89^a$	$8,96 \pm 2,58^a$	$8,67 \pm 6,96^a$
MTGase 1,0	$70,03 \pm 0,69^a$	$95,14 \pm 0,11^a$	$67,71 \pm 0,17^b$	$9,09 \pm 0,00^a$	$13,25 \pm 12,96^b$
MTGase 1,5	$68,98 \pm 0,25^b$	$95,11 \pm 0,12^a$	$73,56 \pm 4,09^a$	$13,32 \pm 2,22^b$	$13,51 \pm 2,61^b$

Letras diferentes representam efeito significativo. Letras iguais representam efeitos não significativos

Embora o modelo tenha para CRA uma possibilidade ideal de 19% de acréscimo de água na formulação, o mesmo apresentou uma necessidade relacional entre os teores de Inulina e de MTGase. O emprego da MTGase nas concentrações 0,5%, 1,0% e 1,5%, evidenciou que o modelo se ajusta para a obtenção de respostas do teor de MTGase e também do % de água usado na formulação muito similares às obtidas na prática, onde pode-se prever o melhor teor de umidade para diferentes concentrações da enzima transglutaminase para formulações de lingüiças a base de mexilhões pré-cozidos sem a necessidade da realização de novos ensaios. Nas concentrações de MTGase testadas não houve efeito significativo para a variável CRA, porém, na formulação cuja a concentração de MTGase foi maior (1,5%) houve diferença significativa para as variáveis respostas Umidade e % encolhimento na cocção corroborando com o relatado por Gaspar e Goes-Favoni (2015) que a adição de MTGase precisa ser avaliada, visto que, quanto maior a concentração de enzima na mistura, maior será o número de ligações cruzadas entre as interações proteína-proteína e menor a interação proteína-água. Desta forma, a relação entre MTGase e CRA torna-se inversamente

proporcional, influenciando negativamente no encolhimento do produto após o seu preparo e aceitabilidade do produto.

6 CONCLUSÕES

O mexilhão *Perna perna* apresentou composição centesimal semelhante ao descrito na literatura. As linguiças elaboradas a partir dele apresentaram um perfil nutricional com baixo teor de lipídeos e elevado teor proteico, sendo assim considerado um alimento ideal para quem busca uma alimentação mais saudável.

Tanto a caracterização físico-química como avaliação microbiológica da matéria-prima e da linguiça, mostraram resultados que estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente, demonstrando assim ser um alimento seguro para o consumo.

A água, inulina e a MTGase, utilizadas como variáveis independentes no delineamento experimental, demonstraram influenciar na umidade e capacidade de retenção de água da linguiça. Sendo assim feito um novo delineamento para se estabelecer a melhor formulação.

De acordo com os resultados obtidos no segundo delineamento, a formulação com os valores mais satisfatórios em relação as características físico químicas da linguiça, são as com percentuais de água (5 %), inulina (3%) e MTGase (0,5%).

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R. S. **Processamento de hambúrguer de carne caprina adicionados com diferentes níveis de farinha de aveia**. Itapetinga-BA. UESB, 2011. 81p. Dissertação - Mestrado em Zootecnia na Área de Concentração Produção de Ruminantes
- ÁLVAREZ, D.; BARBUT, S. Effect of inulin, β -Glucan and their mixtures on emulsion stability, color and textural parameters of cooked meat batters. **Meat Science**, v. 94, p. 320–327, 2013.
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alegações de propriedade funcional aprovadas, 2008. Disponível em: . Acesso em: 14 out. 2013.
- ARAÚJO, C.M. **Biologia reprodutiva do berbigão *Anomalocardia brasiliana* (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) na Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé**. 2001. 204p. Tese Doutorado São Paulo: Universidade de São Paulo.
- ARRIECHE, D. y PRIETO, A. Parámetros poblacionales Del guacuco Tivela mactroides (Bivalvia: Veneridae) de Playa Caicara, Estado Anzoátegui, Venezuela. **Ciencias Marinas**, 32 (2), 285-296. 2006.
- AVELAR, J. C. L. **Manual de Mitilicultura**. 1.ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 1998. 164 p.
- BARARDI, C.R.M.; SANTOS, C.S.; SIMÕES, C.M.O. Ostras de qualidade em Santa Catarina. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.29, n.172, p.70-73, 2001.
- BARBOSA, R.D.; RIBEIRO, K. P.; PINTO, D. M.; CASSOL, L. A. Desenvolvimento de lingüiça frescal de peixe barbudo com adição de farinha de aveia: características físico-químicas e sensorial. **Connection online n.12**, p.69-76, 2015.
- BEIRÃO, H.; TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.M. **Processamento e industrialização de moluscos**. In: SEMINÁRIO E WORKSHOP TECNOLOGIAS PARA APROVEITAMENTO INTEGRAL DO PESCADO, 1., 2000, Campinas. Anais... Campinas: ITAL, 2000. p. 38-84.
- BENEDICTI, Magalhães Carolina. **Produção de Lingüiça Frescal (toscana) através de cura natural com extrato de aipo (*Apium graveolens*)**. 2014, p. 61. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Tecnologia em Alimentos, Universidade Federal do Paraná – UTFPR Campus Campo Mourão, 2014.
- BISPO, E. S. Aproveitamento industrial de marisco na produção de lingüiça. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n.4, p.664-668, 2004a.
- BISPO, E. S. SANTANA, L.R.R.; CARVALHO, R.D.S. Processamento, estabilidade e aceitabilidade de marinado de vôngole (*Anomalocardia brasiliana*). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 3, p. 353-356, 2004b.
- BOMDESPACHO, L. Q. **desenvolvimento de um produto tipo “hambúrguer” à base de carne de frango (*gallus gallus*) e resíduo de soja, fermentado com *lactobacillus***

acidophilus crl 1014 106p. Dissertação (Mestrado em alimentos e nutrição) UNESP, Araraquara, 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária- ANVISA. Resolução nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento técnico** sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES> Acesso em: 01/08/2016.

BRASIL. SECRETARIA ESPECIAL DE AQUICULTURA E PESCA INSTRUÇÃO NORMATIVA No-26, DE 19 DE DEZEMBRO DE 2008. **Critérios e procedimentos para o ordenamento das operações relacionadas com a pesca do polvo (*Octopus spp.*)**, nas águas marinhas sob jurisdição brasileira. <http://sinpesq.mpa.gov.br/cob_cms/download/legislacao_cob/2008-12-19-IN-26.pdf> Acessado em 14 ago 2016

BRASIL. Medida Provisória nº 2.178-36, de 24 de agosto de 2001. Dispõe sobre o repasse de recursos financeiros do **Programa Nacional de Alimentação Escolar**, institui o Programa Dinheiro Direto na Escola, altera a Lei nº 9.533, de 10 de dezembro de 1997, que dispõe sobre programa de garantia de renda mínima, institui programas de apoio da União às ações dos Estados e Municípios, voltadas para o atendimento educacional, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=204EFC595C6C5466DD221C4383272616.node2?codteor=682485&filename=LegislacaoCitada+-PL+5837/2009> Acesso em: 04 Ago. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. **Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para o controle de produtos de origem animal e água**. Disponível em: <<http://www.hidrolabor.com.br/IN62.pdf>> Acesso em: 19 Out. 2015

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA). **Métodos analíticos oficiais para o controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. II. Métodos Físicos Químicos**. Brasília, 1981. 123p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº4, de 31 de março de 2000. Aprova os **Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução CD/FNDE nº 26, de 17 de junho de 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20Estat%20C3%ADstico%20MPA%202010.pdf> Acesso em: 10 dez. 2015.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**. 2013a. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20MPA%202011FINAL.pdf> Acesso em: 14 Set.2015.

BRASIL. Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca. **Plano de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e Pesca: Mais Pesca e Aquicultura**. [s.d.]. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/consea/eventos/eventos-antigos/seminario-semana-mundial-da-alimentacao-os-desafios-para-a-seguranca-alimentar-e-nutricional-e-as-respostas-do-governo-brasileiro/palno-de-desenvolvimento-sustentavel-da-aquicultura-e-pesca>> Acesso em: 04 Ago.2015.

BRAGA, G.C. et al. Adição de amido e farinha de aveia na formulação de hambúrguer de polpa de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). 2015. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Frevista.unioeste.br%2Findex.php%2Fscientiaagraria%2Farticle%2Fdownload%2F2051%2F1622&ei=FY0PVcHsFavdsAT6j4KQBw&usq=AFQjCNHrFmqI5U7AVLluzn3pwatafuQZ_w> Acesso em: 14 ago.2016.

BROWNAWELL, A. M.; CAERS, W.; GIBSON, G. R.; KENDALL, C. W. C.; LEWIS, K. D.; RINGEL, Y.; SLAVIN, J. L. Prebiotics and the Health Benefits of Fiber: Current Regulatory Status, Future Research, and Goals. **The Journal of Nutrition**. v.142, p.962–974, 2012.

BURSEY, R. G. Transglutaminase – **A Crosslinking Enzyme for Meat and Poultry**. In: Ajinomoto USA, Inc, 1996.

CANAPA, A., MAROTA, I., ROLLO, F. & OLMO, E. 1996. Phylogenetic analysis of Veneridae (Bivalvia): comparison of molecular and paleontological data. **J. Mol. Evol.** 43: 517-522.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Editora UNICAMP. Campinas, São Paulo. 2003. 207p.

CEROZI, BRUNO DA SILVA. **Prebióticos e próbióticos dietéticos, desempenho a higidez da juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887)**. 2012. 79 f. Dissertação – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2012.

COELHO G.M., Weschenfelder A.V., Meinert E.M., Amboni R.D.M.C & Beirão L.H. Effects of starch properties on textural characteristics of fish burgers: sensory and instrumental approaches. **Bol. Cent. Pesq. Proces. Alim.**, 25:37- 50, 2007.

CORDEIRO, D.; LOPES, T. G. G.; OETTERER, M.; PORTO, E. GALVÃO, J. A. Qualidade do Mexilhão Perna perna Submetido ao Processo Combinado de Cocção, Congelamento e Armazenamento. Boletim CEPPA, Curitiba, v. 25, n.1, p. 165-179, jan.-jun. 2007.

CORTEZ-VEGA, W. R. **Avaliação de isolados protéicos provenientes de carne mecanicamente separada de corvina (*micropogonias furnieri*)** anais IV COMAN – I COMAN, editora UFOP, Universidade Federal de Ouro Preto – MG, 2011.

DAME, R.F. Organismic level processes. In: **Ecology of marine bivalves: an ecosystem approach**. New York: CRC Press. Cap. 3, 1996. p.35-74.

DESMOND, E. M.; TROY, D. J.; BUCKLEY, D. J. The effects of tapioca starch, oat fibre and whey protein on the physical and sensorial properties of low-fat beef burgers. *Lebensm. – Wiss. U. – Technol.* Vol 31, p. 653- 657, 1998.

DONDERO, M.; FIGUEROA, V.; MORALES, X.; CUROTTO, E. 2006 Transglutaminase effects on gelation capacity of themally induced beef protein gels. *Food Chemistry*, 99(3): 546-554.

EVANGELISTA-BARRETO, N.S.; VIEIRA, R.H.S.F.; CARVALHO, F.C.T.; TORRES, R.C.O.; SANT'ANNA, E.S. *Aeromonas* spp. isolated from oysters (*Crassostrea rhizophorae*) from a natural oyster bed, Ceará, Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical*, São Paulo, v.48, n.3, p.129-133, 2006.

FAO. Fisheries and Aquaculture Department. Garantia da qualidade dos produtos da pesca. Roma: FAO, n.334, 1997. 176 p. FAO Documento Técnico sobre as Pescas. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/003/t1768p/T1768P00.HTM>>. Acesso

FELDHUSEN, F. The role of seaffod in bacteria foodborne diseases. *Microbes and Infection*, Paris, v.2, p.1651-1660, 2000.

FERREIRA M. da S., Mársico E.T., Medeiros R.J., Pombo C.R., Freitas M.Q., São Clemente S.C. & Conte-Junior C.A. [Comparison of physicochemical and sensorial characteristics of beef hamburgers elaborated with sodium chloride, poliphosphate and transglutaminase]. Comparação das características físico-químicas e sensoriais de hambúrgueres de carne bovina elaborados com cloreto de sódio, polifosfato e transglutaminase. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, 34(1):52-60, 2012.

FERREIRA, A.C.B. **Avaliação Físico-química e Sensorial de Lingüiça de Carne Suína Produzida com Reduzido Teor de Gordura e Adicionada de Concentrados Protéico.** 52p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Inspeção de produtos de origem animal) UFMG, 2006.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. 2012. **The State of World Fisheries and Aquaculture.** Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e.pdf>> Acesso em: 11 Jul. 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. 2013a. **Reduction of bycatch and discards.** 2013b. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/topic/14832/en>> Acesso em: 11 Out. 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO.2014. **Fisheries and Aquaculture Department.Composition of fish.**Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/topic/12318/en>> Acesso em: 08 Out. 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION- FAO. 2009. **The State of World Fisheries and Aquaculture.** Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0699e/a0699e.pdf>> Acesso em: 26 Out. 2015.

FORTES, R. C. Os frutooligossacarídeos, a inulina e suas implicações na indústria de alimentos. *Nutrição Brasil*, São Paulo, v. 4, n. 1, jan./fev. 2005.

FRANCK, A. Technological functionality of inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, v. 87, p. 287–291, 2002.

FREITAS, E. I.; SANTOS, M. C. S. ; FARAGE, S. TÓRTORA, J. C. O. Avaliação da Qualidade Microbiológica de Mexilhões Comercializados na Área Urbana de Niterói – RJ. **Higiene Alimentar**, v. 20, n. 144, p. 101-105., 2006.

FUENTES, A.; FERNÁNDEZ-SEGOVIA, I.; SERRA, J. A. Comparison of physico-chemical parameters and composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) from different Spanish origins. **Food Chemistry**, v. 112, p. 295-302, 2009.

FURLAN, É. F ; GALVÃO, J. A. ; SALÁN, E. O. ; YOKOYAMA, V. A. ; OETTERER, M. Estabilidade físico-química e mercado do mexilhão (*Perna perna*) cultivado em Ubatuba – SP. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 516-523, jul.-set., 2007.

FURLAN. E. F; Galvão. J.A.; Salan. E.O; Oetterer M. Composição centesimal e valor calórico de mexilhões *Perna perna* cultivados no litoral Norte de São Paulo, **Brasil Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, 37(1): 85 – 93, 2011

GALVÃO, Giane Célia dos Santos. **Influência dos substitutos de gordura na salsicha de pescado elaborada com resíduos da filetagem da Piramutaba *Brachyplatystoma vaillanti* (Valenciennes, 1840)**. 2009 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará. Pará , 2008.

GARCÍA, M. L.; CÁCERES, E.; SELGAS, M. D. Effect of inulin on the textural and sensory properties of mortadella, a Spanish cooked meat product. **International Journal of Food Science and Technology**, v.41, p.1207–1215, 2006.

GASPAR, A.L.C, DE GÓES-FAVONI S.P. Action of microbial transglutaminase (MTGase) in the modification of food proteins: A review **Food Chemistry** 171 (2015) 315–322

GASPARI, E.N.; BOZZOLI, L.M.; RISTORI, C.A.; ROWLANDS, E.G.; IRINO, K.; TORRES, D. D.; TAMPLIN, M. Aplicação de Anticorpos Monoclonais na Detecção de Enteropatógenos em Amostras de Origem Clínica, Alimentar e Ambiental para a Produção de Kits para Imunodiagnóstico. **Boletim Epidemiológico Paulista**, São Paulo, v.3, n.35, 2006.

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

HARAKEH, S.; YASSINE, H.; ELFADEL, M. Antimicrobial-resistant patterns of *Escherichia coli* and *Salmonella* strains in the aquatic Lebanese environments. **Environmental Pollution**, Barking, v.143, p.269-277, 2006.

Helm, M.M., N. Bourne, and A. Lovatelli. 2004. **Hatchery Culture of Bivalves: A Practical Manual**. FAO Fisheries Technical Paper Number 471. Rome, Italy. 200 pp.

HUFFMAN, K. L.; MILLER, M. F.; HOOVER, L. C.; WU, C. K.; BRITTIN, H. C.; RAMSEY, C. B. Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in the home and restaurant. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.74, n.1, p., 91-97, Jan.1996

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Documento Legal. Disponível em: <www.ibama.gov.br/siucweb/mostraDocLegal.php>. 2007 Acesso em: 13 nov. 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ- IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Edição IV. I Edição Digital. São Paulo. Capítulo XVIII. Pescado e Derivados. 1985.

JAY, J.M. **Modern food microbiology**. 5. ed. New York: Chapman e Hall, 1991.

JIMÉNEZ COLMENERO, F.; SERRANO, A.; AYO, J.; SOLAS, M. T.; COFRADES, S. L.; CARBALLO, J. Physicochemical and sensory characteristics of restructured beef steak with added walnuts. **Meat Science**, v. 65, p. 1391-1397, 2003.

KIM, S.H. et al. Polymerization of beef actomyosin induced by transglutaminase. **J. Food Sci.**, v.58, p.473- 491, 1993.

KWAN, S. W.; EASA, A. M. Comparing physical properties of retort-resistant glucono- lactone tofu treated with commercial transglutaminase enzyme or low levels of glucose. **Lebensm.-Wiss. u.-Technol.**, v. 36, p.643-647, 2003.

LAVANDER, H. D. **Biologia reprodutiva e desova em laboratório do marisco Anomalocardia brasiliana (Gmelin, 1791)**. 2009. Monografia (Engenharia de Pesca) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

LIMA, M. M.; MUJICA, P. I. C.; LIMA, A. M. Caracterização química e avaliação do rendimento em filés de caranha (*Piaractus mesopotamicus*). **Braz. J. Food Technol.**, IV SSA, maio 2012, p. 41-46 <http://dx.doi.org/10.1590/S1981-67232012005000031>

LIN, Y-S. et al. Cloning and expression of the transglutaminase gene from *Streptomyces lividans* in *Streptomyces lividans*. **Process Biochem.**, v. 39, p.591-598, 2003

MACARI S.M. **Desenvolvimento de formulação de embutido cozido à base de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2007. 122 f. Dissertação de mestrado em Tecnologia de Alimentos, Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

MACEDO, J. A.; SATO, H. H. Properties and applications of microbial transglutaminase. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.16, n.4, p.413-419, out./dez. 2005.

MACHADO. T.M; NEIVA. C.R.P; NOFFRI. R. I; CASARINI. L.M; QUIÑONES E.M.; CUNHA M.G.; VENTURE A. C. Utilização da enzima transglutaminase em medalhões de aparas e CMS de espinaço de tilápia. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, 40(4): 617 – 627, 2014

MAGALHÃES, A.R.M. 1985. **Teor de proteínas do mexilhão *Perna perna* (Linné, 1758) (Mollusca, Bilvavia), em função do ciclo sexual**. 1985. 117p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 1985.

MAIA, E. L. et al. Composição química e classes de lipídios em peixe de água doce curimatã comum (*Prochilodus cerensis*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 3, 1999.

MARQUES, H. L.A. **Criação Comercial de Mexilhões**. São Paulo: Nobel, 1998, 109 p.

MELLO, V. D.; LAAKSONEN, D. E. **Fibras na dieta: tendências atuais e benefícios à saúde na síndrome metabólica e no diabetes melito tipo 2**. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia, v. 53, n. 5, p. 509-18, 2009. Disponível em: . Acesso em: 23 jul. 2016

MENDES, A.C.R. Propriedades funcionais das proteínas: sua importância e aplicabilidade em produtos alimentícios. **Higiene Alimentar** v.12, n.56, 1998.

MENDOZA, E.; GARCÍA, M. L.; CASAS, C.; SELGAS, M. D. Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. **Meat Science**, v. 57, p. 387-393, 2001

MENEGAS, L. Z.; PIMENTEL, T. C.; GARCIA, S.; PRUDENCIO, S. H. Dryfermented chicken sausage produced with inulin and corn oil: Physicochemical, microbiological, and textural characteristics and acceptability during storage. **Meat Science**, v. 93, p. 501 – 506, 2013.

MILLER, M. F; HOOVER, L. C; COOK, K.; GUERRA, A.L. Consumer acceptability of beef steak tenderness in the home and restaurant. **Journal of Food Science**, Chigado , v.60, n.5, p.963-965,1995

MORES, V.L. **Bactérias do gênero *Aeromonas* em peixe Pintado (*Pseudoplatystoma* sp.) e pesquisa de alguns fatores de virulência a partir das cepas isoladas**. 1994, 108p. Dissertação (Mestrado no Instituto de Ciências Biomédicas), Universidade de São Paulo, SP, 1994.

MOTOKI, M. KUMAZAWA, Y. Recent research trends in transglutaminase technology for food processing. **Food Sci. Technol. Res.**, 6 (3), 151-160, 2000.

NARCHI, W. Ciclo anual da gametogênese de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (MolluscaBivalvia). **Bolm. Zool**, v. 1, p. 331-350, 1972.

NOGUCHI, T. et al. A promoting material for absorption of minerals and compositions containing it. **Jpn Kokai Kokkyo Koho JP** 04349869, 1992.

O'BRIEN, C. M. et al. Evaluation of the effects of fat replacers on the quality of wheat bread. **Journal of Food Engineering**. Oxford, v. 56, n. 2-3, p. 265-267, 2003

OBEID Georges, Samira. **Qualidade microbiológica de linguiça do tipo frescal e caracterização de isolados *Escherichia coli* .2015.109p**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Goiás, Goiana, 2015. - Acesso em 23 de julho de 2016

OGAWA, M.; MAIA, E. L. Manual de pesca: **ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Livraria Varela, 1999.

PEDROSA, L.F.C.; COZZOLINO, S, M, F. Composição Centesimal e de Minerais de Mariscos Crus e Cozidos da Cidade de Natal/RN. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, n.21, v.2, p. 154-157, maio- ago, 2001.

PEIXOTO, M. R. S; SOUSA, C. L; MOTA, E. Da S. **Utilização de Pescada (*Macrodrom aencylodon*) de baixo valor comercial na obtenção de surimi para elaboração de moldado sabor camarão**. Boletim do CEPPA, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 151-162, jul/dez. 2000.

PEREIRA, A. J. **Desenvolvimento de Tecnologia para Produção e Utilização da Polpa de Carne de Carpa Prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) na elaboração de Produtos Reestruturados: “Fishburger” e “Nugget”**. Curitiba, 2003. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Paraná, 2003.

PEZZUTO, P. R.; ECHTERNACHT, A. M. Avaliação de impactos da construção da Via Expressa SC-SUL sobre o berbigão *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin,1791) (Mollusca: Bivalvia) na Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé, (Florianópolis, SCBrasil). **Atlântica**, 21:105-119, 1999.

PINTO, P.S.A. Aspectos sanitários da salmonelose como uma zoonose. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 14, n. 73, p. 39-43, 2000.

PIRES, D. R. **Desenvolvimento de fishburguer à base de Pescado Marinho de Baixo Valor Comercial Capturado na Baía de Sepetiba**, Rio de Janeiro. 2015. 91 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, Rio de Janeiro, 2015.

QUADROS, D. A. **Desenvolvimento de alimentos a base de pescado com teor reduzido de sal e qualidade sensorial para a alimentação escolar**. 2015. 242 f. (Tese de Doutorado)- UNICAMP- São Paulo. 2015

RAMÍREZ J., Uresti R., Téllez S. & Vázquez M.A. Using salt and microbial transglutaminase as binding agents in restructured fish products resembling hams. **J. Food Sci.**, 67:1778-1784, 2002.

RIISPOA. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Estatuíu as normas que regulam, em todo o território nacional, a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. 1952. 154 p. Disponível em:. Acesso em 23 de julho de 2016.

RIOS, E. C. **Seashells of Brasil**. 2. ed. Rio Grande, RS. Editora da fundação Universidade do Rio grande, 1994.

ROBERFROID, M. B. Functional foods: concepts and application to inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, v. 87, p.139–143, 2002.

ROBERFROID, M.B. Dietary fiber, inulin and oligofructose: a review comparing their physiological effects. **CRC-Critical Reviews Food Science and Nutrition**, Bruxelas, v. 33, n. 2, p. 103-148, 1993

ROBINSON, R. K. The potential of inulin as a functional ingredient. **British Food Journal**. Bradford, v. 97, n. 4, p. 30-32. 1995.

SAUSAGES. **Food Research International**, v.34, p.97-101, 2001.

SEABRA, L. M. J. et al. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, v. 22, n. 3, p. 244-248, 2002.

SEBBEN, C.L.; BEIRÃO, L.H.; MEINERT, E.M.; TEIXEIRA, E.; DAMIAM, C. 2000 **Rendimento e avaliação sensorial de hambúrgueres de carpa (*Cyprinus carpio*) com diferentes condições de processamento e armazenamento sob congelamento**. Boletim CEPPA, 16(1): 2-12.

SEGANFREDO, Diogo; RODRIGUES, Sidnei. **Elaboração de linguiça Toscana com teor reduzido de sódio**. 2013. 55 p. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

SEKI, N. et al. Transglutaminase activity in Alaska pollack muscle and surimi, and its reaction with myosin b. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v.56, p.125-132, 1990.

SERRANO, A.; COFRADES, S.; JIMÉNES COLMENERO, F. Transglutaminase as binding agent in fresh restructured beef steak with added walnuts. **Food Chemistry**, v. 85, p. 423-429, 2004.

SILVA, A.I.M.; VIEIRA, R.H.S.F.; MENEZES, F.G.R.; FONTELES-FILHO, A.; TORRES, R.C.O.; SANTANNA, E.S. Bacteria of fecal origin in mangrove oysters (*Crassostrea rhizophorae*) in the Coco River estuary, Ceará State, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 35, n.1 e 2, p. 126-130, 2004.

SILVA, da Carlos Eduardo. **Elaboração e avaliação de hambúrgueres de carne bovina com substituições de toucinho por farinha de linhaça**. 2013. 58 f. Dissertação – Londrina. 58f, 2013.<repositorio.utfpr.edu.br/.../LD_PPGTAL_M_%20Silva,%20Carlos%20Eduardo%20da> *acessado 11 ago de 2016*

SILVA, R. F. Use of inulin as a natural texture modifier. **Cereal Foods World**. St Paul, v. 41, n. 10, p. 792-795, 1996.

SOUSA, O.V.; VIEIRA, R.H.S.F.; MENEZES, F.G.R.; REIS, C.M.F.; HOFER, E. Detection of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio cholerae* in oyster, *Crassostrea rhizophorae*, collected from a natural nursery in the Cocó river estuary, Fortaleza, Ceará, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical**, São Paulo, v.46, n.2, p.59-62, 2004.

SOUZA, D.S. Caracterização da pescaria do berbigão *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Bivalvia) na Reserva Extrativista Marinha de Pirajubaé (Florianópolis/SC): subsídios para o manejo. 2007. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí.

SOUZA, R. S. **Etnobotânica e etnozologia de comunidades pesqueiras da área de proteção ambiental (APA) do Delta do Parnaíba, nordeste do Brasil**. 2010. 178 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.

SOUZA, S. A. **Avaliação dos efeitos de diferentes temperaturas de congelamento e armazenamento sobre as características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais de linguiça suína tipo frescal**. 2014. 61 f. Dissertação (Mestrado) URI Erechim, 2014.

STEAKS consumed in the home and restaurant. **Journal of Animal Science**, v.74, p.91-97, 1996.

TAVARES, M.; MELLO, M. R. P.; CAMPOS, N. C.; MORAIS, C.; OSTINI, S. Proximate composition and caloric value of the mussel *Perna perna*, cultivated in Ubatuba, São Paulo State, Brazil. **Food Chemistry**, v. 62, n. 4, p. 473-475, 1998.

TEIXEIRA, A. M. **Influência do amido e do cloreto de sódio sobre a capacidade de retenção de água e características sensoriais de hambúrguer de peixe elaborado a partir de surimi de sardinha (*Sardinella brasiliensis*)**.1999. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina., Florianópolis, Santa Catarina, 1999.

TOLDRÁ, F. Muscle foods: water , structure and functionally. **Food Science and Technology International**, London, v.9, n.3, p173-177, Jun 2003

TOMASCHUNAS, M.; ZÖRBA, R.; FISCHER, J.; KÖHNA, E.; HINRICHS, J.; BUSCH-STOCKFISCHA, M. Changes in sensory properties and consumer acceptance of reduced fat pork Lyon-style and liver sausages containing inulin and citrus fiber as fat replacers. **Meat Science**, v. 95, p. 629–640, 2013.

TUOHY, K. M.; ROUZAUD, G. C. M.; BRÜCK, W. M.; GIBSON, G. R. Modulation of the Human Gut Microflora Towards Improved Health Using Prebiotics – Assessment of Efficacy. **Current Pharmaceutical Design**,v. 11 ,p. 75-90, 2005.

URESTI, R. M.; TÉLLEZ-LUIS, S. J.; RAMÍRES, J. A.; VÁZQUEZ, M. Use of dairy proteins and microbial transglutaminase to obtain low-salt fish products from filleting waste silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). **Food Chemistry**. v. 86, p. 257-262, 2004.

VARNAM, A.H.; EVANS, M.G. **Foodborne pathogens: an illustrated text**. London: Wolfe Publishing, 1991. p.176-7.

VIEIRA, C. L. **Detecção de calicivírus humano (Small Round Structured Virus-SRSV) pela relação em cadeia da polimerase (PCR) em ostras do litoral do Estado de São Paulo**. 1999. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, SP, 1999.

VIEIRA, J. O., BRESSAN, M. C., FARIA, P. B., FERREIRA, M. W., FERRÃO, S. P. B., & SOUZA, X. R. Efeito dos métodos de cocção na composição centesimal e colesterol do peito de frangos de diferentes linhagens. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 164-170, jan./fev., 2007. Disponível em: . Acesso em: 11/08/2016

VIEIRA, P. Pesquisa e desenvolvimento driblam os defeitos mais comuns em embutidos, **Revista Nacional de Carne**, São Paulo, v. 35, n. 273, p. 80-84, 1999.

VIEIRA, R.H.S.F.; VASCONCELOS, R.F.; CARVALHO, E.M.R. Quantificação de vibrios, de coliformes totais e termotolerantes em ostra nativa *Crassostrea rhizophorae*, e na água do estuário do Rio Jaguaribe, Fortim CE. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, v.1, n.1, p.1-13, 2007.

WILSON, A.S: Modifying meat proteins via enzymatic crosslinking. In: MEAT INDUSTRY RESEARCH CONFERENCE, 27, 1992, Hamilton. **Anais...** New Zealand: **Meal Industry Research Institutes**, 1992. p. 247-277.

XAVIER, A.A.S. **Desenvolvimento e caracterização de embutido de piranha (*Serrasalmus* sp.)**. 2009. 89f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

YAMAUCHI, K. et al. Transglutaminase for reducing allergenicity of food proteins and/or peptides and method of reducing their allergenicity. **Jpn Kokai Kokkyo Koho JP 0327253**, 1991.

YETIM, H. et al. Using fluid whey in comminuted meat products: effects on textural properties of frankfurter-type sausages. **Journal of Muscle Foods**, v.17, n.3, p.354-366. 2006.

YOKOYAMA, K.; NIO, N.; KIKUCHI, Y. Properties and application of microbial transglutaminase. **Appl. Microbial Biotechnol.**, v. 64, p.447-454, 2004

8 ANEXOS

Anexo A

Reagente Utilizados	Marca
Ácido nítrico 10%	Vetec
Ácido Clorídrico P.A	Vetec
Ácido Sulfúrico P.A	Vetec
Éter de petróleo P.A	Vetec
Mistura catalítica (sulfato de cobre + sulfato de sódio anidro)	Vetec
Solução de Hidróxido de sódio 50%	Vetec

Anexo B

Equipamento Utilizados	Marca
Bateria de aquecimento	Solab
Banho-Maria	Cap Lab Comercial
Balança digital Ay220	Marte
Centrífugador 204-N	Fanen
Destilador de proteína SL	Solab
Embutideira de Carne MCR 08	Arbel
Estufa de secagem a 105°C	Nova Instrument
Forno OE8MX	Electrolux
Mufla	Prolab
Texturômetro (Data TX-TP)	Analizer