

UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE - UNIVILLE  
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS

REGINA FREZZATTI

PROCESSAMENTO DO MEXILHÃO E AVALIAÇÃO DO SEU POTENCIAL  
PARA USO COMO FONTE DE NUTRIENTES DA ALIMENTAÇÃO HUMANA

JOINVILLE

2015

REGINA FREZZATTI

PROCESSAMENTO DO MEXILHÃO E AVALIAÇÃO DO SEU POTENCIAL  
PARA USO COMO FONTE DE NUTRIENTES DA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação da Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE, como requisito final para obtenção do título de mestre em Engenharia de Processos.

Orientadora: Profa. Dra. Andréa Lima Schneider

Co-orientadora: Profa. Dra. Giannini Pasiznick Apati

JOINVILLE

2015


## Termo de Aprovação

### “Processamento do mexilhão e avaliação do seu potencial para uso como fonte de nutrientes da alimentação humana”

por

Regina Frezzatti

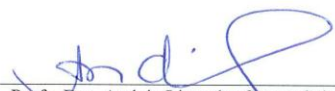
Dissertação julgada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos, área de concentração Engenharia de Processos e Tecnologias Limpas e aprovada em sua forma final pelo Programa de Mestrado em Engenharia de Processos.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Andréa Lima dos Santos Schneider  
Orientadora (UNIVILLE)


  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Giannini Pasiznick Apati  
Coorientadora (UNIVILLE)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Ana Paula Testa Pezzin  
Coordenadora do Programa de Mestrado em Engenharia de Processos (UNIVILLE)

#### Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Andréa Lima dos Santos Schneider  
Orientadora (UNIVILLE)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Giannini Pasiznick Apati  
Coorientadora (UNIVILLE)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. João Borges Laurindo  
(UFSC)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Ozair Souza  
(UNIVILLE)

Joinville, 26 de agosto de 2015.

---



## Catalogação na publicação pela Biblioteca Universitária da Univille

F896p Frezzatti, Regina  
Processamento do mexilhão e avaliação do seu potencial para uso como fonte de nutrientes da alimentação humana / Regina Frezzatti; orientadora Dra. Andréa Lima Schneider, co-orientadora Dra. Giannini Pasiznick Apati – Joinville: UNIVILLE, 2015.

95 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Engenharia dos Processos –  
Universidade da Região de Joinville)

1. Marisco (Mexilhão). 2. Secagem. 3. Liofilização. 4. Farinhas. I. Schneider, Andrea Lima (orient.). II. Apati, Giannini Pasiznick. (co-orient.). III. Título.

CDD 664

## RESUMO

Santa Catarina é o principal estado produtor de ostras e mexilhões, responsável por 90% da produção nacional. Entretanto, o consumo de pescados no Brasil ainda é pequeno. Isto decorre deste alimento ser altamente perecível sendo disponível próximo aos seus locais de cultivo e a preferência dos consumidores em consumi-los frescos. Os mexilhões por possuírem ampla distribuição geográfica, serem organismos dominantes e de bom crescimento representam uma importante fonte de alimento em muitas partes do mundo. No entanto sua elevada perecibilidade inviabiliza sua comercialização em locais mais distantes de onde é cultivado. Devido a esta limitação territorial e alta perecibilidade dos frutos do mar, surgiu a preocupação em se obter novas formas de comercialização e consumo de pescados. Dentro deste contexto, a farinha de mexilhão da espécie *Perna perna* foi estudada neste trabalho como uma alternativa para a conservação do molusco, produzida por métodos experimentais de secagem e liofilização, seguida de trituração. No processamento os mexilhões foram adquiridos e acondicionados vivos em caixas de isopor e conduzidos até o Laboratório de Gastronomia da UNIVILLE onde foram higienizados, cozidos, desconchados e submetidos à secagem em estufa com circulação de ar nas temperaturas de 60 °, 75 ° e 90 °C. Em experimento paralelo também foram liofilizados e em seguida os mexilhões secos e liofilizados foram triturados para a formação da farinha e armazenados a temperatura ambiente. Foram feitas as determinações quanto a análise centesimal (teor de umidade, proteína, lipídios, cinzas e carboidratos e valor calórico), físico-químicas (pH) e microbiológica das amostras de farinha, sendo os micro-organismos pesquisados, coliformes a 45°C, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella spp*, utilizando como instrumento normativo a RDC nº 12 de 2001, da Agência Nacional da Vigilância Sanitária - ANVISA. Foram feitas as análises de Microscopia Eletrônica de Varredura para identificação dos diferentes grãos da farinha. Verificamos que conforme a temperatura de secagem aumenta, há a diminuição no teor de umidade e na atividade de água e com a desidratação o teor de proteína e cinzas concentraram. Os valores de pH atestaram o bom estado de conservação da farinha. No entanto a melhor temperatura de secagem escolhida foi a de 60 °C, pois degradou a menor quantidade de ômega 3 e 6, representando a melhor indicação para a nutrição humana. Foram efetuadas as curvas de secagem e as diferentes temperaturas apresentaram a mesma taxa de secagem.

**Palavras chave:** Mexilhão *Perna perna*, Secagem, Liofilização, farinha de mexilhão.

## ABSTRACT

Santa Catarina is the main producing state of oysters and mussels, which accounts for 90% of national production. However, the consumption of fish in Brazil is still small. This follows this food is highly perishable being available next to their cultivation sites and the preference of consumers consume them fresh. The mussels because they have wide geographical distribution, are dominant and good growth organisms represent an important source of food in many parts of the world. However, your high perishability prevents their marketing in more remote areas where it is grown. Because of this territorial limitation and high perishability of seafood, there was a concern in obtaining new ways of marketing and fish consumption. Within this context, the species *Perna-perna* mussel flour was studied in this work as an alternative to clam conservation, produced by experimental methods of drying and lyophilization, then trituration. In processing the mussels were purchased and put up living in styrofoam boxes and driven to the UNIVILLE Gastronomy Laboratory where they were cleaned, cooked, your shells removed and subjected to drying in an oven with air circulation at temperatures of 60 °, 75 ° and 90 ° C. In parallel experiments were also freeze-dried and then dried and lyophilized mussels were milled to form flour and stored at room temperature. The determinations are made as to proximate analysis (moisture, protein, fat, ash and carbohydrates and calories), physico-chemical (pH) and microbiological of flour samples, respondents microorganisms, coliforms at 45°C, Staphylococcus coagulase positive and Salmonella spp, using as a legal instrument to RDC n.12 of 2001 of the National Health Surveillance Agency - ANVISA. The Electron Microscopy Analysis Scan to identify the different grains of flour were made. We note that as the drying temperature increases, there is a decrease in moisture content and water activity and dewatering the protein content and ash concentrated. The pH values attested to the good condition of the flour. However, the best drying temperature chosen was 60 ° C as degraded the least amount of omega 3 and 6, representing the best indication for human nutrition. The drying curves were done and the different temperatures showed the same rate of drying.

**Keywords:** Mussel *Perna perna*, Drying, Freeze, mussel meal.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pela vida, porque nela pude realizar mais este sonho.

A Prof. Dr<sup>a</sup>. Andrea Lima Schneider pela orientação, atenção, paciência e ajuda de sempre. E também a Prof. Dr<sup>a</sup>. Giannini Pasiznick Apati pela co-orientação do mesmo e atenção ao longo deste trabalho.

Ao projeto FARMEX, pelo apoio, a ajuda da professora Millena e das alunas Marilise, Joara e Adriane, muito obrigada por tudo.

Ao auxílio de todos os que trabalham pelos laboratórios de Biotecnologia da UNIVILLE em especial a Aline, pela sua atenção e disposição para ajudar.

Aos meus pais, avós, família e amigos que sempre incentivaram e valorizaram meu crescimento profissional e me apoiaram nesta caminhada.

E por último, porém não menos importante agradeço a todos que diretamente ou indiretamente me ajudaram na conclusão deste trabalho.

Meu muito obrigada.



A educação é um seguro para a vida e um passaporte para a eternidade... (Antonio Guijarro).

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mexilhão macho (branco-leitoso) e mexilhão fêmea (laranja).....	20
Figura 2: Anatomia externa do mexilhão <i>Perna perna</i> .....	21
Figura 3: Anatomia interna do mexilhão <i>Perna perna</i> .....	21
Figura 4: Processamento genérico de mexilhões.....	35
Figura 5: Curva de secagem típica em condições constantes de secagem; teor de umidade em função do tempo.....	40
Figura 6: Curva da taxa de secagem típica em condições constantes de secagem; taxa (velocidade) de secagem em função do teor de umidade.....	40
Figura 7: Secador de bandeja.....	44
Figura 8: Liofilizador de bancada .....	45
Figura 9: Mexilhão <i>Perna-perna</i> cultivado na região do Iperoba na Baía da Babitonga – São Francisco do Sul-SC.....	47
Figura 10: Mexilhões previamente cozidos, evidenciando a abertura da valva.....	48
Figura 11: Desconchamento manual do mexilhão.....	49
Figura 12: Farinha de mexilhão acondicionada em recipiente de vidro após processo de trituração.....	50
Figura 13: Fluxograma do processo de desenvolvimento da farinha de mexilhão.....	50
Figura 14: Esquema geral de análise para determinação de <i>Salmonella</i> .....	52
Figura 15: Esquema geral de análise para contagem de <i>Staphylococcus aureus</i> .....	53
Figura 16: Esquema geral de análise para contagem de Coliformes.....	54
Figura 17: Esquema do dispositivo experimental usado na secagem dos mexilhões.....	55
Figura 18: Equipamento utilizado na análise de Microscopia Eletrônica de Varredura.....	56

Figura 19: Análise de granulometria realizada no agitador de peneiras Bertel.....	57
Figura 20: Percentual de farinha retida nas peneiras de acordo com o processo de secagem e liofilização.....	65
Figura 21: Micrografias de MEV da farinha seca e liofilizada com aumento de 33x: a) 60 °C; b) 75 °C; c) 90 °C e d) Liofilizada.....	66
Figura 22: Curvas de secagem e velocidade de secagem dos mexilhões da espécie <i>Perna perna</i> , nas temperaturas de a) 60 °C, b) 75 °C e c) 90 °C.....	69

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição centesimal do mexilhão <i>Perna perna</i> .....	24
Tabela 2: Análise físico-químicas do mexilhão cozido, seco e liofilizado.....	59
Tabela 3: Valores das análises de Coliformes totais e fecais, <i>Staphylococcus</i> e <i>Salmonella</i> das amostras de farinha do mexilhão.....	62
Tabela 4: Tabela nutricional do mexilhão cozido, seco e liofilizado em base seca.....	66

## **LISTA DE SIMBOLOS E SIGLAS**

**ACARESC**- Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado de Santa Catarina

**ANVISA** - Agencia Nacional da Vigilância Sanitária

**AOAC** - Association of Official Analytical Chemists

**A<sub>w</sub>** - Atividade de água

**DHA** – Ácido docosahexaenóico

**EPA** – Ácido eicopentaenóico

**FAO** - Food and agriculture organization of the United Nations foundation

**IAL** - Instituto Adolfo Lutz

**LNA** – Ácido alfa-linolênico

**NMP** - Número mais provável

**RIISPOA** - Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal

**TECPAR** - Instituto de Tecnologia de Paraná

**UFC** - Unidade Formadora de Colônia

**UR<sub>ar</sub>** - Umidade Relativa do ar

## SUMÁRIO

<b>APROVAÇÃO</b> .....	3
<b>RESUMO</b> .....	4
<b>ABSTRACT</b> .....	5
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	8
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	10
<b>LISTA DE SÍMBOLOS E SIGLAS</b> .....	11
<b>SUMÁRIO</b> .....	12
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>1.OBJETIVO GERAL</b> .....	18
1.1 Objetivos específicos.....	18
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	19
2.1 Biologia dos mexilhões.....	19
2.2 Cadeia Produtiva do Mexilhão <i>Perna perna</i> .....	22
2.3 Aspectos nutricionais.....	23
2.4 Aspectos e características físico-químicas.....	25
2.5 Segurança microbiológica nos mexilhões.....	25
2.5.1 <i>Salmonella spp</i> .....	26
2.5.2 Coliformes totais e coliformes termotolerantes.....	27
2.5.3 <i>Staphylococcus coagulase positiva</i> .....	30
2.6 Importância econômica dos mexilhões.....	31
2.7 Conservação dos mexilhões.....	32
2.7.1 Beneficiamento dos mexilhões.....	32

	15
2.7.1.1 Cocção.....	32
2.7.1.2 Resfriamento/Congelamento.....	33
2.7.1.3 Esterilização.....	34
2.7.1.4 Armazenamento do mexilhão.....	34
2.7.1.5 Alimentos em conserva.....	36
2.8 Atividade de água (Aw) .....	37
2.9 Secagem.....	38
2.9.1 Cinética da Secagem.....	39
2.9.2 Secagem em estufa.....	41
2.9.3 Liofilização.....	42
2.9.4 Tipos de secadores.....	43
2.9.4.1 Secador de bandeja.....	43
2.9.4.2 Liofilizador.....	44
2.10 Alterações dos alimentos devido à desidratação.....	45
2.11 Microscopia eletrônica de varredura.....	46
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>47</b>
3.1 MATÉRIA-PRIMA.....	47
3.2 PROCESSAMENTO.....	47
3.2.1 Limpeza e preparo da amostra.....	47
3.2.2 Cozimento.....	47
3.2.3 Desconchamento.....	48
3.2.4 Secagem.....	49
3.2.4.1 Secagem em estufa.....	49
3.2.4.2 Liofilização.....	49

	16
3.2.5 Trituração e formação da farinha.....	49
3.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	51
3.3.1 Preparo da amostra.....	51
3.3.2 Presença de <i>Salmonella spp</i> .....	51
3.3.3 Presença de <i>Staphylococcus aureus</i> .....	52
3.3.4 Presença de Coliformes Totais e Fecais.....	53
3.4 CURVAS DE SECAGEM.....	54
3.5 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA.....	55
3.6 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	56
3.6.1 Umidade.....	56
3.6.2 Cinzas.....	56
3.6.3 pH.....	56
3.6.4 Atividade de água ( <i>A<sub>w</sub></i> ).....	57
3.6.5 Granulometria.....	57
3.7 ANÁLISE NUTRICIONAL.....	58
3.7.1 Lipídeos.....	58
3.7.2 Proteína.....	58
3.7.3 Carboidrato.....	58
3.7.4 Valor calórico.....	58
3.7.5 Teor de ômega 3 e 6.....	59
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>60</b>
4.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	60
4.2 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA FARINHA DO MEXILHÃO.....	63
4.2.1 <i>Salmonella spp</i> .....	64



	17
4.2.2 <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva.....	64
4.2.3 Coliformes totais e termotolerantes.....	64
4.3 ANÁLISES DOS ASPECTOS MORFOLÓGICOS E GRANULOMÉTRICOS.....	64
4.3.1 Granulometria.....	64
4.3.2 Microscopia eletrônica de varredura.....	66
4.4 ANÁLISE NUTRICIONAL.....	67
4.5 CURVAS DE SECAGEM.....	69
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO 01.....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXO 02.....</b>	<b>89</b>
<b>ANEXO 03.....</b>	<b>91</b>

## INTRODUÇÃO

A mitilicultura, criação racional dos mexilhões, é uma das formas mais produtivas que se conhece, principalmente pelos seguintes fatores: caráter filtrativo dos mexilhões, dispensando o fornecimento de ração suplementar, elevado índice de conversão alimentar, resultando em um rápido crescimento e elevada produtividade, baixo custo da mão-de-obra para o cultivo, facilidade de manejo e obtenção de mexilhões jovens para a utilização nas criações (MARQUES & PEREIRA, 1988).

Na aquicultura brasileira a participação de pescados na produção mundial vem aumentando. No ano de 1995 eram produzidas 45 mil toneladas, 7,1% da produção total e em 2007 essa produção aumentou para 27% ou 289 mil toneladas (IBAMA, 2007).

Santa Catarina responde por cerca de 95% da produção brasileira de moluscos marinhos, que necessitam das águas mais frias do Sul do país. Na safra 2013/14 (abril de 2013 a março de 2014), das 19,1 mil toneladas de moluscos produzidos, 85% foi mexilhões e 15% de ostras (EPAGRI, 2013).

Segundo Neto (2007), no estado de Santa Catarina, a cadeia produtiva do cultivo de moluscos envolve, direto e indiretamente, cerca de 8.000 pessoas, da produção e colheita ao beneficiamento e comercialização. Essas atividades são desenvolvidas em quase todo o litoral catarinense.

A comercialização dos mexilhões é feita pelo produtor ou por intermediários para mercados, peixarias, restaurantes e consumidores. O consumo do mexilhão sofre o efeito da sazonalidade (sendo maior nos meses de verão do que nos meses de inverno). Porém, a produção se mantém estável durante o ano inteiro. A produção de mexilhões do estado de Santa Catarina abastece, além do mercado local, mercados como Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (ANTONIOLLI, 1999; DE SOUZA *et al.*, 2009 *apud* LIMA, 2010).

No Brasil, geralmente o mexilhão é comercializado processado na forma de carne refrigerada ou congelada e em outros países, é encontrado também defumado ou enlatado (MARQUES, 1998).

Em Santa Catarina, o beneficiamento dos mexilhões é restrito devido à limitação na conservação do produto. No sistema de distribuição e comercialização destes moluscos

prevalece a venda dos mesmos *in natura* e cozido para o mercado local e mexilhões cozidos sem conchas resfriados são destinados para o mercado de outras regiões, como São Paulo e Rio de Janeiro (EPAGRI, 2011). Este fato identifica que a comercialização dos mexilhões *in natura* se limita ao seu local de cultivo, dificultando o transporte destes alimentos para outras regiões. Por ser extremamente perecível, a água que compõe a sua estrutura gera um ambiente favorável aos processos biológicos, bioquímicos e biofísicos que levam à sua degradação.

De acordo com Pacheco (2004), a industrialização do molusco em Santa Catarina ainda não é realizada. Até o momento o processamento dos mexilhões é realizado de forma artesanal, normalmente em ranchos, com estruturas improvisadas, sem condições mínimas de higiene que permitam assegurar a qualidade do produto. Ainda prevalece a venda do molusco *in natura* ou desconchado, nas proporções de 30 % a 70 %, respectivamente. Do desconchado, metade é vendida a granel e os outros 50 % são embalados em sacos plásticos.

Estudam-se outras técnicas de destinação e processamento destes moluscos. A farinha obtida de processamento de valvas de moluscos pode ser utilizada como matéria prima complementar em diversas áreas de serviços: fabricação de rações, adubos, compostos da indústria de construção, etc. As conchas do mexilhão têm sido eventualmente empregadas para elevar o pH dos solos agrícolas, como aditivos em rações, para fornecer cálcio e outros minerais nas dietas (OCKERMAN, 1994; ESPÍNDOLA FILHO, 1999).

O mexilhão também é fonte de nutrientes como proteínas, com baixo valor de gordura em sua carne, sendo esta altamente saborosa e presente como item alimentar em várias regiões litorâneas.

Devido ao grande interesse social e econômico do estado catarinense pelo cultivo do mexilhão buscou-se, neste trabalho, contribuir com o estudo de formas opcionais para a sua conservação e comercialização. A espécie escolhida é o mexilhão *Perna perna*, pois é a mais cultivada em todo litoral Catarinense. A desidratação foi o processo escolhido, seguido da trituração a fim de se obter um novo produto. Foi proposta a secagem em diferentes temperaturas e a liofilização. O produto foi comparado e avaliado quanto às suas características microbiológicas, físico-químicas e nutricionais.

## **1. OBJETIVO GERAL**

Processar o mexilhão por desidratação e moagem e avaliar o seu potencial para uso como fonte de nutrientes da alimentação humana.

### 1.1 Objetivos específicos

Avaliar a influência de diferentes temperaturas de secagem dos mexilhões para obtenção de farinha.

Avaliar o emprego do processo de liofilização como método de desidratação dos mexilhões.

Caracterizar as farinhas de mexilhões obtidas quanto aos aspectos físico-químicos, microbiológicos e nutricionais.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Biologia dos Mexilhões

Os mexilhões encontram-se amplamente distribuídos nas regiões tropicais e subtropicais dos Oceanos Atlântico, Índico e também, no Mediterrâneo (SIDDALL, 1980; HICKS *et al.*, 2002 *apud* SOUZA *et al.*, 2008).

A sua distribuição inclui Índia, Sri Lanka, Mar Vermelho, Madagascar e África do Sul. Na costa oeste da África, na Namíbia, Angola e Congo, reaparecendo no Marrocos, Estreito de Gibraltar e Golfo da Tunísia. Na costa atlântica da América do Sul é comumente encontrado nos costões rochosos do Uruguai, Brasil e Venezuela (KENSLEY & PENRITH, 1970; ACUÑA, 1977; MANDELLI & ACUNA, 1975; BERRY, 1978; FERNANDES, 1981; RIOS, 1994; SHAFEE, 1989; SIDDALL, 1980; SCHURINK & GRIFFITHS, 1991; GRANT *et al.*, 1992 *apud* SOUZA *et al.*, 2008).

No Brasil, a distribuição do mexilhão *Perna perna* vem sendo estudada desde o século XIX, quando Ihering (1897, 1900) registrou a ocorrência desta espécie do Rio de Janeiro até Santa Catarina. Em 1965, Klappenbach registra a expansão da distribuição desta espécie para o sul do Brasil, ocupando o litoral do Rio Grande do Sul (SOUZA *et al.*, 2008).

As “colônias” desses mexilhões, fixadas aos costões rochosos, são chamadas “bancos naturais”, constituindo um rico ecossistema que abrange não só os mexilhões, mas também um grande número de organismos vegetais e animais que vivem a eles associados, principalmente cracas, poliquetas, anfípodes, pequenos caranguejos e gastrópodes, bem como algas verdes, pardas e vermelhas. A maior concentração dos mexilhões ocorre na parte inferior da região entre marés, até um metro de profundidade, região do banco natural em que o recrutamento (fixação de indivíduos jovens) é mais intenso (MARQUES, 1998 *apud* CASARINI & HENRIQUES, 2011).

O termo mexilhão é comumente utilizado na denominação de diversas espécies de bivalves pertencentes à família Mytilidae, sendo mais aplicados aquelas que, pelo seu sabor e conteúdo de carne, são empregadas em larga escala na alimentação humana representando fonte de proteína animal de baixo custo e de alto valor nutricional (CARMO, COSTA & SIQUEIRA, 1984 *apud* CASARINI & HENRIQUES, 2011).

O mexilhão *Perna perna* é uma espécie dióica, ou seja, possui sexos separados (macho e fêmea). Os machos liberam espermatozóides e as fêmeas oócitos (MAGALHÃES & FERREIRA, 2004 *apud* CAMPUZANO, 2012).

Segundo Klappenbach 1965, a valva do mexilhão *Perna perna* pode atingir até 140 mm de comprimento. Popularmente recebe vários nomes, como mexilhão, marisco das pedras, marisco preto. Não apresenta dimorfismo sexual externo. Os machos podem ser distinguidos das fêmeas, internamente quando estão sexualmente maduros, pela coloração branca das gônadas, enquanto que nas fêmeas a coloração é alaranjada.

A reprodução do mexilhão ocorre por fecundação em ambiente aquático, dos gametas masculino e feminino. No manto estão distribuídas as glândulas sexuais ou folículos, que abrigam os óvulos e os espermatozóides produzidos pelas gônadas. A reprodução dos mexilhões ocorre praticamente durante o ano todo, com algumas variações. Os mexilhões da espécie *Perna perna* iniciam sua maturação sexual com dois a três centímetros de comprimento (MARQUES, 1998 *apud* LIMA, 2010).

Os pigmentos que compõem a cor final do mexilhão também são dependentes da sua fase gametogênica. A presença de alguns pigmentos nos mexilhões é conhecida há mais de cem anos, como a clorofila, que pode existir nos órgãos, vísceras e gônadas de bivalves (SOUZA *et al.*, 2008). Os carotenóides são pigmentos que prevalecem nas fêmeas, por isso a diferença de coloração em relação aos machos. A cor desses moluscos acaba sendo influenciada pelo metabolismo, seja para a reprodução (gametogênese) ou, após sua morte, por reações deteriorantes, decorrentes de ação microbiana (MARQUES, 1998 *apud* LIMA 2010). A Figura 1 mostra o mexilhão *Perna perna* macho e fêmea, respectivamente.



Figura 1: Mexilhão macho (branco-leitoso) e mexilhão fêmea (laranja).

Fonte: Lima, 2010

As principais estruturas que compõem a anatomia interna do mexilhão são: o manto, as lâminas branquiais, o pé e o bisso. O manto é composto por lâminas epiteliais que formam

as cavidades do animal e servem como abrigo aos outros órgãos, encobrindo-os. A função das lâminas branquiais é de efetuar a respiração, na absorção de oxigênio e seleção das partículas alimentares a serem absorvidas. O pé é usado para a locomoção do mexilhão quando ocorre desprendimento do animal do substrato (MARQUES, 1998). O bisso tem a função de possibilitar a fixação do mesmo às superfícies. A estrutura é formada por uma substância protéica, secretada por um conjunto de glândulas no interior do pé do mexilhão, que entra em contato com um produto de glândulas de fenol e a própria água do mar, e é polimerizado. O bisso é primeiramente filamentososo, como algas, para depois, ocorrer uma fixação secundária a um substrato rígido (FERREIRA & MAGALHÃES, 1997). A Figura 2 e 3 mostra a anatomia interna e externa do mexilhão.

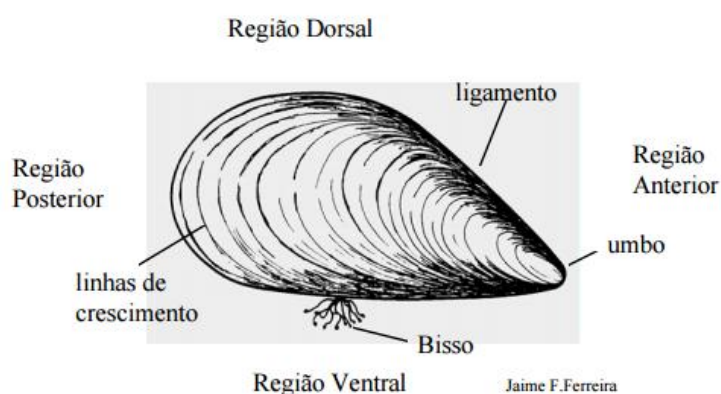


Figura 2: Anatomia externa do mexilhão *Perna perna*.

Fonte: Ferreira & Magalhães, 1997

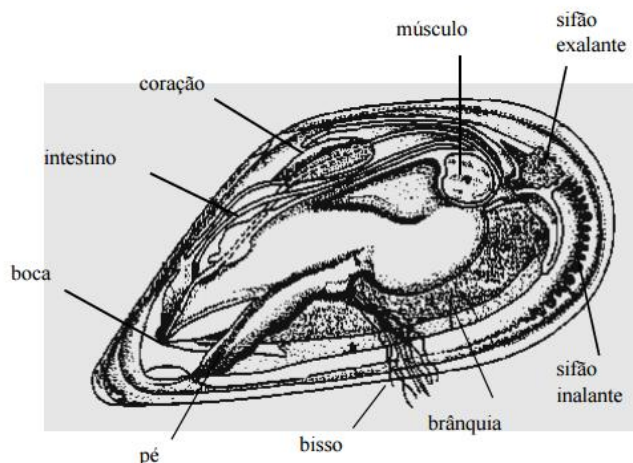


Figura 3: Anatomia interna do mexilhão *Perna perna*.

Fonte: Ferreira & Magalhães, 1997

Pesquisas foram desenvolvidas por Siddall (1980), Romero & Moreira (1981), Siddall (1982) e Tan (1997), mostram a influência da variação da salinidade na reprodução e desenvolvimento larval dos mexilhões *Perna perna* e *Perna viridis*.

Os autores Rupert & Barnes (1996) afirmam que existem mais de 50.000 espécies de moluscos vivos descritas, sendo a classe bivalve a mais abundante. Os moluscos bivalves possuem valvas formadas por carbonato de cálcio, unidas por um músculo adutor que permite a movimentação. Esse músculo é responsável por abrir e fechar a concha (RIBEIRO-COSTA, 2002; RUPPERT & BARNES, 1996), para fins de alimentação e respiração (LUDORFF; MEYER, 1973).

Os bivalves se alimentam por filtração de água graças ao movimento ciliar das células das brânquias, sendo o fitoplâncton o principal constituinte da sua dieta (FERREIRA; MAGALHÃES, 1997).

Com o processo de seleção de partículas alimentares, principalmente em função do tamanho das partículas, esses animais acabam por ingerir detritos orgânicos e inorgânicos juntamente com a alimentação (FERREIRA & MAGALHÃES, 1997). A alimentação destes animais é um processo contínuo, só interrompido quando os indivíduos são expostos ao ar ou submetidos a qualquer outra condição ambiental desfavorável, como baixa salinidade ou reduzidos teores de oxigênio dissolvido na água (MARQUES, 1998).

## 2.2 Cadeia Produtiva do mexilhão *Perna perna*

A produção do mexilhão *Perna perna* tem crescido nas últimas décadas, com uma média de 10% ao ano. Em relação à produção total da aquicultura, 24% correspondem à produção de moluscos, onde os mexilhões ocupam 13,3 % dessa produção (SALÁN *et al.*, 2008). A expansão da produção é atribuída ao baixo custo das instalações, à facilidade de manejo e localização dos cultivos no mar (CORDEIRO *et al.*, 2007).

Segundo TAVARES *et al.*, (1998), ocorre variação na carne do mexilhão durante o ano devido à composição do fitoplâncton, que serve como alimento, na região de cultivo, o que proporciona alguma diferença no tamanho e também nos valores de sua composição centesimal. O rendimento da carne para mexilhões de cultivo é maior do que de estoques naturais, devido ao fato dos mexilhões de cultivo estarem sempre submersos, tendo assim sua capacidade de respiração e filtração potencializadas. Nos estoques naturais, as variações de maré tornam o acesso do mexilhão aos nutrientes inconstante (FERREIRA &



MAGALHÃES, 1997). Assim, os animais passam por ausência de alimentação, com consequente queda no metabolismo. (MARQUES, 1998).

Os bivalves marinhos constituem estoques naturais de recursos renováveis que dependem de todo um ecossistema em equilíbrio para sua reprodução e desenvolvimento. A grande maioria dos bivalves comercializados no Brasil ainda é proveniente de bancos naturais, porém, em algumas regiões, o cultivo de algumas espécies, como o mexilhão *Perna perna*, tem alcançado expressiva importância econômica (MARQUES, 1998).

A eficiência do cultivo do mexilhão *Perna perna*, como dito anteriormente é influenciada por diversos fatores, tais como a temperatura, a salinidade, a circulação da água, a densidade dos indivíduos (GALVÃO *et al.*, 2006).

Hutchins (1947) verificou que toda a área de distribuição de espécies é delimitada por estes fatores. Os mesmo podem ser físicos (continentes, grandes distâncias, grandes profundidades) ou ecológicos (fatores bióticos e abióticos). Dentre os fatores bióticos, pode-se destacar: alimentação, predadores, competidores, parasitas (todos interagindo ao mesmo tempo).

O mexilhão é resistente às variações ambientais de temperatura (espécie auritérmica) e salinidade (espécie eurihalina), possui também uma grande capacidade de reprodução e adaptação (LEITE, 2007). Segundo Ferreira & Magalhães (2003), o mexilhão *Perna perna* tem a capacidade de resistir a uma ampla variação de salinidade, sobrevivendo a variações abaixo de 19‰ e acima de 49‰, sendo a sua faixa ótima de 34 a 36‰. Quanto à temperatura, tem a capacidade de suportar variações de 5 a 30°C sendo sua faixa ótima de 21 a 28°C.

### 2.3 Aspectos nutricionais

Os mexilhões por possuírem ampla distribuição geográfica, serem organismos dominantes e de bom crescimento representam uma importante fonte de alimento em muitas partes do mundo (RESGALLA Jr. *et al.*, 2008).

O mexilhão é chamado como ostra de pobre, sendo consumido cru ou cozido. Quando cozido é muito apreciado como um quitute já consagrado: mexilhão ao vinagrete (SANTOS, 1982).

A composição química do mexilhão (Tabela 1) varia com o sexo e a fase do ciclo reprodutivo em que os indivíduos se encontram. O mexilhão fresco é constituído por 10 % de

proteína, 3,5% por carboidratos e 1,5% por lipídeos sendo considerado um alimento de excelente qualidade nutricional (RESGALLA Jr. *et al.*, 2008).

O mexilhão é rico em minerais, como selênio, cálcio, ferro, magnésio, fósforo e vitaminas A, B1, B2, B6, B12 e C. O conteúdo lipídico dos mexilhões é rico em ácidos graxos poliinsaturados, correspondente a 37- 48 % dos lipídeos totais. O que contribui para que este produto seja considerado saudável são as proporções das gorduras saturadas, monosaturadas e poliinsaturadas (ORBAN *et al.*, 2002 *apud* CAGLAK; CAKLI; KILINC, 2008).

Tabela 1: Composição centesimal do mexilhão *Perna perna in natura*.

Fonte: Ludorff & Meyer, 1973 *apud* Lima, 2010

<b>Componente</b>	<b>Valor</b>
Kcal / kJ em 100 g	13/ 53,8
Fração comestível (%)	18
Água (g) 100 g	83
Proteína (g) 100 g	10
Gordura (g) 100 g	1,3
Sais minerais (g) 100 g	1,7

Os lipídeos do pescado constituem a fonte alimentar mais concentrada em ácidos poliinsaturados de cadeia longa da série ômega 3, ( $\omega$ -3), derivados do ácido linolênico, especificamente os ácidos eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA). São encontrados principalmente nas espécies marinhas, porém podem ocorrer em espécies de água doce, criados em cativeiro, quando submetidos a uma dieta balanceada que contenha óleo de pescado com alto nível de ômega-3 e, assim, agregando valor de mercado ao pescado ainda *in natura* (CONTRERAS, 1994).

A atividade de água tem sido um parâmetro importante para garantir a estabilidade de alimentos e controlar o crescimento de micro-organismos deterioradores e causadores de intoxicação e infecção alimentar. O controle da água livre nos alimentos visa tornar o alimento estável perante a deterioração microbiana, pois os micro-organismos são dependentes da disponibilidade de água para seu desenvolvimento. O valor alto de atividade de água ( $a_w > 0,95$ ) do mexilhão o torna um substrato ideal para os microrganismos, combinados com a presença de ácidos amino livres, dos níveis de glicogênio e pH alto (6,7 a 7,1) (CAGLAK; CAKLI; KILINC, 2008).

O mexilhão é um produto que apresenta uma variação sazonal no que se refere à composição de sua carne. O valor calórico do mexilhão é comparado ao de peixes magros, sendo de 80 kcal/100 g. O carboidrato presente no mexilhão é o glicogênio, que varia de 1 a 7 % de sua composição. O valor protéico médio de mariscos é de 13 % (CORDEIRO *et al.*, 2007). Os mexilhões estão incluídos no grupo do pescado que apresenta baixo valor calórico, além de baixos teores de lipídeos e proteínas. Em compensação, apresenta um teor elevado de glicogênio (BEIRÃO, 2000 *apud* CORDEIRO, 2005).

#### 2.4 Aspectos e características físico-químicas

A água é o componente existente em maior proporção na carne de pescado e de moluscos, com valores em torno de 75 a 80 %. Os teores de água elevados potencializam a ação de agentes de deterioração e por isso a participação da água deve ser reduzida como método de conservação. O teor de cinzas em mexilhão é de 1 a 2% (KAI, M & RUIVO, U. 1988).

O valor do pH do mexilhão é semelhante aos demais produtos de pescado, com valores próximos de 5 a 7. O mexilhão, como os demais tipos de pescado, é um produto de baixa acidez (LIMA, 2010).

Os valores de pH estabelecidos pelo RIISPOA – Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de produtos de Origem Animal - não contemplam especificamente os mexilhões, mas aplicam-se os limites estipulados para pescado, cujo pH para carne externa é de 6,8 e para a interna, inferior a 6,5. Os dados de pH não são suficientes para determinar o frescor, de forma que outras análises complementam as condições físico-químicas do produto (FURLAN *et al.*, 2007).

As condições de armazenamento do mexilhão interferem nos valores de pH do produto. A realização de estudos específicos para o pH dos moluscos bivalves é essencial, pois os valores de referência até então utilizados são para pescado, e os mexilhões possuem composição centesimal diversificada, o que pode acarretar decomposição e alteração do pH de forma diferente do pescado (GALVÃO *et al.*, 2006).

#### 2.5 Segurança microbiológica nos mexilhões

A segurança microbiológica de produtos crus depende do controle desenvolvido durante a produção, preparação, armazenamento e a comercialização. Produtos de origem animal estão sujeitos à contaminação microbiana a partir de várias fontes como por meio da

água e de manipuladores. O conhecimento das prováveis fontes de contaminação é fundamental para controle de produtos crus (RIEDEL, 1992).

Os agentes etiológicos de doenças transmitidos pelo pescado são causadas por agentes biológicos, químicos e físicos. Bactérias, vírus e parasitas patogênicos são os agentes patogênicos biológicos. As bactérias podem ser associadas ao ambiente aquático habitado pelo pescado, como os víbrios (*V. parahaemolyticus*, *V. cholerae*), *Listeria spp.*, *Clostridium botulinum*, ou associados a contaminação como *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Escherichia coli* e o *Staphylococcus aureus* (SANTOS, 2010).

Os microrganismos causadores de doenças alimentares são divididos em dois grupos: infecciosos como a *Salmonella spp.* e *E. coli*; e intoxicantes como *S. aureus* (FORSYTHE, 2002).

### 2.5.1 *Salmonella spp*

A *Samonella spp.* é um importante patógeno que se pode transmitir tanto por humanos como por animais. Pode ser encontrada em águas marinhas altamente poluídas e as amostras do pescado podem continuar positivas até 30 dias após a contaminação inicial (MOLINS, 2001).

*Salmonella spp.* consiste de bastonetes curtos, retos, Gram-negativos com 0,7 a 1,5 µm de diâmetro e 2,0 a 5,0 µm de comprimento, não formadores de esporos e são fermentadores de glicose produzindo ácido e gás. A maioria das espécies é móvel, com flagelos peritríquos. O gênero dessas bactérias pertence à família *Enterobacteriaceae*. Anaeróbios facultativos. Geralmente, formam colônias com 2-4 mm de diâmetro. Infetam o homem e a maioria dos animais domésticos e selvagens, e quando estão presentes em ambientes, água potável e alimentos, deve-se a contaminação por fezes de indivíduos portadores. No homem causa gastroenterite e a febre tifóide (FORSYTHE, 2002; GARRITY, 2005; JAY, 2005; TRABULSI & ALTERTHUM, 2008).

As salmonelas são bastante resistentes ao calor, à desidratação e se multiplicam em baixas temperaturas. São mesofílicas, crescendo em temperaturas de 5 a 47 °C (ótimo: 37 °C) e a mínima é de cerca de 5°C, como não formam esporos são relativamente termossensíveis podendo ser destruídos a 60°C por 15 a 20 min. Crescem em pH maior do que 4.9 (*Salmonella typhi* e *Salmonella paratyphi*) ou maior do que 4,0 (outras salmonelas causadoras de doenças veiculadas por alimentos). A atividade de água mínima necessária para o seu crescimento é de 0,95 (RIEDEL, 1992; FORSYTHE, 2002; WHO, 2008).

O habitat primário da *Salmonella spp.* é o trato intestinal dos animais, porém pode ser encontrada em outras partes do corpo. Como forma intestinal é excretada nas fezes podendo ser encontrada também em águas principalmente poluídas. Ao consumir água contaminada ou alimento a pessoa infectada novamente elimina bactérias pelas fezes formando um ciclo. Um animal ou pessoa pode ser portador excretando frequentemente *Salmonella spp.* em suas fezes sem apresentar qualquer sinal ou sintomas da doença (JAY, 2005).

Os programas de saneamento dos moluscos são baseados na presença de organismos indicadores, todavia, em caso de surto por enfermidade causada por patógenos, faz-se pesquisa de *Salmonella spp.* entre outros microrganismos (CODEX ALIMENTARIUS, 2010).

Estudos mostraram que os mariscos da costa da Florida apresentaram em 43% das amostras com *Salmonella*, apresentando maior capacidade de reter *S. typhimurium* do que *E. coli* (JAY, 2005).

Mohamed Hatha e Lakshmanaperumalsamy (1997) analisaram 730 amostras de peixe e 276 de crustáceos em mercado de peixe no sul da Índia e encontraram *Salmonella* em 14,25% das amostras de peixe e 17,39% nas amostras de crustáceo.

No litoral do Paraná, amostras de ostras (*Crassostrea spp.*) foram coletadas em diferentes pontos, não foi identificada a presença de *Salmonella* (FARIAS, 2008).

O padrão da legislação brasileira (BRASIL, 2001a) é ausência de *Salmonella spp.* em 25 g de amostra para moluscos bivalves *in natura*.

O limite infeccioso indicado pela FAO (1997) é de  $10^2$  UFC de *Salmonella spp.* nas 25 g de amostra.

### 2.5.2 Coliformes totais e coliformes termotolerantes

Coliformes totais e fecais são considerados microrganismos indicadores de contaminação fecal, cuja presença indica a possibilidade de patógenos entéricos (FORSYTHE, 2002).

As enterobactérias são bacilos Gram-negativos, anaeróbios facultativos, reduzem nitrato a nitrito, fermentam glicose e são oxidase-negativas (FORSYTHE, 2002; TRABULSI; ALTERTHUM, 2008).

Bastonetes retos, Gram-negativos, não formadoras de esporos e usualmente móveis por meio de flagelos peritríquios (GARRITY, 2005).

O grupo de coliformes inclui espécies do gênero *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*; e é característica de organismos que crescem no trato gastrointestinal do homem e animais de sangue quente, sua presença indica contaminação fecal (FRANCO, 2002; VIEIRA, 2004). O grupo é capaz de fermentar a lactose com produção de gás quando incubados a 35 - 37°C por 48h. A presença de coliforme total no alimento não indica, necessariamente, contaminação fecal, pois podem estar presentes no solo ou em vegetais (JAY, 2005).

A presença de bactérias do grupo coliforme em moluscos bivalves é mundialmente detectada, pois as zonas costeiras, locais ideais para reprodução e crescimentos desses animais, geralmente são onde há escoamento de esgoto e desembocadura de rios trazendo contaminantes biológicos entre eles de origem fecal (EPAGRI, 1994).

*E. coli* é a principal bactéria representante do grupo de coliformes fecais. Por isso, é considerada a indicadora mais específica de contaminação fecal e da eventual presença de organismos patogênicos e pertencentes às enterobacterias. (FRANCO, 2002; VIEIRA, 2004).

Embora não seja patogênica, algumas cepas podem causar sérios danos, no Japão ocorreu um surto causado por ingestão de ovas de salmão salgado contaminadas por EHEC O157 em 1998; e no mesmo ano nos Estados Unidos da América foi registrado um surto por EAEC (*E. coli enteroagregativa*) por consumo de camarão (VIEIRA, 2004).

Bactérias mesofílicas crescendo de 7 a 10 °C até 50 °C, com crescimento ótimo em 37 °C, mas são capazes de fermentar lactose mesmo a 44 - 45,5°C (FRANCO; LANDGRAF, 1996; VIEIRA, 2004). A atividade mínima de água necessária para o seu crescimento é igual a 0,95 e a faixa de pH deve se situar entre 4,4 e 8,5 (WHO, 2008).

Por não fazer parte da microbiota do pescado, a presença de *E. coli* está associada à contaminação fecal da água do local de cultivo. Quando presente em peixes e outros organismos marinhos estabelecem-se na sua superfície e trato intestinal (VIEIRA, 2004).

Como medida de controlar o risco é muito importante a identificação e a vigilância de zonas de cultivo e inocuidade dos moluscos bivalves. A identificação, classificação e vigilância dessas áreas é tarefa de autoridades competentes que normalmente utilizam a análise de *E. coli* como indicador de contaminação fecal e identificação de biotoxinas com frequência determinada.

Geralmente amostras de água de cultivo e carne de moluscos são monitoradas quanto ao número de coliformes totais e fecais, para determinar o grau da contaminação fecal (CODEX ALIMENTARIUS, 2010).

Coliformes totais e coliformes fecais (*E. coli*) são consideradas bactérias indicadoras de contaminação fecal do ambiente pelo Codex Alimentarius (2010), no caso de cultivo de moluscos bivalves, da água onde são cultivados. Este órgão recomenda que sejam feitas análises periódicas de toda água de cultivo e carne dos moluscos para monitorar a presença dessas bactérias (FAO, 2009).

*E. coli* pode se manter cultivável em moluscos, porém não em água do mar exposta a luz solar, ocasionando diferença entre a contagem bacteriana da água do mar comparada à da carne de molusco. Observam-se com frequência contagens altas de coliformes fecais em moluscos, mesmo quando a contagem na água do mar não indica restrições de coleta de moluscos (VIEIRA, 2004). Sendo assim, a determinação de coliformes de origem fecal na carne do molusco para avaliar a qualidade do produto, apresenta maiores possibilidades como padrão de normatização no cultivo, do que a análise de água (MACHADO *et al.*, 2001).

Foi pesquisada a presença de coliformes totais e fecais em amostras de ostras (*Crassostrea spp.*) coletadas em diferentes pontos do litoral do Paraná com destaque para a Baía de Guaratuba. Em todos os pontos foi detectada a presença de coliformes totais variando de 25 a 100% das amostras analisadas, enquanto que somente na metade dos pontos foi identificada *E. coli* variando entre 33% e 67% das amostras (FARIAS, 2008).

Segundo o Codex Alimentarius (2010b), moluscos bivalves vivos ou crus têm como padrão microbiológico para *E. coli* de menos de 230 NMP/g. Enquanto o ICMSF (2010) determina um padrão mais rigoroso de no máximo 16 NMP/g.

Amostras de ostras foram analisadas quanto à quantidade de *E. coli* em diferentes pontos e obtiveram valores máximos entre 1176, 276 NMP/g no ponto interno e 413,576 NMP/g no ponto externo da Baía de Guaratuba, PR (FORCELINI, 2009).

Amostras de ostras, proveniente de duas barracas da Praia do Futuro em Fortaleza, foram analisadas quanto à quantificação de coliformes fecais, foram encontrados valores entre 3 e 110000 NMP/g (MORELLI, 2003).

Forcelini (2009) observou que a quantidade de *E. coli* nas ostras tende a zero entre 168 e 192 h de depuração Ni e Huang (1985) determinaram o número de coliformes fecais e totais em seis espécies de bivalves marinhos de seis estações de Hong Kong e observaram que

existe uma relação íntima entre o número de coliformes fecais na água do mar e nos bivalves. Na mesma espécie de bivalve, o número de coliformes variou de acordo com o nível da maré e com o tamanho do animal.

A dose infectante estimada para *E. coli* é de  $10^6$  a  $10^7$  UFC/g (FORSYTHE, 2002).

### 2.5.3 *Staphylococcus coagulase* positiva

Bactérias pertencentes à família *Staphylococaceae*. Cocos, Gram-positivos, não formadoras de esporos e imóveis. Podem se apresentar isolados, em grupos de duas, de quatro ou, mais comumente em grupos maiores em forma de “cachos de uva”. Anaeróbios facultativos com maior crescimento em aerobiose ((FRANCO; LANGRAF, 1996).

São mesofílicas, podendo crescer em temperaturas entre 7 e 48°C, sendo a temperatura ótima de 37 °C. Crescem em faixa de pH entre 4,0 e 9,3, com faixa de pH ótima entre 7,0 e 7,5. A atividade de água mínima necessária para o seu crescimento é 0,83 (WHO, 2008). Estas bactérias são halotolerantes, podendo resistir a concentrações de 10 a 20% de NaCl presente em alimentos (FRANCO; LANGRAF, 1996). Produzem enterotoxinas (também produzidas por *S. intermedius* e *S. hyicus*) em temperaturas entre 10 e 46 °C, com ótimo entre 40 e 45 °C. Esta produção é mínima em pH menor que 6 e nula em atividade de água menor que 0,86. (WHO, 2008).

O gênero *Staphylococcus* é composto por 31 espécies e 17 sub-espécies, as espécies que se destacam como patógenos potenciais são *S. aureus*, *S. intermedius*, *S. delphini*, *S. schleiferi subsp. coagulans* e várias espécies de *S. hyicus*, sendo *S. aureus* a mais importante (VIEIRA, 2004).

Tem como habitat o ar, a poeira, o esgoto, a água, o leite e os alimentos, as superfícies expostas ao ambiente, os seres humanos e os animais. O homem e os animais são os principais reservatórios (FORSYTHE, 2002). Na água do mar a estabilidade do gênero e a habilidade de adaptação a diferentes ambientes ainda não se encontra bem definidos. A presença de *S. aureus* no ambiente marinho tem sido relacionada ao número de banhistas, podendo ser considerado um indicador de poluição causada pelo homem (VIEIRA, 2004).

Os *Staphylococcus* são divididos em duas categorias, coagulase positivos e coagulase negativos, que se baseia na capacidade de coagular o plasma. Esta propriedade é importante marcador de patogenicidade (VIEIRA, 2004).



Podem ser destruídos pelo calor, porém sua toxina enterotóxica, é termorresistente (RIEDEL, 1992).

Espécies de estafilococos coagulase negativas são capazes de produzir enterotoxinas, mas quando produzem nuclease são termossensíveis. A prática de pesquisa de estafilococos coagulase positiva em alimentos leva a estimativas inferiores da real prevalência de linhagens produtoras de enterotoxinas (JAY, 2005).

*S. aureus* crescem em meios sem sal, porém são capazes de se multiplicar em concentrações de 7 a 10% de NaCl e algumas linhagens podem crescer até 20% de NaCl, dependendo de outros parâmetros como temperatura, pH, atividade de água ( $a_w$ ) e potencial de oxi-redução (Eh). Em relação ao pH, o *S. aureus* pode se multiplicar na faixa entre 4,0 e 9,8, sendo ótima entre 6,0 e 7,0. Em adicional, os estafilococos são organismos capazes de crescer em valores de  $a_w$  menores do que outras bactérias não halofílicas chegando a valores de 0,83 em condições ideais (JAY, 2005). As enterotoxinas podem ser produzidas na faixa de temperatura entre 10 a 46°C (VIEIRA, 2004).

Apresenta resistência ao estresse ambiental, fator que potencializa sua patogenicidade e possibilita sua sobrevivência em alimentos de origem marinha (BEIRÃO *et al.*, 2000).

Os fatores mais frequentemente associados a surtos por ingestão de alimento contaminado por enterotoxinas são: refrigeração inadequada, alimento preparado com muita antecedência, falhas na higiene de manipuladores infectados, cozimento ou processamento inadequado, alimentos mantidos sob aquecimento em temperaturas que favorecem o crescimento microbiano (JAY, 2005).

O consumo de bivalves é registrado como responsável por inúmeros surtos epidêmicos, respondendo diretamente por problemas na Saúde Coletiva, principalmente quando estes moluscos são ingeridos crus ou mal cozidos e a qualidade sanitária do ambiente aquático onde os moluscos foram capturados estiver comprometida (JOSÉ, 1996).

## 2.6 Importância econômica dos mexilhões

A grande maioria dos mexilhões da espécie *Perna perna*, comercializados no Brasil, são oriundos de bancos naturais, porém na última década a mitilicultura vem se expandindo, com reflexos positivos na economia regional. No entanto, um dos principais entraves à consolidação dessa atividade é a obtenção de sementes, que são extraídas dos bancos naturais para dar início aos cultivos. A maior desvantagem do processo de extração reside na dificuldade cada vez maior de se encontrar bancos naturais com sementes em abundância, já

que os mesmos se encontram muito explorados, principalmente aqueles de fácil acesso. Em alguns locais, como no litoral da região de Cabo Frio (RJ), a recuperação dos bancos é muito rápida, devido às condições ambientais favoráveis, principalmente em função do fenômeno da ressurgência que, fornecendo maior quantidade de alimento, permite que os mexilhões, tanto sementes como indivíduos adultos, sejam extraídos em grandes quantidades (FERNANDES,1981).

O cultivo de mexilhões é uma atividade que teve início na França, há mais de 700 anos, porém no Brasil essa atividade vem sendo desenvolvida com finalidade comercial apenas nas últimas décadas (TAVARES *et al.*, 1998).

No Estado de Santa Catarina, o cultivo de mexilhões na forma comercial iniciou-se no final da década de 80, com desenvolvimento da tecnologia de cultivo para as comunidades pesqueiras, realizada pela Universidade Federal de Santa Catarina e órgãos estaduais, como o EPAGRI e ACARESC (LCMM *apud* SCALICE, 2003)

## 2.7 Conservação dos mexilhões

Segundo Tribuzi (2013), no Brasil, os mexilhões são comercializados principalmente frescos, cozidos e desconchados, mantidos sob refrigeração. Isso dificulta uma ampla difusão deste produto no mercado nacional, em virtude da necessidade de transporte rápido e refrigerado. Dessa forma, a comercialização do produto é concentrada nas áreas próximas às áreas de produção, tornando o produto muito pouco consumido no interior do país.

### 2.7.1 Beneficiamento dos mexilhões

#### 2.7.1.1 Cocção

Os mexilhões são coletados e transportados ainda vivos, com as valvas fechadas. O primeiro requisito é a procedência de águas limpas e que estejam isentos de microrganismos patogênicos (LUDORFF & MEYER, 1973).

O beneficiamento do mexilhão inicia-se com a cocção, que permite a retirada das conchas e a ligeira pasteurização da carne. Após lavagem, o mexilhão é cozido durante 6 minutos na água em ebulição ou no vapor a 100°C, ou por 4 minutos em vapor a 115°C. Uma vez cozido e descascado, a carne pode ser resfriada e empacotada para ser comercializada ou destinada à industrialização (ESPÍNOLA e DIAS, 1980).

No processo de cocção, ocorre o enfraquecimento do músculo adutor que mantém a concha fechada. Assim, a temperatura mais alta supera a força que mantém tensos os

músculos adutores e as valvas são separadas e a carne pode ser extraída com facilidade. Em alguns casos, a membrana exterior do manto ou os sífões são eliminados, quando os moluscos são oriundos de regiões arenosas e estavam enterrados (LUDORFF; MEYER, 1973). A abertura das valvas não significa o término da cocção, pois a abertura dos bivalves ocorre em seguida ao contato com o calor, o que não é suficiente para a eliminação dos microrganismos (WOOD, 1979).

A cocção além de facilitar a extração da carne dos moluscos, serve como o tratamento térmico dado ao produto com a finalidade de reduzir a carga microbiana e inibir o crescimento de bactérias, parasitas e vírus patológicos ao homem. O tempo de exposição ao calor úmido é variável conforme o tamanho, velocidade de penetração do calor e condições de aquecimento (ANTONIOLLI, 1999).

Conforme Silva Jr. (1995), a temperatura ideal no interior do alimento durante a cocção é de 74 °C por 5 minutos ou 65 °C por 10 minutos, considerando as condições mais críticas de contaminação, desde a recepção até o consumo.

#### 2.7.1.2 Resfriamento/Congelamento

O uso do resfriamento como método de preservação de alimentos retarda a ação de agentes deteriorantes e diminui as reações químicas. Porém, a qualidade da matéria-prima é de fundamental importância para a obtenção de produto com alta qualidade (CARNEIRO, 1999).

O congelamento permite a conservação dos alimentos por longo período, inclusive aqueles com alta atividade de água. O tempo de congelamento a -35°C por 5h caracteriza o congelamento rápido e ideal para manter a textura e a qualidade do alimento, pois quando congelado lentamente a -18°C parte da água se manterá líquida e diminuirá o seu tempo de vida útil para 6 meses. Uma vez congelados, os produtos devem ser mantidos em temperatura entre -18 a -20°C, aproximadamente, até o momento de sua utilização pelo consumidor. Assim, não deve ocorrer nenhuma quebra na cadeia de frio durante o transporte, armazenamento nos pontos de venda e na residência do consumidor. A vida útil desses produtos supera 12 meses, quando mantidos em câmaras a -35°C (FURTADO, 2000).

O congelamento a -5 °C permite que 70 a 75% da água do pescado congele, sendo a água restante congelada abaixo de -5 °C. Assim, mesmo a -40°C ainda resta 9% da água em estado líquido. O produto a -5 °C pode ser considerado congelado, mas ainda é necessário

reduzir sua temperatura até valor próximo da temperatura da câmara de estocagem (entre  $-18^{\circ}\text{C}$  e  $-30^{\circ}\text{C}$ ) (CONTRERAS-GUZMAN,1982).

No caso dos pescados, temperaturas próximas de  $-3^{\circ}\text{C}$  cessa a multiplicação de algumas bactérias e leveduras. Os microrganismos que poderiam deteriorar o pescado não se desenvolvem abaixo de  $-10^{\circ}\text{C}$ , o crescimento da maioria dos microrganismos é bloqueado a  $-12^{\circ}\text{C}$  e cerca de 90% da água de constituição do pescado encontra-se congelada a  $-20^{\circ}\text{C}$  (CLUCAS, 1981; GEROMEL e FORSTER, 1982).

O mexilhão cozido e desconchado é submetido ao resfriamento, para reduzir a velocidade das transformações microbianas e bioquímicas, prolongando sua vida útil. A refrigeração evita o crescimento de diversos grupos de microrganismos, como os termófilos ( $35^{\circ}\text{C}$  a  $55^{\circ}\text{C}$ ) e mesófilos ( $10^{\circ}\text{C}$  a  $40^{\circ}\text{C}$ ). O grupo capaz de interferir nos alimentos sob refrigeração são os psicotróficos ( $-5^{\circ}\text{C}$  a  $15^{\circ}\text{C}$ ). O uso de temperaturas mais baixas de refrigeração (abaixo de  $5^{\circ}\text{C}$ ) retarda a alteração microbiana e evita o crescimento de patógenos (FELLOWS, 1994). Dependendo do processo de manipulação, a vida útil de mexilhões refrigerados é de 6 a 7 dias (CAGLAK; CAKLI; KILINC, 2008).

#### 2.7.1.3 Esterilização

A esterilização é um tratamento térmico em que o alimento é aquecido a uma temperatura relativamente elevada durante um tempo suficiente para a destruição de microrganismos e inativação das enzimas capazes de deteriorar o produto durante o armazenamento (SILVA, 2000). Esterilização tem como objetivo destruir os microrganismos presentes, esporulados ou não, de modo que o alimento esterilizado se torne microbiologicamente estável para ser armazenado durante longo tempo e a temperatura ambiente, conforme o sistema de acondicionamento (ORDOÑEZ *et al.*, 2005).

#### 2.7.1.4 Armazenamento do mexilhão

Em países mais desenvolvidos e com histórico mais extenso do cultivo e processamento de mexilhões, como a Espanha, o processamento é realizado de forma padronizada e automatizada. O mexilhão beneficiado na Espanha tem dois destinos principais: o congelamento ou o produto na forma enlatada (NEIRA *et al.*,1990 *apud* SCALICE, 2003).

Os mexilhões são adquiridos na forma bruta, sem limpeza prévia ou classificação. A cotação de preços está de acordo com as condições do produto, como a qualidade da carne e a percentagem de detritos que o acompanham. A indústria de conservas da Espanha adota as

seguintes etapas para o beneficiamento do mexilhão, demonstradas também da Figura 4 (NEIRA *et al.*, 1990 *apud* SCALICE, 2003).

1. desgranação (individualização) e limpeza dos mexilhões;
2. desbarbação (retirada do bisso) e seleção pelo tamanho da concha;
3. cozimento dos mexilhões no vapor (120 °C, durante 2 minutos), permitindo a abertura das conchas;
4. separação entre carne e concha, com o auxílio de uma máquina vibratória e de um banho de salmoura (20% de NaCl);
5. classificação das carnes por tamanho (grande, média ou pequena), e envio destas às fábricas de enlatados.

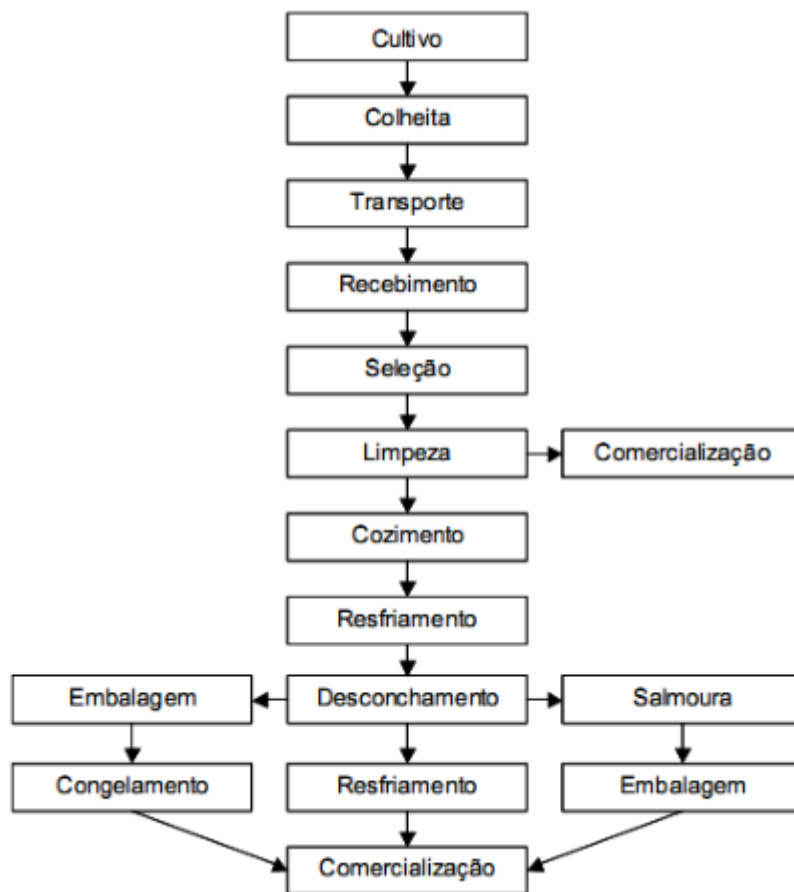


Figura 4: Processamento genérico de mexilhões.

Fonte: Huber (2004).

A comercialização do mexilhão *Perna perna* no Brasil ocorre principalmente na forma *in natura*, marinado e congelado, direcionada para estabelecimentos comerciais como bares e

restaurantes locais no atacado. Os mexilhões também são fonte de alimento alternativo, quando a pesca artesanal não é bem sucedida (REGALLA Jr. *et al.*, 2008). Algumas empresas já comercializam mexilhão marinado e temperado, ou pré-cozido acondicionado em embalagens flexíveis. No Brasil, a comercialização dos mexilhões se dava basicamente de duas maneiras: na concha ou desconchado, em embalagens plásticas de 500 gramas ou um quilograma. Atualmente com o aumento da competitividade entre os produtores ocorreu uma diversificação nas formas de apresentação do mexilhão para comercialização, por meio do processamento do produto conseqüentemente agregando valor (SANTOS, 2009). Em outros países, como na Europa, a forma de comercialização de mexilhões é *in natura*, sem casca ou como mexilhões desconchados, refrigerados, embalados em embalagens flexíveis e defumados (FURLAN *et al.*, 2007; CAGLAK; CAKLI; KILINC, 2008).

#### 2.7.1.5 Alimentos em conserva

As conservas são produtos obtidos a partir de matérias-primas de origem animal ou vegetal, embaladas a vácuo em recipientes apropriados e hermeticamente fechados, tratados exclusivamente pelo calor, de modo a assegurar sua preservação à temperatura ambiente (GONÇALVES, 2005).

Existem duas técnicas: acondicionamento em recipientes hermeticamente fechados e o aquecimento para inativar ou destruir micro-organismos e enzimas. As operações tecnológicas consideradas básicas utilizadas na fabricação de conservas são a preparação da carne, enchimento dos recipientes, exaustão, fechamento, esterilização, resfriamento e outras operações finais. As embalagens para alimentos foram, tradicionalmente, planejadas para proteger o produto, a fim de que haja o mínimo de interação com o alimento acondicionado. As embalagens funcionam como uma barreira inerte entre o alimento e o recipiente, que, além de evitar ou reduzir ao mínimo a interação com alimento, devem permitir fácil transmissão de calor, oferecer proteção completa ao alimento, ser de baixo custo, ser leve e resistente ao choque térmico e mecânico. Alimentos acondicionados em vidro são submetidos a processo térmico por um período maior que dos alimentos enlatados, porém a uma temperatura mais baixa, devido ao risco da quebra do vidro, devendo-se proceder mais lentamente, tanto no aquecimento como no resfriamento (ROCA, 2000).

Embalagens flexíveis termoprocessáveis (retort pouches) utilizados para tratamento térmico de mexilhões é uma forma nova e segura de apresentar o produto, onde os mexilhões podem ser processados *in natura* ou cozidos. Embalagem termoprocessável é um filme

laminado sendo os principais constituintes o polipropileno, o nylon e o poliéster (CAVALHEIRO, 2011)

## 2.8 Atividade de água ( $A_w$ )

A atividade de água ( $A_w$ ) é a relação entre a pressão de vapor de água em equilíbrio sobre o alimento ( $P_s$ ) e a pressão de vapor da água pura ( $P_o$ ), à mesma temperatura, que expressa o teor de água livre no alimento. Ou seja,  $a_w = P_s/P_o$ , onde:  $P_s$  é a pressão parcial de vapor de água no sistema e  $P_o$  é pressão de vapor na temperatura considerada da água pura (SILVA-Jr., 1995; BARUFALDI & OLIVEIRA, 1998; SILVA, 2000; UFSM, 2002).

A atividade de água tem sido um parâmetro importante para garantir a estabilidade de alimentos e controlar o crescimento de microrganismos deterioradores e causadores de intoxicação e infecção alimentar. O controle da água livre nos alimentos visa tornar o alimento estável perante a deterioração microbiana, de forma que os microrganismos são dependentes da água para seu desenvolvimento (LIMA, 2010).

Alimentos com valores de atividade de água altos (acima de 0,90): têm grandes chances de sofrerem contaminação microbiológica, uma vez que as soluções diluídas dos alimentos servem de substrato para o crescimento de microrganismos (SILVA-Jr., 1995; SILVA-Jr., 1997; BARUFALDI & OLIVEIRA, 1998; SILVA, 2000).

Para valores menores, entre 0,40-0,80, as reações químicas e enzimáticas ficam favorecidas, pois ocorre aumento da concentração dos reagentes. Abaixo de 0,60, tem-se um pequeno ou nenhum crescimento de microrganismos. Quando a atividade de água alcança valores inferiores a 0,30 atinge-se a zona de adsorção primária na qual não há dissolução dos componentes do alimento pela água, o que reduz a velocidade das reações, com exceção da oxidação lipídica pois esta pode ocorrer tanto em baixa  $A_w$  quanto em elevadas. Em termos gerais, diminuindo a  $A_w$ , conserva-se mais o alimento (SILVA, 2004).

O valor alto de atividade de água ( $a_w > 0,95$ ) do mexilhão o torna um substrato ideal para os micro-organismos, combinados com a presença de ácidos amino livres, dos níveis de glicogênio e pH alto (6,7 a 7,1) (CAGLAK; CAKLI; KILINC, 2008).

Considerando que quanto maior a atividade de água de um alimento maior a possibilidade de se desenvolver os microrganismos, desenvolveram-se processos para a remoção desse excesso de água, tais como a secagem.

## 2.9 Secagem

A secagem e desidratação de produtos alimentícios são usadas como técnicas de preservação. Os microrganismos que provocam a decomposição dos alimentos não podem crescer e se multiplicar em alimentos com baixa  $A_w$ . Além disso, muitas enzimas que causam mudanças químicas nos alimentos, não podem reagir sem a presença da água (ROMERO, 1997).

Celestino (2010), determinou que as propriedades nutritivas do alimento podem ser perdidas, principalmente as vitaminas, em processos com tratamento térmico, e com a secagem, não é diferente, apesar disso, vantagens da técnica de secagem de alimentos podem ser assim resumidas:

- Aumento da vida útil do produto
- Proteção contra microrganismos
- O alimento desidratado é nutritivo; apesar das possíveis perdas de nutrientes, o valor alimentício do produto concentra-se por causa da perda de água.
- Facilidade no transporte e comercialização, pois o alimento seco é leve, compacto e suas qualidades permanecem alteradas por longos períodos.
- O processo de secagem é econômico. Os secadores semi-industriais têm baixo custo; a mão de obra não necessita ser especializada; os produtos desidratados têm baixo custo de armazenagem.
- Disponibilidade do produto em qualquer época do ano

A desidratação é um processo que consiste na eliminação de água de um produto por evaporação, com transferência de calor e massa. É necessário fornecimento de calor para evaporar a umidade do produto e um meio de transporte para remover o vapor de água formado na superfície do produto a ser seco. O processo de secagem pode envolver três meios de transferência de calor: convecção, condução e radiação. A transferência de calor por convecção é o meio mais utilizado na secagem comercial, em que um fluxo de ar aquecido passa através da camada do produto. Durante o processo de secagem, a umidade migra do interior para a superfície do produto, de onde se evapora para o ambiente (MELONI, 2003).

Os produtos alimentícios podem ser desidratados por processos baseados na vaporização, sublimação, remoção de água por solventes ou na adição de agentes osmóticos (CABRAL & ALVIM, 1981). Os métodos de desidratação utilizados em maior escala são os



que têm como base a exposição do alimento a uma corrente de ar aquecido, com a ressalva de que a transferência de calor do ar para o alimento se dá basicamente por convecção (TRAVAGLINI et al., 1993).

A desidratação, é baseada na vaporização da água, pode ser feita de forma natural, com utilização do sol e do ar em dias com condições climáticas favoráveis, ou de forma mecânica por meio de utilização de secadores e desidratadores, nos quais é possível controlar a temperatura de secagem e em alguns modelos específicos a velocidade do ar que passa através do produto (BOLDUC, 1978 *apud* PALACIN et al., 2005).

Comparando com outros métodos de preservação tais como refrigeração, irradiação, enlatamento e tratamentos químicos, a secagem tem como vantagem ser baseada no baixo custo e ter uma operação simples (ROSSI e ROA, 1980 *apud* PALACIN et al., 2005).

Para pescados é necessário efetuar antes da secagem o processo de salga uma operação preliminar de preservação do peixe para os processos de defumação e secagem. A ação isolada do sal não constitui uma prevenção definitiva contra a deterioração do pescado, sendo necessária uma complementação por meio da refrigeração, defumação ou secagem dos produtos salgados (BOTELHO, 1966).

Segundo Ferreira *apud* Silva (2002), a secagem artificial teve início em 1940, na Inglaterra, mediante o uso de secadores dotados de condições termodinâmicas reguláveis. Tais secadores foram projetados para a secagem do pescado em regiões onde as condições climáticas foram inadequadas para tal processo. A secagem artificial reduz conteúdo de umidade do produto até níveis adequados para sua conservação, e de acordo com o nível de concentração de água, os produtos de pescado salgados e secos classificam-se em dois tipos:

- Produtos em que a secagem alcança níveis de umidade e  $A_w$  impróprios para o crescimento bacteriano e podem ser conservados à temperatura ambiente.
- Produtos em que a perda de umidade não atinge baixa  $A_w$ . Nesses casos, os produtos devem ser conservados à baixas temperaturas para evitar deterioração.

### 2.9.1 Cinética da Secagem

A cinética de secagem, ou seja, a rapidez com que o alimento perde umidade, é controlada pelas características da matriz do alimento e pelas variáveis, temperatura, velocidade e umidade relativa do ar. Na Figura 5, pode-se observar a curva de secagem típica em

condições constantes de secagem; teor de umidade em função do tempo (FOUST *et al.*, 1982).

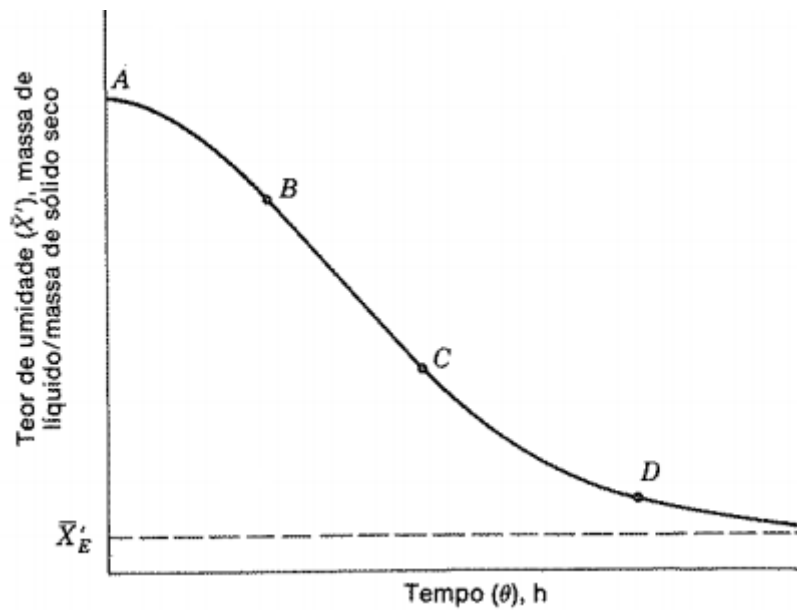


Figura 5: Curva de secagem típica em condições constantes de secagem; teor de umidade em função do tempo (FOUST *et al.*, 1982).

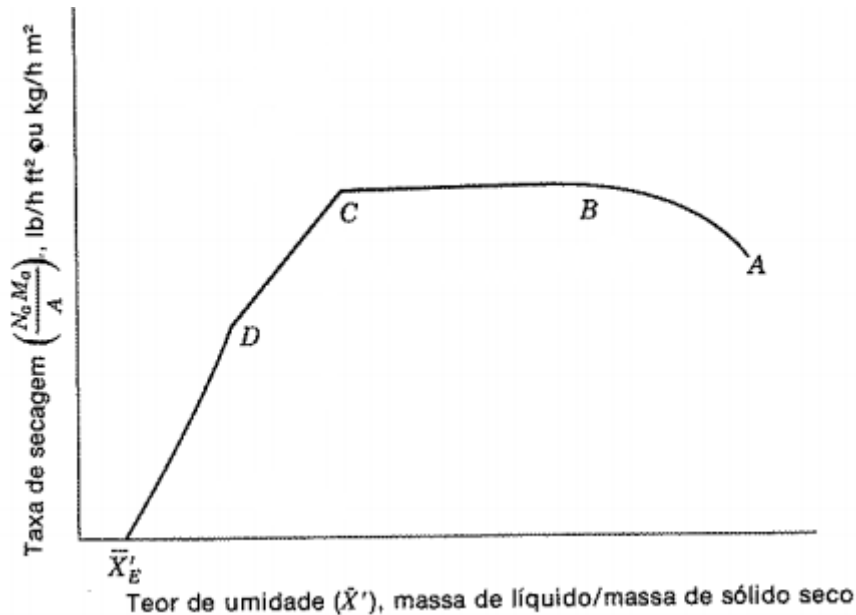


Figura 6: Curva da taxa de secagem típica em condições constantes de secagem; taxa (velocidade) de secagem em função do teor de umidade (FOUST *et al.*, 1982).

O mecanismo do deslocamento do líquido, e por isso a velocidade deste movimento varia acentuadamente com a própria estrutura do sólido. Nos sólidos que têm espaços vazios

(poros) relativamente grandes, o movimento será, possivelmente, controlado pela tensão superficial e pelas forças de gravidade no interior do sólido. Nos sólidos com estruturas fibrosas ou amorfas, o movimento do líquido ocorre por difusão através do sólido. Desde que as taxas de difusão sejam menores que o escoamento por gravidade ou por capilaridade, os sólidos nos quais a difusão controla o movimento do líquido tendem a ter períodos de taxa constantes mais curtos, ou mesmo secarem sem que haja um período de taxa constante perceptível. No ponto C, indicados na Figura 4, o teor de umidade do sólido é o mínimo para suprir a evaporação superficial (FOUST *et al.*, 1982).

O “primeiro período de taxa decrescente”, ocorre entre os pontos C e D da Figura 6. A área da superfície não está mais completamente úmida e a umidade continua diminuindo até que a superfície fique sem água livre, no ponto D (GEANKOPLIS, 1993). Nos teores de umidade mais baixos que os do ponto D da Figura 2.2, toda a evaporação ocorre a partir do interior do sólido. À medida que o teor de umidade continua a cair, a distância a ser coberta na difusão do calor e da massa aumenta até que, em XE, o teor de umidade de equilíbrio cessa a secagem. O teor de umidade de equilíbrio é atingido quando a pressão parcial do vapor sobre o sólido é igual a pressão parcial de vapor no gás secante afluente. Este período é denominado o “segundo período de taxa decrescente” (FOUST *et al.*, 1982).

### 2.9.2 Secagem em estufa

Menezes *et al.* (2009) efetuaram a secagem da polpa e frutos de acerola verde em estufa por circulação de ar a 70 °C e pelo processo de liofilização para obtenção de um pó que possa vir a ser utilizado como suplemento alimentar.

Ferreira *et al.* (2010) abordaram a viabilidade de aproveitamento da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), resíduo da industrialização do suco. O resíduo, depois de caracterizado físicoquímica e microbiologicamente, foi submetido à secagem em estufa de bandeja, com recirculação de ar, a 60, 70 e 80 °C.

Jesuz *et al.* (2001) estudaram o sistema de controle automático da temperatura do ar de secagem em secador de plantas medicinais. Constatou que o efeito da secagem na composição de aromas voláteis de várias plantas medicinais e vegetais tem sido objeto de vários estudos, os quais demonstram que as mudanças na concentração de compostos voláteis durante a secagem dependem de vários fatores, dentre eles o método de secagem (Venskutonis, 1997). Portanto Jesuz *et al.* (2001) concluiu que o melhor método de secagem

das plantas, associado às menores perdas em componentes químicos, foi a secagem em estufa na faixa de temperatura de 55 a 60 °C.

Fernandes *et al.* (2008), desenvolveram um método para substituir a farinha de trigo por farinha de casca de batata. O aproveitamento dos subprodutos da agroindústria de alimentos diminui os custos da produção, aumenta o aproveitamento total do alimento e reduz o impacto que esses subprodutos podem causar ao serem descartados no ambiente. Dessa forma, alguns subprodutos da batata são aproveitados e transformados em ingredientes alimentícios, como é o caso da casca. No processo as cascas foram submetidas à secagem em estufa a 105 °C por 48 horas e em seguida trituradas para obtenção da farinha.

Centenaro *et al.* (2007) aplicaram um processo de enriquecimento de pães com as proteínas do pescado. A proteína de pescado foi obtida a partir de cabrinha (*Prionotus punctatus*), espécie de baixo valor comercial. Foi realizada a secagem da polpa do pescado em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, durante aproximadamente sete horas, sendo este período determinado como o melhor, por meio da curva de secagem. A polpa seca foi posteriormente triturada para formação da farinha, e posteriormente acrescentada nos pães.

Benites *et al.* (2010), teve como objetivo elaborar farinhas de silagem (que origina um produto liquefeito a partir dos resíduos, espécies subutilizadas ou impróprias para o consumo) a partir de resíduo de castanha (*Umbrina canosai*), e de resíduos de pescados marinhos (*Cynoscion guatacupa*), avaliando a ação do agente acidificante, a viabilidade de emprego de farelo de arroz como coadjuvante de secagem e consequente potencial de utilização como complemento para rações animais. A adição de ingredientes vegetais minimiza os custos, agregando valor e qualidade nutricional, dependendo de sua digestibilidade e características físico-químicas (HOSSAIN *et al.*, 1997). O farelo de arroz (FA) possui baixo valor comercial, é empregado na alimentação animal e rico nutricionalmente. Os resíduos da silagem adicionados do farelo de arroz foram submetidos a secagem em estufa a 50°C com circulação de ar, após foi feita a moagem para a formação da farinha.

### 2.9.3 Liofilização

Este método baseia-se na sublimação da água congelada do material colocado em uma câmara de secagem onde a pressão é abaixo do ponto tríplice da água. A energia requerida é geralmente suprida por radiação ou condução de bandejas aquecidas a taxas nas quais a temperatura do material não ultrapasse o valor de 0 °C. A umidade sublimada se condensa em placas refrigeradas localizadas em uma câmara do secador longe do material ou em um

condensador separado. Este método é utilizado quando o material a ser seco não pode ser aquecido, mesmo com temperaturas baixas. Como uma regra, a secagem liofilizada é a que menos agride o material, produzindo um produto de melhor qualidade dentre todos os outros métodos. Entretanto, este método ainda é muito caro, pois as taxas de secagem são baixas em comparação à desidratação e em secadores convencionais o custo dos equipamentos são consideravelmente maiores. A secagem liofilizada é utilizada para desidratar alimentos com dificuldades na secagem convencional, como aqueles que não podem ser aquecidos mesmo com temperaturas amenas, tais como: café, cebola, sopas, frutas e certos produtos do mar (LIAPIS, 1987).

Tavares *et al.* (2011), caracterizou a mucilagem liofilizada do inhame por meio de análises físicas, químicas e reológicas. Nos estudos identificou que a forma mais prática de fazer uso industrial da mucilagem de inhame é na forma de pó. O processo de liofilização, foi escolhido segundo os autores, por manter as mesmas características do inhame *in natura*.

Menezes *et al.* (2008), avaliou o valor nutricional da polpa de açaí após sofrer liofilização. O objetivo da pesquisa foi propor novos métodos de conservação do produto preservando as características originais do mesmo, pois nas regiões produtoras, o produto derivado do açaí, predominantemente, é a polpa, comercializada normalmente à temperatura ambiente quando é imediatamente consumida, ou após certo período de refrigeração. Quando se destina aos comércios distantes, a polpa é congelada (Rogez, 2000), porém essa técnica de conservação provoca danos irreversíveis ao alimento, como perdas vitamínicas, alterações reológicas e de cor, que modificam as propriedades originais (Menezes, 2005). É altamente perecível e de fácil deterioração, a temperatura ambiente, sua durabilidade é de poucas horas e sob refrigeração, o tempo máximo de conservação é de 12 horas (ROGEZ, 2000; SOUTO, 2001, ALEXANDRE *et al.*, 2004). Os fatores responsáveis por essas modificações são de natureza microbiana, enzimática e química, ocasionando reações de oxidação, redução dos teores de antocianinas e despigmentação da polpa, alterando as características desse produto com conseqüente desvalorização sensorial e até mesmo nutricional.

Brasileiro (2012), determinou a composição centesimal e as propriedades funcionais de farinha liofilizada e concentrado protéico provenientes de resíduos de camarão para transformar em co-produtos, incorporando outros alimentos. Resíduos provenientes da indústria do pescado podem ser facilmente transformados em produtos com novas formas de aproveitamento, neste caso a matéria-prima empregada neste estudo foi constituída de resíduos (cabeça) de camarão *Litopenaeus vannamei*.

## 2.9.4 Tipos de secadores

### 2.9.4.1 Secador de bandeja

Em um secador de bandejas (Figura 6), o alimento sólido é espalhado uniformemente sobre uma bandeja com fundo tipo tela (de metal ou plástico) a uma espessura de 10 mm a 100 mm. A circulação de ar no secador é feita por um ventilador situado atrás de resistências elétricas usadas para o aquecimento do ar na entrada. O controle da temperatura é por meio de um termostato. Após a secagem, o secador é aberto e as bandejas descarregadas. Durante a secagem, são feitas pesagens de uma pequena bandeja com uma amostra do produto para verificar o fim do processo (CELESTINO,2010).



Figura 7: Secador de bandeja.

### 2.9.4.2 Liofilizador

Esse equipamento também é conhecido como “ freeze-drier” (Figura 7). O alimento é congelado e por sublimação, e a água sob vácuo é eliminada por desidratação. O sistema de vácuo deve reduzir a pressão para 1mmHg, condição que deve ser mantida até o final da secagem. A vantagem desse processo são as mínimas perdas de nutrientes e uma rápida reidratação do produto seco (CELESTINO, 2010).

O sistema de liofilização (Liofilizador) é composto pelos seguintes componentes:

- Unidade liofilizadora
- Plataforma (ou câmara de secagem): local na qual as amostras são posicionadas para serem submetidas ao processo de liofilização.

- Bomba de vácuo: Necessária para reduzir a pressão em contato com a amostra a ser liofilizada.
- Frascos: Comercializados de diversas conformações e volumes, somente selecionados se forem compatíveis com a câmara (plataforma) selecionada para o sistema.



Figura 8: Liofilizador de bancada.

## 2. 10 Alterações dos alimentos devido a desidratação

A qualidade dos alimentos desidratados depende em parte das mudanças que ocorrem durante o processamento e armazenagem. Algumas destas mudanças envolvem modificações na estrutura física. Estas modificações afetam a textura, a reidratação e a aparência. Outras mudanças são também devido a reações químicas. No alimento desidratado, a atividade enzimática residual, a atividade microbiana e a reidratação são parâmetros de grande importância.

No processo de secagem, o alimento sofre perdas da qualidade tais como a cor, sabor, textura e tendo muitas vezes uma reidratação deficiente. A contração de volume e o endurecimento (formação de casca na superfície) do produto são também considerados problemas de grande importância na desidratação de alimentos. Na atualidade as pesquisas estão voltadas no sentido de aumentar a retenção das propriedades nutritivas sensoriais do produto desidratado mediante a alteração das condições de processo e o uso de pré-tratamentos (Neto, 2008 *apud* Souza, 2004).

Os principais fatores de deterioração dos alimentos desidratados são: reações de escurecimento enzimático e não enzimático; reações de oxidação de lipídios; reação de oxidação de vitaminas; e degradação de pigmentos (LABUZA, 2000).

Segundo Neto (2008), o método mais utilizado pela indústria alimentícia para controle do escurecimento enzimático consiste no emprego de agentes sulfitantes devido a sua grande eficácia e amplo espectro de utilização. O agente sulfitante mais utilizado no tratamento pré-secagem é o dióxido de enxofre SO<sub>2</sub>. O SO<sub>2</sub> devido a sua ação redutora e propriedades inibidoras de enzimas evita as reações enzimáticas e oxidativas que ocorrem durante a desidratação. O SO<sub>2</sub> retarda a formação de pigmentos escuros, mas não previne a sua formação nem os branqueia após terem sido formados. O tratamento pode ser realizado através da sulfuração pela queima de enxofre ou pela sulfitação em solução aquosa com bissulfito de sódio (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

### 2.11 Microscopia eletrônica de varredura

O Microscópio Eletrônico de Varredura é um dos mais versáteis instrumentos disponíveis para a observação e análise de características microestruturais de objetos sólidos. A principal razão de sua utilidade é a alta resolução que pode ser obtida quando as amostras são observadas; valores da ordem de 2 a 5 nanômetros são geralmente apresentados por instrumentos comerciais, enquanto instrumentos de pesquisa avançada são capazes de alcançar uma resolução melhor que 1 nm (NAGATANI *et al.* 1987 apud DEDAVID *et al.* 2007).

Em um Microscópio Eletrônico de Varredura típico, os elétrons são emitidos termionicamente a partir de um cátodo (filamento) de tungstênio ou hexaboreto de lantânio e acelerados através de um ânodo, sendo também possível obter elétrons por efeito de emissão de campo. O tungstênio é tipicamente usado por ser o metal com mais alto ponto de fusão e mais baixa pressão de vapor, permitindo que seja aquecido para a emissão de elétrons (KESTENBACH *et al.*, 1997).



### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Matéria-prima

Os mexilhões *Perna-perna* utilizados neste trabalho pertencem a área de cultivo de Iperoba na Baía da Babitonga, localizada na região litorânea do município de São Francisco do Sul no Estado de Santa Catarina.

Os mexilhões (Figura 9) foram adquiridos e acondicionados vivos em caixas de isopor e conduzidos até o laboratório de Gastronomia da Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE).



Figura 9: Mexilhão *Perna-perna* cultivado na região de Iperoba na Baía da Babitonga – São Francisco do Sul-SC.

Fonte: CAMPUZANO, 2012

#### 3.2 Processamento

Três diferentes tipos de farinha foram produzidas a partir do mexilhão cozido: mexilhão não desidratado, mexilhão desidratado em estufa de secagem e mexilhão desidratado por liofilização.

##### 3.2.1 Limpeza e preparo do molusco

Os mexilhões foram inicialmente lavados em água potável com o objetivo de serem retiradas partículas indesejáveis e consequentemente reduzir o teor de micro-organismos nas amostras *in natura*. Em seguida foram colocados em recipientes previamente limpos e conduzidos ao cozimento.

##### 3.2.2 Cozimento

O cozimento teve como objetivo propiciar a abertura das valvas para facilitar a retirada do músculo e reduzir a carga de micro-organismos patogênicos eventualmente ainda presentes após lavagem. Os mexilhões limpos e frescos foram acondicionados em uma panela

de alumínio e fervidos em fogão industrial, até o tempo de fervura que variou de lote entre 10 a 15 min para cada cozimento. Não foi feito uso de água adicional para o cozimento e para que as conchas se abrissem, utilizou-se apenas da água naturalmente presente nos moluscos fechados e da água remanescente da etapa de limpeza (Figura 10).



Figura 10: Mexilhões previamente cozidos, evidenciando a abertura da valva.

### 3.2.3 Desconchamento

Após a etapa do cozimento os mexilhões foram naturalmente resfriados em temperatura ambiente. Em seguida o músculo interno dos mexilhões foi removido das conchas manualmente (Figura 11).



Figura 11: Desconchamento manual do mexilhão.

### 3.2.4 Secagem

#### 3.2.4.1 Secagem em estufa

Após o desconchamento, os mexilhões úmidos foram submetidos à desidratação em estufa. Aproximadamente 600 g do mexilhão cozido foram distribuídos lado a lado em bandejas metálicas com área de 0,06 m<sup>2</sup> e acondicionados em estufa de secagem, com circulação de ar, nas temperaturas de 60 °C, 75 °C e 90 °C (conforme experimento), durante 24 h. Para proceder as pesagens, os mexilhões foram retirados da estufa e resfriados em dessecador.

#### 3.2.4.2 Liofilização

Cinquenta gramas de mexilhões cozidos e desconchados foram liofilizados durante aproximadamente 36 h em liofilizador de bancada da marca Terroni – LT 1000/8. Após a liofilização, as amostras foram trituradas para a formação da farinha. O experimento foi realizado em duplicata.

### 3.2.5 Trituração e formação da farinha

Os mexilhões, após a secagem em estufa ou liofilização, foram submetidos à trituração em liquidificador industrial na sua velocidade máxima, durante aproximadamente 5 min e em

seguida acondicionados em recipientes de vidro previamente higienizados, conforme Figura 12.



Figura 12: Farinha de mexilhão acondicionada em recipiente de vidro após processo de trituração.

A Figura 13 demonstra o fluxograma do processo.

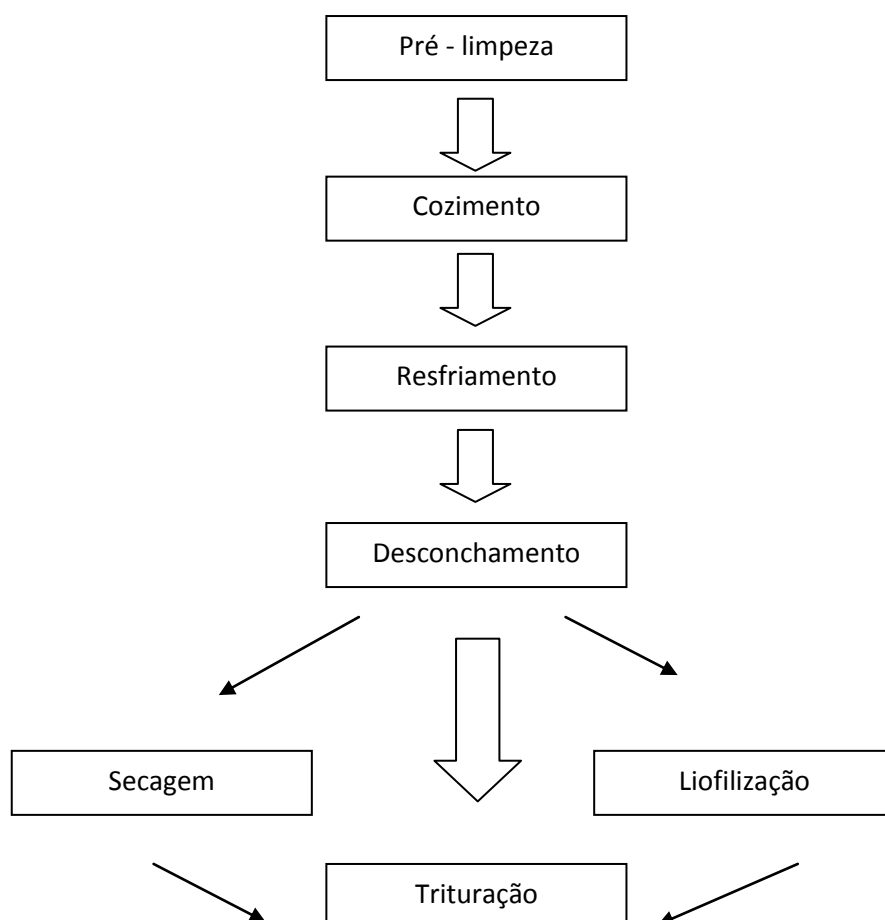


Figura 13: Fluxograma do processo de desenvolvimento da farinha de mexilhão.

### 3.3 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas no laboratório de Microbiologia da UNIVILLE, seguindo as metodologias descritas pela American Public Health Association – APHA (2001). Os micro-organismos pesquisados foram coliformes totais e fecais, *Salmonella spp* e *Staphylococos* coagulase positiva, conforme estabelecido na Resolução RDC nº 12 da Agencia Nacional da Vigilância Sanitária – ANVISA (2001). Foram realizadas análises nas farinhas do mexilhão não desidratado, seco nas temperaturas de 60 °C, 75 °C e 90 °C e das amostras liofilizadas.

#### 3.3.1 Preparo da amostra

Vinte e cinco gramas de cada uma das amostras de farinha do mexilhão foram transferidos para um frasco de Erlenmeyer contendo 225 ml de uma solução salina 0,9% e homogeneizado (MESSER *et al.*,1992).

Esta diluição foi considerada  $10^{-1}$ . Em seguida 1 ml desta diluição foi adicionada em 9 ml de solução salina peptonada (sp) sendo a diluição  $10^{-2}$  e novamente diluído para  $10^{-3}$ .

#### 3.3.2 Presença de *Salmonella spp*

A verificação da presença de *Salmonella* seguiu três etapas: pré- enriquecimento (caldo lactosado), enriquecimento seletivo (caldo tetrionato e *Salmonella* enriquecimento) e isolamento com a utilização dos meios de *Samonella-Shigella* (SS), agar três açúcares ferro (TSF) e agar verde-brilhante (VB). O esquema de amostragem pode ser visualizado na Figura 14.

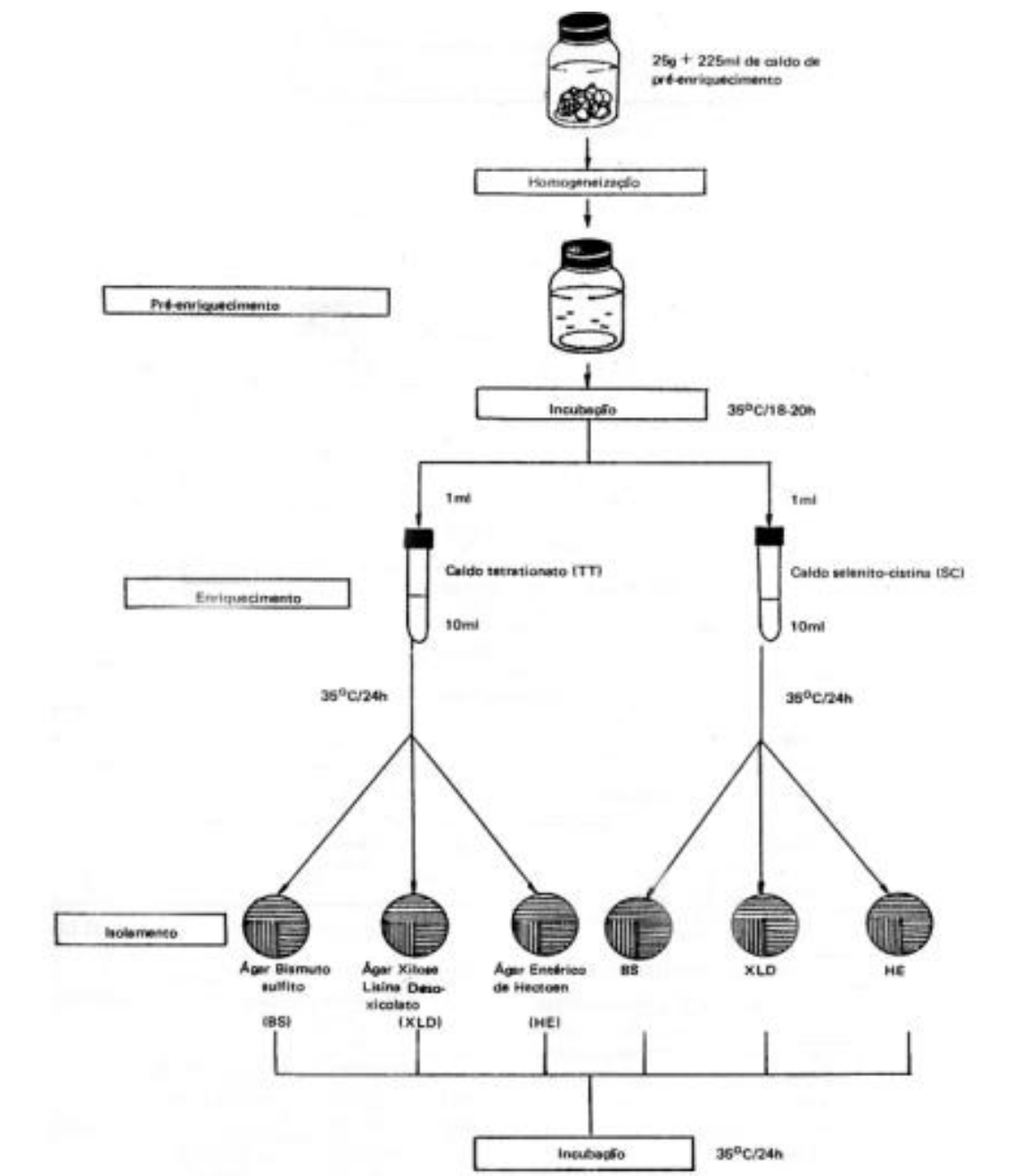


Figura 14: Esquema geral de análise para determinação de *Salmonella*.

### 3.3.3. Presença de *Staphylococcus aureus*

A partir das diluições descritas no item 3.3.1, 0,1 mL de amostra foi semeado em placas contendo o meio Baird-Parker (adicionado de emulsão de gema de ovo e solução de telurito de potássio a 1%) e incubada a 35°C/48h. O esquema de amostragem pode ser visualizado na Figura 15.

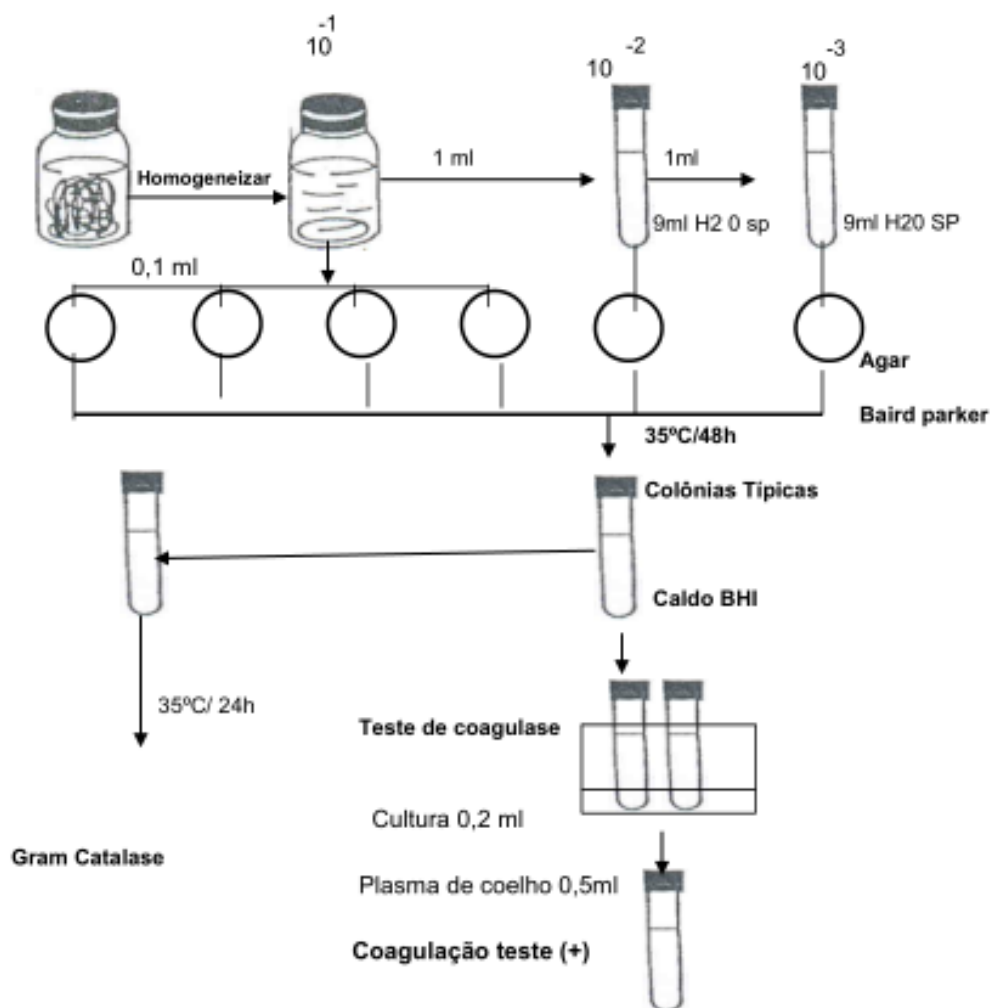


Figura 15: Esquema geral de análise para contagem de *Staphylococcus aureus*.

### 3.3.4 Presença de Coliformes Totais e Fecais

Partindo das amostras já diluídas foi feita a determinação de coliformes a 35 °C e 45 °C seguindo a técnica do NMP (Número Mais Provável) com três séries de 3 tubos. Foram pipetadas 1 ml de amostras adicionadas em tubos de ensaio contendo 9 ml de caldo lactosado (contendo 0,001% de púrpura de bromocresol) e tubos Duhran invertidos. Os resultados positivos evidenciados pela presença de gás e abaixamento do pH (cor amarela) foram separados para continuidade da análise.

Com o auxílio de uma alça de platina, os tubos positivos foram inoculados em meio Escherichia coli (EC) e Verde-Brilhante (VB). Os tubos contendo meio EC foram incubados a 45 °C por 24 h em banho-maria. Dos tubos positivos (presença de gás) foram feitas estrias em meio eozina azul de metileno (EMB) para confirmação da presença de *E. coli*.

Os tubos contendo VB foram incubados a 35 °C por 24h para determinação de coliformes a 35 °C (coliformes totais). O esquema da análise pode ser visualizado na Figura 16. Os resultados foram expressos em NMP/g.

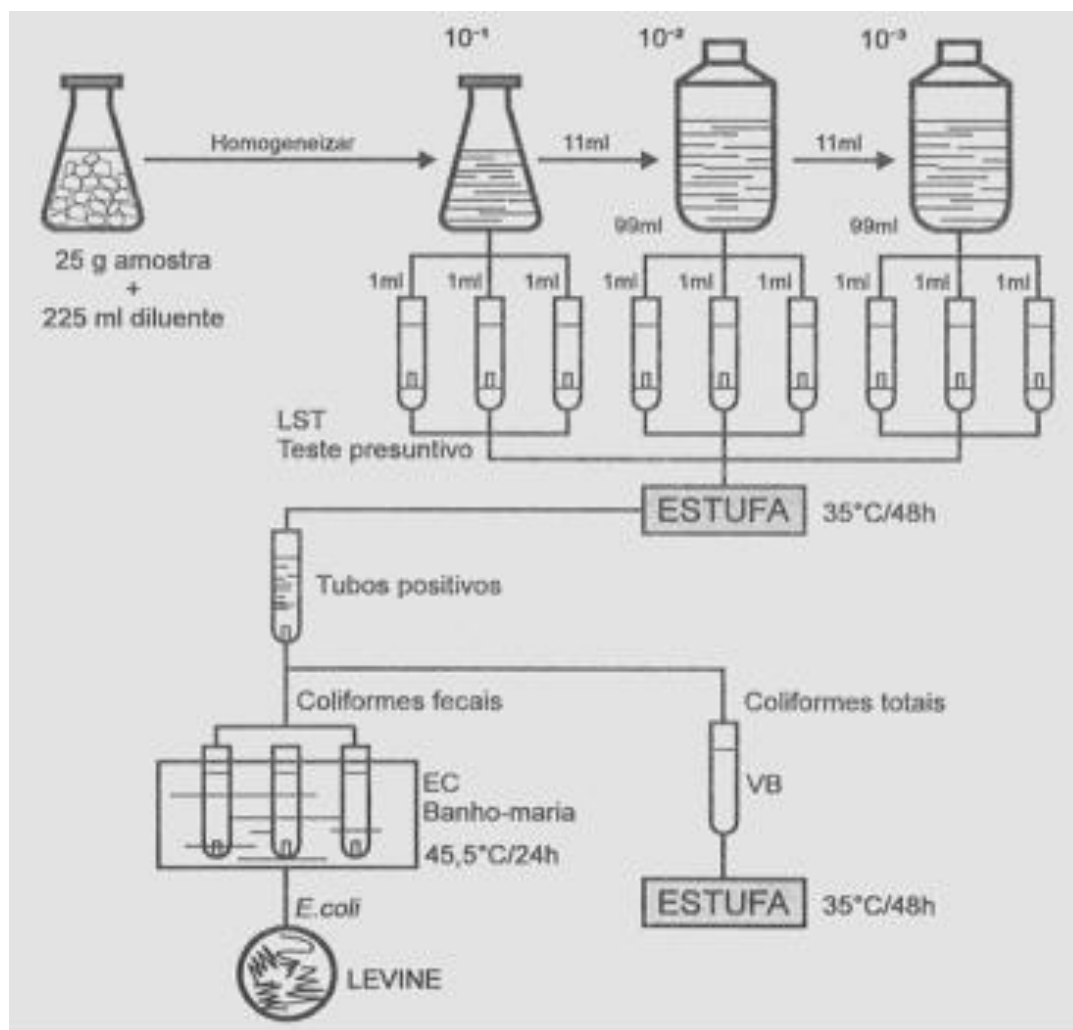


Figura 16: Esquema geral de análise para contagem de Coliformes.

### 3.4 CURVAS DE SECAGEM

Sessenta gramas de mexilhão cozido foram dispostos em um recipiente ( $A = 0,01\text{m}^2$ ) acoplado a um dispositivo colocado sobre uma balança semi-analítica (Shimadzu BL3200H) a fim de acompanhar a perda de água durante todo o processo de desidratação e consequentemente reproduzir as curvas de secagem. Os mexilhões foram desidratados nas temperaturas de 60, 75 e 90 °C até peso constante ( $UR_{\text{ar}} = 71\%$ ), em estufa com circulação de ar (Shellab, 1370 FX), conforme esquema da Figura 17. A massa da amostra foi registrada em intervalos de 15 min. A determinação da massa seca foi feita através de secagem em estufa a 105 °C por 24 h.



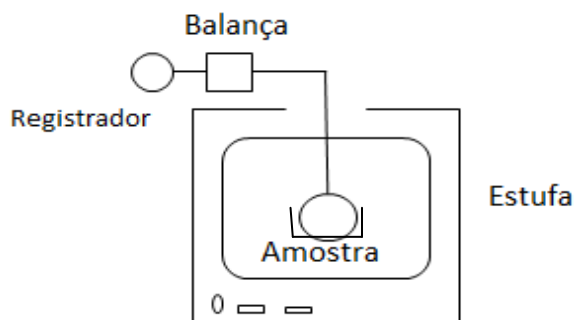


Figura 17: Esquema do dispositivo experimental usado na secagem dos mexilhões.

O teor de umidade ( $X$ ) contido nas amostras foi calculado em relação a base seca pela Equação 1.

$$X = \frac{\text{(massa de água)}}{\text{(massa seca)}} \text{ (g w/g ss)}$$

Os cálculos da velocidade de secagem para a obtenção das curvas de velocidade com relação ao teor de umidade ( $X$ ), foram calculados através pela Equação 2, definida por Foust (1982).

$$R = - \frac{W_s dX}{A d\theta} \text{ (g/s m}^2\text{)}$$

Onde  $R$  = Velocidade de secagem ( $\text{g/s m}^2$ ),  $W_s$  = Média da massa seca (g),

$dX$  = Média do teor de umidade ( $\text{kg água / kg massa seca}$ ),  $A$  = área ( $\text{m}^2$ ) e  $d\theta$  = Variação do tempo (s).

### 3.5 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

As amostras de farinha de mexilhão seco a 60, 75 e 90 °C e do mexilhão liofilizado foram fixados em um suporte metálico e recobertos com uma fina camada de ouro, utilizando-se um metalizador de amostras BAL-TEC SCD 050 e foram observados ao microscópio eletrônico de varredura (MEV), em um equipamento Zeiss DSM 940A, sob tensão de 20 kV, com aumentos de 33x. O equipamento utilizado está demonstrado na Figura 18.



Figura 18: Equipamento utilizado na análise de Microscopia Eletrônica de Varredura.

### 3.6 ANÁLISES FÍSICO –QUÍMICAS

#### 3.6.1 Umidade da farinha

A umidade da farinha bem como do mexilhão cozido, foi determinada utilizando o método gravimétrico, em estufa a 105 °C até peso constante, utilizando como referência *Association of Official Methods Analytical Chemists* (AOAC, 2005). Foram feitas as análises de umidade também do mexilhão cozido e triturado, para obter uma base de comparação. O percentual da umidade foi calculado conforme Equação 3.

$$\% \text{ Umidade} = \frac{100 \times N}{P}$$

Onde N = Massa inicial – Massa final, e P = Massa inicial.

#### 3.6.2 Cinzas

O teor de cinzas foi determinado a partir de uma quantidade conhecida de amostra, previamente seco em estufa, a 105 °C. A amostra carbonizada foi incinerada em mufla à 550°C, até obter peso constante, de acordo com o método n° 35.1.14 da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005). O percentual de cinzas foi calculado também conforme Equação 3.

#### 3.6.3 pH

As análises de pH foram realizadas por método potenciométrico em amostras da farinha do mexilhão, em pHmetro digital PHS-3B. As análises foram realizadas no Laboratório de Biotecnologia I da UNIVILLE. Foram homogeneizadas 10 g da farinha e 100

ml de água deionizada até a formação de uma pasta. Em seguida, o eletrodo do pHmetro foi introduzido diretamente na amostra.

#### 3.6.4 Atividade de água

A análise de atividade de água foi efetuada no Equipamento Aw modelo RTD-500 da marca Novasina. Foi pesada aproximadamente 1 g de cada tipo de farinha para a realização do teste.

#### 3.6.5 Granulometria

A análise dos grãos da farinha foi feita pela técnica de granulometria em um sistema de 6 peneiras metálicas da marca Granuteste, em equipamento Bertel (Figura 20). As dimensões dos furos das peneiras foram (de cima para baixo): 1,18 mm, 0,71 mm, 0,60 mm, 0,50 mm, 0,355 mm, 0,255 mm, como demonstra a Figura 19. Aproximadamente 50 g de farinha de mexilhão foram peneiradas durante 15 min em velocidade média.



Figura 19: Análise de granulometria realizada no agitador de peneiras Bertel.

### 3.7 ANÁLISE NUTRICIONAL

A análise nutricional da farinha de mexilhão foi efetuada pelo Laboratório de Alimentos do Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, os laudos demonstrando os resultados se encontram nos Anexos.

#### 3.7.1 Lipídeos

Na determinação de lipídeos utilizou-se o método 945.38 da AOAC (2005) que utiliza solvente orgânico para extração da fração lipídica com auxílio de um extrator de Soxhlet. Alíquotas de cada amostra foram pesadas em cartuchos de celulose e transferidas para o extrator de Soxhlet. A extração da porção lipídica foi realizada com auxílio de éter de petróleo. A porção lipídica foi separada da micela por destilação do solvente e determinada gravimetricamente com auxílio de uma balança analítica. Os resultados foram expressos em percentagem de lipídeos de cada amostra.

#### 3.7.2 Proteína

O teor de proteína foi determinado pelo método Kjeldahl da AOAC (2005) que se baseia na digestão da amostra com ácido sulfúrico e mistura catalisadora contendo sulfato de cobre e sulfato de potássio para acelerar a reação. Assim, todo o carbono e hidrogênio são oxidados a gás carbônico e água. O nitrogênio da proteína é reduzido e transformado em sulfato de amônio. Completada a digestão, destilou-se a amostra em meio básico por adição de hidróxido de sódio 40%, para a liberação da amônia. A amônia foi recolhida em solução de ácido bórico, formando borato de amônio. O borato de amônio formado foi quantificado por titulação com ácido clorídrico padronizado.

#### 3.7.3 Carboidrato

A determinação de carboidratos foi realizada pelo método da diferença (AOAC,1997). Calculou-se a média da porcentagem de água, proteínas, lipídeos e cinzas e o restante foi considerado carboidrato das farinhas, conforme se verifica na Equação 4:

$$\% \text{ Carboidratos} = 100 - (U + L + P + C) \quad \text{Equação 4}$$

Onde: U = umidade (%), L = lipídeos (%); P = proteína (%) e C =cinzas (%).

#### 3.7.4 Valor calórico

O valor calórico foi determinado segundo Lutham (2002) multiplicando-se o teor de lipídio por 9 e os teores de proteína e de carboidratos por 4.

### 3.7.5 Teor de ômega 3 e 6

A determinação dos ácidos graxos e ômega 3 e 6 foi realizada pelo laboratório de alimentos do Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, o qual se baseou no método da A.O.A.C. – Official Method of Analysis, 18th ed., 2005 – 969.33 /996.06 /963.22.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados referentes a farinha de mexilhão, foram muitas vezes comparados com produtos similares, como outros frutos do mar e pescados, devido a escassez de informações relacionadas ao processo de secagem e a liofilização da carne do mexilhão.

### 4.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os valores de umidade, cinzas, pH e atividade de água obtidos no presente trabalho para as amostras de farinha provenientes do mexilhão cozido, seco e liofilizado estão demonstrados na Tabela 2. Os experimentos foram realizados em duplicata.

Tabela 2: Análises físico-químicas do mexilhão cozido, seco e liofilizado

Processamento	Umidade (%)	Atividade de água	Potencial Hidrogeniônico	Cinzas (%)
Cozido	73,06 ± 0,48	0,997	7,26 ± 0,02	5,64 ± 0,03
60°C	13,65 ± 0,19	0,669	7,11 ± 0,04	7,43 ± 0,12
75°C	3,13 ± 0,18	0,315	6,89 ± 0,01	7,88 ± 0,14
90°C	1,18 ± 0,06	0,175	6,87 ± 0,05	8,02 ± 0,06
Liofilizado	3,08 ± 0,03	0,194	6,79 ± 0,04	6,34 ± 0,25

O intuito de evidenciar a grande importância do teor de umidade nos alimentos é ter em vista que níveis maiores que 13% podem proporcionar crescimento microbiano e deterioração em curto tempo (REIS, 2010). Exceto o valor de umidade para o mexilhão cozido (73,06%) valor próximo ao encontrado por Lima (2010) (74%) e por Salán (2005) (79,85%), a farinha obtida pelos métodos de secagem e liofilização, apresentaram teor de umidade entre 1,18 a 13,6 % de acordo com o processo, indicando que os processos são bastante adequados para a preservação do produto.

Szenttamázy *et al.* (1993), estudou a viabilidade do uso do Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e também da farinha dos resíduos por processamento tecnológico para conservação do pescado e sua utilização nas escolas como parte do programa de merenda escolar. Foram encontrados 15,73% de umidade na farinha dos resíduos do Pacu, após o processo de salga e secagem a 105 °C durante 30 min. A secagem na temperatura de 90 °C por 24 h proporcionou um produto contendo 1,18% de umidade e ainda sem submeter ao processo de salga.

A atividade de água também tem sido considerada como uma propriedade fundamental no controle da qualidade de alimentos. De acordo com Chisté *et al.* (2006), considera-se a atividade de água de 0,60 como o limite mínimo capaz de permitir o desenvolvimento de micro-organismos, portanto os alimentos desidratados, como as farinhas em geral, são considerados microbiologicamente estáveis.

Simões *et al.* (2007) estudaram a composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). Para as análises físico-químicas, utilizou-se o filé sem pele que foi homogeneizado em um liquidificador, encontrando um valor de atividade de água de 0,983. O valor obtido é similar ao mexilhão cozido, devido ao elevado teor de umidade presentes em pescados crus ou levemente cozidos.

Reis (2013) analisou dentre outros aspectos a atividade de água de macarrão enriquecido com farinha de polpa de tilápia, em substituição à farinha de trigo. Das amostras analisadas a que continha maior porcentagem de polpa de pescado obteve o menor valor de atividade de água na faixa de 0,58. Neste caso a incorporação da farinha do pescado melhorou a qualidade do macarrão no critério atividade de água e possível crescimento de micro-organismos.

Sobrinho *et al.* (2011) analisou a composição química e avaliação do processo de liofilização do filé de sardinha-laje (*Opisthonema oglinum*) e avaliou um método que reduza a atividade de água ( $A_w$ ) sem danos ao conteúdo protéico do filé de sardinha. As amostras foram armazenadas a 0 °C e liofilizadas durante 22 h. Após a liofilização o valor de  $A_w$  passou de 0,985 para 0,215. Concluiu que liofilizar o pescado é a única técnica de desidratação que resulta em um produto de alta qualidade, preservando ao máximo as características da matéria-prima original.

A determinação do pH é importante no caso do pescado, pois fornece dados valiosos na determinação do estado de conservação do pescado e derivados (BRASIL, 1980).

Da mesma maneira o pH é um fator de grande importância na limitação da capacidade de desenvolvimento de micro-organismos no alimento. Em função deste parâmetro, de acordo com Soares *et al.* (1992), os alimentos podem ser classificados em: pouco ácidos (pH >4,5), ácidos (4,5 a 4,0) e muito ácidos (< 4,0).

Como dito anteriormente, os valores de pH estabelecidos pelo RIISPOA não contemplam especificamente os mexilhões, mas aplicam-se os limites estipulados para

pescados, cujo pH para carne externa é inferior a 6,8 e para a parte interna é inferior a 6,5 (FURLAN *et al.*, 2007).

Os valores para o pH obtidos neste trabalho, variaram de 6,79 a 7,26 indicando ser o mexilhão, como os demais tipos de pescado um produto de baixa acidez, uma vez que apresenta um pH que varia de 5 a 7, demonstrando com esses valores um bom estado de conservação do produto. O processo de decomposição altera quase sempre a concentração de íons de hidrogênio de um alimento (FURLAN *et al.*, 2004).

As cinzas contidas nos alimentos representam o resíduo inorgânico que permanece após a queima da sua matéria orgânica. A cinza é constituída principalmente de grandes quantidades de K, Na, Ca e Mg; pequenas quantidades de Al, Fe, Cu, Mn e Zn e traços de Ar, I, F e outros elementos (PARK *et al.*, 2006).

Na legislação brasileira não há nada descrito para farinha de mexilhão ou até mesmo para frutos do mar e pescados, porém segundo a Portaria 354/96, a farinha de trigo integral pode possuir no máximo entre 2 e 2,5% de cinzas, a farinha de trigo comum, no máximo 1,35% e a farinha de trigo especial, no máximo 0,65%.

Um dos fatores limitantes do uso de farinhas de peixe obtidas de resíduos da industrialização em substituição à farinha de trigo é o seu alto teor de cinzas (MILLAMENA, 2002; BOSCOLO *et al.*, 2004). Isto ocorre em função das alterações promovidas pela presença de minerais nos processos aos quais as farinhas são submetidas. Porém, neste trabalho, este parâmetro não limita sua aplicação, pois objetiva-se a incorporação em sopas, desidratados e ração animal.

Segundo a legislação referente à farinha de trigo, o teor de cinzas da farinha de mexilhão está muito acima do permitido. Porém analisando em relação à farinha de pescados verificada em alguns estudos, a farinha do mexilhão seco a 60 °C e liofilizado é a que possui o menor teor de cinzas.

Furlan *et al.* (2007), obtiveram para o mexilhão *Perna perna in natura*, valores entre 84,19% e 83,16% de umidade e de 1,8 % de cinzas.

Guilherme *et al.* (2007), avaliou a farinha de silagem (método de conservação da alimentação animal ) de cabeça de camarão como uma alternativa em potencial para rações de peixes, encontrando o valor de 19,70 % de umidade e 12,50 % de cinzas para a silagem



seca em estufa a 65 °C durante 36 h, ou seja, acima do resultado encontrado na Tabela 2, para mexilhão seco à 60, 75 e 90 °C, por 24 h, comparando tempo e temperatura de secagem.

Portella (2005) analisou os valores da composição centesimal da ostra nativa *Crassostrea brasiliiana* fresca, encontrando um teor de cinza na faixa de 2%, próximo do valor encontrado para a farinha do mexilhão cozido.

Lima (2014) analisou o teor de cinza da farinha de pescado obtida através de resíduos de salmão secos em estufa com circulação de ar a 45 °C por 14 h. Os valores de cinzas da farinha foram de 34,71%, valor muito superior ao encontrado para as farinhas deste trabalho, enquanto o salmão fresco foi de 1 a 2% de cinzas. Os valores de pH dessa farinha foram de 6,33 se aproximando dos valores encontrados para as farinhas de mexilhão na Tabela 2.

Conforme o aumento da temperatura de secagem percebe-se uma leve acidificação, pois em meio levemente ácido os minerais presentes na farinha se concentram devido à desidratação, ocorrendo também uma diminuição na atividade de água e umidade, tornando assim o alimento menos perecível, pois quanto menor for a quantidade de água livre menor é o crescimento de micro-organismos.

#### 4.2 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA FARINHA DO MEXILHÃO

Os resultados obtidos para as análises microbiológicas estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Valores das análises de Coliformes totais e Fecais, *Staphylococcus* e *Salmonella* das amostras de farinha do mexilhão

	<b>Coliformes totais NMP/g</b>	<b>Coliformes Fecais NMP/g</b>	<b><i>Staphylococcus</i> UFC/g</b>	<b><i>Salmonella</i></b>
Cozido	< 3,0	< 3,0	< 1 x 10 <sup>2</sup>	Ausência
60°C	< 3,0	< 3,0	< 1 x 10 <sup>2</sup>	Ausência
75°C	< 3,0	< 3,0	< 1 x 10 <sup>2</sup>	Ausência
90°C	< 3,0	< 3,0	< 1 x 10 <sup>2</sup>	Ausência
Liofilizado	< 3,0	< 3,0	< 1 x 10 <sup>2</sup>	Ausência
Legislação	-----	< 5 x 10	< 1 x 10 <sup>3</sup>	Ausência em 25g

#### 4.2.1 *Salmonella spp*

Referente à *Salmonella spp* foi detectada ausência em todas as amostras analisadas, portanto é um indicativo que as condições higiênicas–sanitárias em todo o processamento das farinhas foram adequadas como exigido na Resolução RDC n. 12/2001 da ANVISA que estabelece que ausência de *Salmonella* em 25 g do produto analisado, o que torna a farinha dos mexilhões provenientes da área de cultivo de Iperoba na Baía da Babitonga, próprias para o consumo humano.

#### 4.2.2 *Staphylococcus coagulase positiva*

Da mesma forma, não foi detectada presença de *Staphylococcus aureus* estando dentro dos padrões microbiológicos permitidos pela legislação Resolução RDC n. 12/2001 da ANVISA para *Staphylococcus coagulase positiva* que é de  $10^3$  UFC/g. Este resultado pressupõe um indicativo de condições adequadas de manipulação durante o processamento das massas, uma vez que o habitat natural dessa bactéria compreende as vias respiratórias, pele e mãos dos manipuladores (BLUME *et al.*, 2006).

#### 4.2.3 Coliformes totais e coliformes termotolerantes

Em todas as amostras, o nível de coliformes à 45 °C situou-se abaixo do máximo permitido pela ANVISA, que é de  $5 \times 10$  NMP/g. Como esperado, as quantidades encontradas de coliformes à 35 °C foram maiores no mexilhão cozido do que nas farinhas secas (60 °C, 75 °C e 90 °C) e liofilizadas, porém ainda atendendo ao estabelecido pela legislação. A pesquisa de bactérias da classe dos Coliformes é indicativa das condições higiênico sanitárias dos produtos e a presença desses patógenos nos alimentos, denota que ocorreu contaminação de origem fecal. Quanto maior o número de bactérias dessa classe, mais deficientes são as condições de higiene na fabricação, menor a durabilidade do produto e maiores os riscos à saúde dos consumidores (BLUME *et al.*, 2006).

### 4.3 ANÁLISE DOS ASPECTOS MORFOLÓGICOS E GRANULOMÉTRICOS

#### 4.3.1 Granulometria

Os valores encontrados para granulometria após o processo de peneiramento de 50 g das amostras de farinha podem ser visualizados na Figura 20 e na Tabela 5 (em anexo 01).

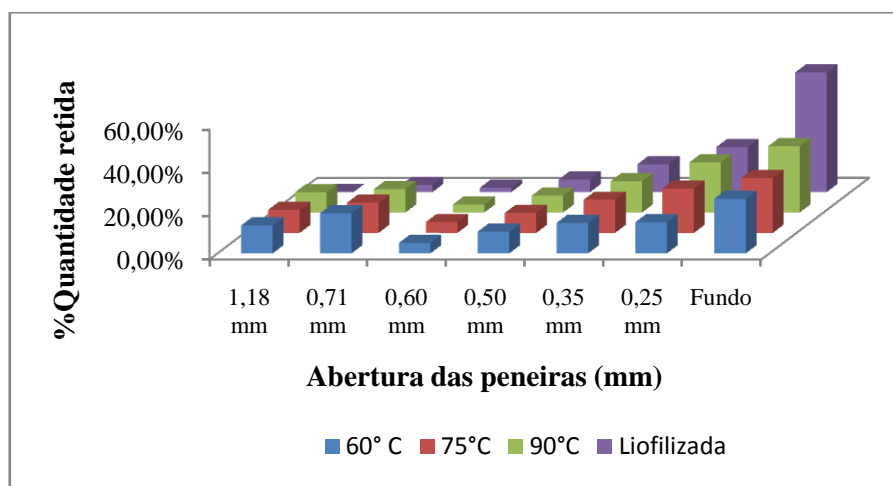


Figura 20: Percentual de farinha retido nas peneiras de acordo com o processo de secagem e liofilização.

Segundo a Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996, A.N de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, para o produto ser considerado farinha, deve passar através de peneira com abertura de malha de 250  $\mu$ m (0,25 mm).

De acordo com esta informação, a taxa que pode de fato ser considerada farinha foram: 25,24% (60°C); 25,38% (75°C); 30,68% (90°C) e 55,28% (Liofilizada).

A característica granulométrica da matéria-prima constitui aspecto relevante, permitindo maior uniformidade do produto elaborado. O tamanho de partícula influencia diretamente a capacidade de absorção de água, o tempo de mistura e as características sensoriais (como aparência, sabor e textura) (BORGES *et al.*, 2003).

As partículas menores da farinha absorvem proporcionalmente mais água, e mais rapidamente, que as partículas maiores. A uniformidade na granulometria é mais importante que o próprio tamanho das partículas, pois favorece a boa distribuição da água pela massa (GUERREIRO, 2006).

Visando a incorporação da farinha de mexilhão em outros alimentos, o tamanho de partícula após a moagem constitui aspecto importante no preparo dos mesmos, tendo em vista que uma maior uniformidade da granulometria permite a elaboração de um produto final de melhor qualidade sensorial, principalmente, textura, sabor e aspecto visual, pois o alimento absorve água de forma homogênea (SILVA *et al.* 2009).

Neste caso, podemos observar na análise dos grãos um refino maior nas farinhas de 90 °C e na liofilizada, sendo que a 60° C e 75 °C obtiveram grãos mais grosseiros.

### 4.3.2 Microscopia eletrônica de varredura

Podemos observar a estrutura dos grãos da farinha de mexilhão seca nas diferentes temperaturas e liofilizada na Figura 21.

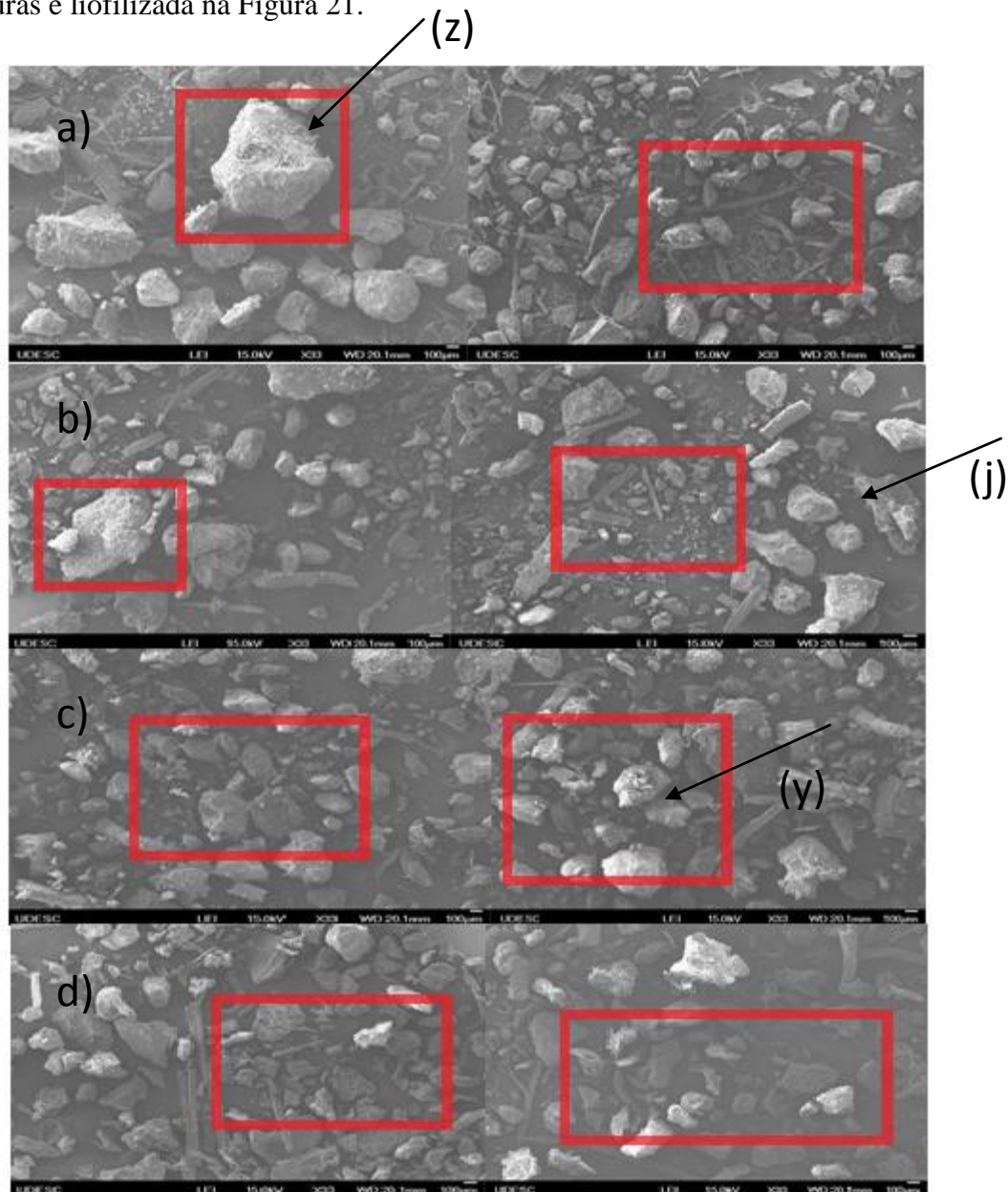


Figura 21: Micrografias de MEV da farinha seca e liofilizada com aumento de 33x: a) 60° C; b) 75° C; c) 90° C e d) Liofilizada.

A análise da morfologia dos alimentos é importante para avaliar os efeitos do processamento e da adição de aditivos, sobre a estrutura microscópica dos seus nutrientes. Estas estruturas poderão até definir os parâmetros de qualidade que determinam a aceitação dos produtos pelos consumidores (BUCHHEIN, 1998 *apud* JAMAS, 2012).

A utilização de imagem microestrutural proporciona estudos que levarão ao entendimento das mudanças físico-químicas dos alimentos (AGUILERA *apud* JAMAS, 2005).

Nas análises de microscopia eletrônica de varredura da farinha de mexilhão observou-se que as amostras apresentaram diferenças estruturais entre si e de modo geral na textura da farinha, onde foi identificado o aspecto esponjoso (z), com estruturas irregulares (j) e formatos indefinidos dos grãos (y).

Na farinha seca a 60 °C obtivemos grãos interligados por fios formando um tipo de fibra de modo que visualmente não apresenta o aspecto característico da granulometria da farinha. Porém, a partir do momento que a temperatura da secagem dos mexilhões aumentou as fibras foram diminuindo de acordo com as Figura 21b e 21c.

Na liofilização (Figura 21c), os grãos formados foram menores e uniformes de acordo com o estabelecido pela legislação, sendo a liofilização o melhor processo nos aspectos morfológicos e granulométricos. Isso explica o fato de mais da metade da quantidade de farinha liofilizada (55,28%) estar presente no fundo do sistema de peneiras.

#### 4.4 ANÁLISE NUTRICIONAL

Os resultados das análises nutricionais da farinha do mexilhão *Perna perna* cozido, seco a 60, 75 e 90 °C e liofilizado, estão apresentados na Tabela 4 .

Tabela 4: Tabela nutricional do mexilhão cozido, seco e liofilizado em base seca.

Tabela Nutricional					
Amostra	60 ° C	75 ° C	90 ° C	Liofilizado	Mexilhão cozido
Proteínas totais (N x 6,25) (g/100g)	74,5	69,8	73,06	60,56	67,8
Gorduras totais ( g/100g)	8,70	6,72	7,30	5,93	1,31
Ômega 3 ( g/100g)	2,76	1,40	1,56	0,072	1,48
Ômega 6 ( g/100g)	0,218	0,134	0,151	0,051	0,07
Teor de carboidratos (%)	7,66	15,78	11,94	27,11	6,31
Valor calórico (kcal) *	355,68	387,46	397,2	390,32	91,7

\*Valor calórico expresso em base úmida

Com os resultados apresentados na Tabela 4, observamos que o aumento da temperatura de secagem, ocasiona a retirada da água presente na farinha concentrando assim o teor de proteína.

Comparando o teor proteico da carne bovina com a carne do mexilhão em base úmida, encontra-se que em 100 gramas da carne bovina estão presentes 21 gramas de proteína, valor

próximo do encontrado para o mexilhão cozido em base úmida (18,3 g/100g). Em função da carne do mexilhão possuir um conteúdo proteico que se assemelha a carne bovina é considerada uma grande fonte de nutrientes. Isto reforça a utilização da carne de mexilhão *in natura* cozida, ou ainda, processada na dieta humana e a importância em se desenvolver novos produtos.

O aumento da temperatura de secagem ocasionou a degradação dos ácidos graxos ômega 3 e 6. Alguns estudos demonstraram a importância destes ácidos poli-insaturados ômega-3 (n-3 PUFAs) como os ácidos alfa-linolênico (LNA, 18:3n-3), eicosapentaenóico (EPA, 20:5n-3) e docosahexaenóico (DHA, 22:6n-3) na prevenção de doenças cardiovasculares, como arteriosclerose, além de atuar no sistema imunológico e em processos anti-inflamatórios, principalmente, em casos de asma, artrite reumatóide e autoimunidade (Stansby, 1990; Badolato *et al.*, 1991). Porém, o conteúdo lipídico dos peixes é suscetível à deterioração, em razão da rapidez com que o processo de autoxidação ocorre quando PUFAs são expostos ao ar (Stansby, 1990). Nessa degradação, há formação de produtos como aldeídos, cetonas, ácidos, alcoóis e hidrocarbonetos, responsáveis pelas características organolépticas e físico-químicas associadas com a rancificação (Hasenhuettl & Wan, 1992), afetando a qualidade do produto, tornando-o impróprio para consumo. No ponto de vista da nutrição humana a melhor temperatura de secagem do mexilhão para a produção da farinha é 60 °C, onde está presente a menor degradação dos ácidos graxos presentes.

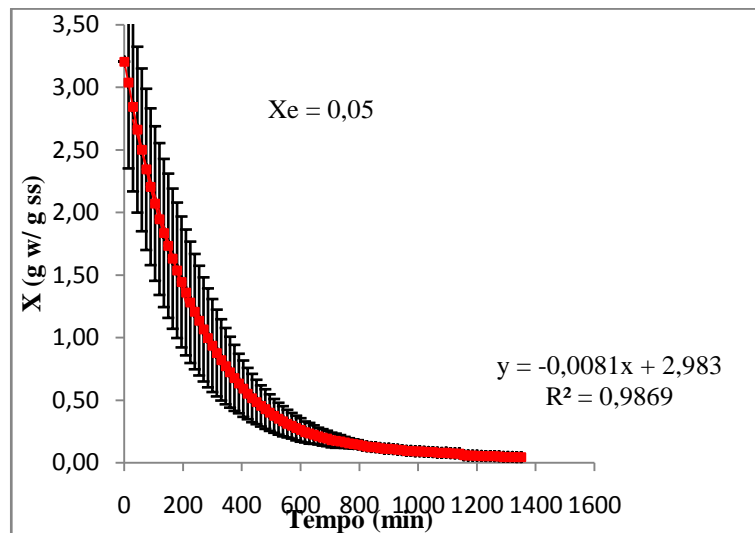
Centenaro *et al.* (2007) encontrou valores de 82,2% proteína; 6,2% lipídios para a polpa do pescado (*Prionotus punctatus*). Isto mostra que a farinha de mexilhão desenvolvida neste trabalho é um alimento com alto teor proteico e baixo teor de gordura pois valores próximos foram encontrados (73,06% proteína e 7,3% lipídios) mesmo submetidos a processos de secagem (90 °C).

Stevanato, *et al.* (2007), avaliou quimicamente a farinha de resíduos da Tilápia na incorporação de sopas. Os resíduos foram secos em forno convencional a 180 °C por 4 h. Foram encontrados os seguintes resultados para a farinha de resíduos: 38,4% proteína; 35,5% lipídios; 2,24 g/ 100g ômega 3; 13,78 g/100 g ômega 6, comparando com os resultados da Tabela 4, a farinha de mexilhão apresenta uma maior fonte de proteína com baixo teor de gordura. A quantidade elevada de ômega 3 e 6 degradado se deve ao fato do pescado ficar submetido a temperatura de secagem mais elevada. A inclusão da farinha na elaboração da sopa aumentou a concentração de todos os ácidos graxos ômega-3, especialmente dos ácidos LNA, EPA e DHA no produto final.

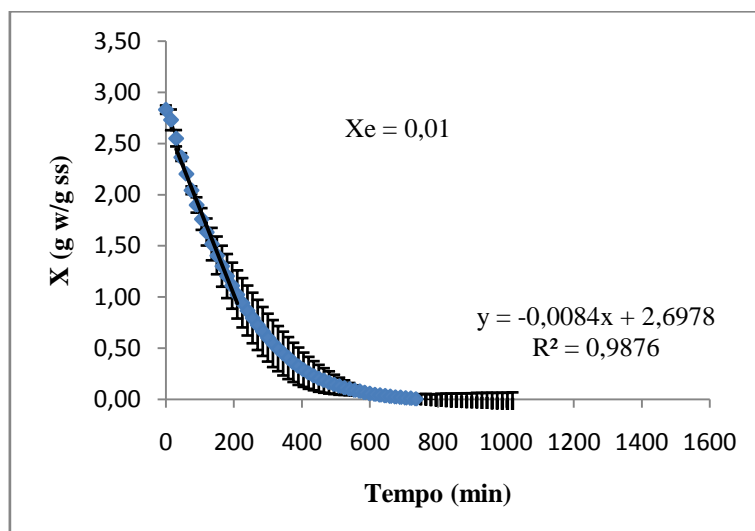
#### 4.5 CURVAS DE SECAGEM

Na Figura 22 estão apresentados os dados experimentais do teor de umidade ( $X$ ) em kg de água/kg de sólido seco contra o tempo ( $t$ ) em minutos e os valores da velocidade de secagem contra o teor de umidade ( $X$ ) dos mexilhões desidratados nas temperaturas de 60, 75 e 90 °C, respectivamente.

a)



b)



c)

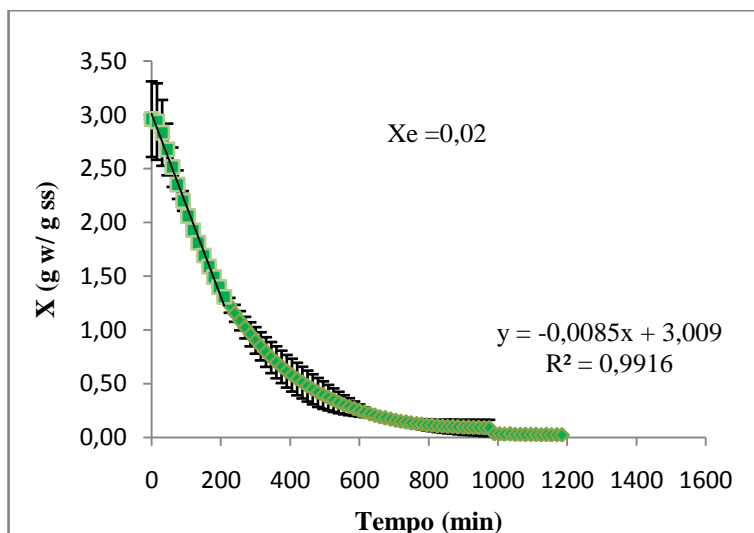


Figura 22: Curvas de secagem dos mexilhões da espécie *Perna perna*, nas temperaturas de a) 60 °C, b) 75 °C e c) 90 °C

Os resultados da Figura 22 mostraram que na secagem dos mexilhões a taxa (velocidade) de secagem apresentou um período constante até cerca de 200 min. A velocidade de secagem obtida para as temperaturas de 60, 75 e 90 °C, foram respectivamente:  $v = 0,0081 \text{ gw gss}^{-1}\text{min}^{-1}$ ;  $v = 0,0084 \text{ gw gss}^{-1}\text{min}^{-1}$  e  $v = 0,0085 \text{ gw gss}^{-1}\text{min}^{-1}$ . Portanto a velocidade do processo não poderá ser utilizada como parâmetro para escolha da temperatura de secagem recaindo essa diferenciação sobre o tempo necessário para se atingir o  $x$  de equilíbrio. O tempo de secagem foi de 1000 min, 500 min e 800 min, para 60 °C, 75 °C e 90 °C, respectivamente.

Quando a temperatura da superfície é elevada a taxa de secagem já cai rapidamente. O período de taxa decrescente pode ser mais dilatado que o período da taxa constante, embora a remoção de umidade seja muito menor. Nestes casos a massa subtraída da superfície foi substituída pelo líquido que vem do interior do sólido, a velocidade deste movimento varia devido a estrutura de cada sólido. Nos sólidos com estruturas fibrosas, o movimento do líquido ocorre por difusão. Se as taxas de difusão forem menores que o escoamento dos capilares, esses sólidos onde a difusão controla o movimento do líquido tendem a secarem sem que haja um período de taxa constante perceptível (FOUST, *et al.*, 1982).

Na literatura, Pereira *et al.* (2014), estudou a secagem de silagem de pescado (cabeça e rabo de peixe bico-de-pato, *Sorubim lima*), e observou que aumentando a temperatura de secagem de 50 para 60 °C a velocidade de secagem aumenta demonstrando, deste modo, a enorme influência que a temperatura exerce durante a secagem. Esse fenômeno não foi



observado neste trabalho, uma vez que independente da temperatura utilizada a velocidade de secagem foi semelhante.

## 5. CONCLUSÃO

É natural que com o aumento da temperatura de secagem e consequente perda de água, ocorra uma diminuição na atividade de água, tornando assim o alimento menos perecível, pois a falta de água livre limita o crescimento de micro-organismos. Comparando os resultados obtidos nos processos de desidratação por secagem e liofilização pode-se concluir que embora o aumento da temperatura tenha elevado a concentração de alguns nutrientes, tais como proteínas e minerais, os testes de composição nutricional, indicaram que a farinha seca a 60 °C possui maior teor de ômega 3 e 6, nutrientes importantes na dieta humana. Houve pouca diferença na velocidade de secagem entre as temperaturas testadas, a diferença esteve no tempo em que foi atingido o ponto de equilíbrio.

Os tratamentos térmicos e de liofilização aos quais o mexilhão foi submetido, mantiveram os teores de proteína, lipídios, carboidratos, valor calórico e ômega 3 e 6 similares aos que são encontrados na literatura tanto para o mexilhão cozido, como para farinha de outros pescados.

Os processos de desidratação avaliados mostraram-se excelentes métodos de conservação do produto, uma vez que não foi observado crescimento microbiano em nenhuma condição testada. A qualidade microbiológica das farinhas apresentou resultados adequados evidenciando que a mesma está dentro dos padrões estabelecidos e próprios para o consumo humano.

A desidratação dos mexilhões provocou a diminuição no valor do pH do alimento, de 7,3 até 6,8. Esses valores foram inferiores aos limites estabelecidos pela legislação (pH <6,8), atestando bom estado e método de conservação do produto para consumo.

Não há legislação específica que trata da granulometria para farinha de mexilhão, exceto para farinha de trigo. Para ser farinha (de trigo), esta deve passar através de peneira com abertura de malha de 250 µm (0,25 mm). Sob esta ótica, nenhum dos processos de desidratação obtiveram um rendimento favorável, pois os processos de secagem tiveram um rendimento de aproximadamente 25% enquanto o processo de liofilização teve um rendimento de 55%. No entanto, como não há regulamentação específica sobre o tema, as aplicações é que irão direcionar que produto será o mais adequado.

Os resultados expostos mostraram que é possível o desenvolvimento de uma farinha de mexilhão dentro dos padrões exigidos. Notou-se que a farinha de mexilhão é uma grande fonte de proteínas com baixo valor de gordura totais, podendo ser utilizado como complemento em alguns produtos da alimentação humana.

Este trabalho está em continuidade com o desenvolvimento de receitas utilizando a farinha de mexilhão sendo submetida a etapa de degustação, também passando pela etapa de shelf-life (análise da vida de prateleira). Em paralelo, sugere-se avaliar a etapa de reidratação do mexilhão após a desidratação (secagem e liofilização), a fim de propor a viabilidade de comercializar o mexilhão seco.

## REFERÊNCIAS

ACUÑA, C.A. Crecimiento y índice de engorde del mejillón *Perna perna* (L.) cultivado en El Golfo de Cariaco, Venezuela. **FAO. Fish Report, 200: 1-9**, Roma, (1977).

AGUILERA, J. M. **Why food microstructure?** Journal of Food Engineering, Essex, v. 67, n. 1-2, p. 3-11, 2005.

ANTONIOLLI, M. A. **Vida Útil do Mexilhão *Perna perna* (L.) Processado e Mantido Sob Refrigeração.** Florianópolis, 1999. 98 p. Dissertação de mestrado. Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International.** 18.ed. atual. Gaithersburg, MA: AOAC International, 2005. Current through revision 4, 2011. Editors: William Horwitz e George W. Latimer Jr.

APHA. **American Public Health Association. Compendium of methods of the Microbiological Examination of Food.** 4º ed., Washington, DC. 2001.

ARAÚJO, M. A. **Característica microbiológica, sensorial e tempo de vida útil de ostras (*Crassostrea gigas*) defumadas.** 2001. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

BADOLATO, E.S.G.; CARVALHO, J.B.; TAVARES, M. **Determinação do ácido eicosapentaenóico (EPA) em óleo de sardinha (*Sardinella brasiliensis*) brasileira e em suplementos alimentares à base de óleo de sardinha.** Revista do Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, v.51, n.1/2, p.75-81, 1991.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M., N. Fundamentos de tecnologia de alimentos, São Paulo: Atheneu Editora, 1998.317p.

BEIRÃO, H.; TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.M.; Processamento e industrialização de moluscos. In: Seminário e workshop tecnologias para aproveitamento integral do pescado. Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL, p. 38-34, 2000.

BENITES, C.I. & SOUZA, S. L. A. **Farinhas de silagem de resíduo de pescado co-secas com farelo de arroz: uma alternativa viável-** Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos. Rio Grande/RS - Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Pelotas. Brasil, vol. 59, núm. 227, p. 450, 2010.

BERRY, P. F. 1978. **Reproduction, growth, and production in the mussel *Perna perna* on the east coast of South Africa.** *Investigational Report. Oceanographic Research Institute.* 48: 1- 28.

BLUME, Simone Isabel; MILECH, C.; RIBEIRO, G. A. **Pizzas mussarella, um risco a saúde do consumidor?**. In: XIV Congresso de Iniciação Científica e VII Encontro de Pós-graduação - UFPEL, 2006, Pelotas. XIV Congresso de Iniciação Científica e VII Encontro de Pós-graduação- UFPEL, 2006.

BORGES, J.T.S.; ASCHERI; J.L.R.; ASCHERI, D.R.; NASCIMENTO, R.E.; FREITAS, A.S. **Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Wild) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*, L) polido por extrusão termoplástica**. *Boletim do CEPPA*, v.21, n.2, p.303-322, jul./ dez. 2003.

BOSCOLO, W.R. *et al.* **Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.1, p.8-13, 2004.

BORGES, J.T.S. *et al.* **Caracterização físico-química e reológica de farinhas mistas de trigo e linhaça**, 2011, Curitiba, v. 29, n. 2, jul./dez. 2011.

BOTELHO, A. T.- **Generalidades sobre pescado seco e salgado**, Cons. Peixe, Lisboa, 249 : 17, 1966

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de produtos de Origens Animal – R.I.I.S.P.O.A.** Brasília, 1980. 165p.

BRASIL. Resolução RDC nº12, de 02 de janeiro de 200 1. Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. *Ministério da Saúde*. ANVISA, Brasília, DF, 2001a.

BRASIL. Legislação Brasileira sobre a entidade e as características mínimas de qualidade a que deverá obedecer a farinha de trigo, Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996. Disponível em > [http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/portarias/354\\_96.htm](http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/portarias/354_96.htm)< Acesso em: 12 nov . 2014.

BRASIL. Resolução RDC, nº12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Publicado no Diário Oficial da União, Brasília, 10 de janeiro de 2001. Disponível em: < <http://www.anvisa.gov.br>> . Acesso em: 9 de dezembro de 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. Resolução – RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos em Alimentos. Disponível em: < [http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12\\_01rdc.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm)> Acesso em: 22 out. 2015.

BRASILEIRO, O.L. *et. al.* **Determinação da composição química e das propriedades funcionais de concentrado proteico e de farinha liofilizada de resíduos de camarão**, 2012, Ciênc. Agrotec (online). 2012, vol. 36, n.2, PP 189-194., 2012.

BUCHHEIM, W. Foodstuffs. In: ROBARDS, A. W.; WILSON, A. J. **Procedures in electron microscopy**. London: John Wiley, 1998, p. 45-68.

CABRAL, A. C. D.; ALVIM, D. D. **Alimentos desidratados – conceitos básicos para sua embalagem e conservação**. Boletim do ITAL, v.18, n.1, p.1-65, 1981.

CAVALHEIRO, D. **Estudo de Alternativos para o processamento de mexilhão (*Perna perna*)**. 2011. 213p. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011

CARMO, T.M.S, COSTA, M.B. & SIQUEIRA, H.P.. Determinação do valor nutritivo da carne de mexilhões, *Perna perna* (Mollusca: Bivalvia). Estudos sobre o teor de proteínas, lípides, glicogênio e água. Resumos. **In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 36:** 750, (1984).

CAGLAK, E; CAKLI, S.; KILINC, B. Microbiological, chemical and sensory assessment of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) stored under modified atmosphere packaging. **European Food Research and Technology**, v. 226, p. 1293-1299, 2008.

CAMPUZANO, P.P.R. **Estudo da produção de conservas de mexilhão perna perna em óleo de soja e azeite de oliva**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) – Programa de Pós Graduação, Universidade da Região de Joinville, Joinville, 2012.

CARNEIRO, M.J.M; **Congelamento de filés de sardinha por imersão e avaliação física e sensorial de sua qualidade durante a estocagem**. Campinas, 1999.135p. Tese (Doutorado)- Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

CASARINI, L. M.; HENRIQUES, M.B.; **Estimativa de estoque do mexilhão perna perna e da espécie invasora *isognomon bicolor* em bancos naturais da baía de santos, são paulo, brasil**; Bol. Inst. Pesca, São Paulo, 37(1): 1 – 11, 2011

CELESTINO, S.M.C. **Princípios de Secagem de Alimentos**, 1 ed., 2010.

CENTENARO, G. S. *et al.* **Enriquecimento de pão com proteínas de pescado**, 2007 - Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.27 no.3 Campinas July/Sept. 2007.

CEREDA, M. P.; CATÂNEO, A. **Avaliação de parâmetros de qualidade da fécula fermentada de mandioca**. Revista Brasileira de Mandioca, Cruz das Almas, v. 5, n. 2, p. 55–62, 1986.

CHISTÉ, Renan C.; COHEN, Kelly de O.; OLIVEIRA, Suzy S. **Estudo das propriedades físico-químicas do tucupi**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 27(3): 437-440, jul.-set. 2007.

CLUCAS, I.J. **Fish handling, preservation and processing in the tropics**. London: Tropical Products, Institute, 1981.v.1.85p.

CONCEIÇÃO, L.L. *et al.* **Caracterização nutricional e tecnológica de cultivares de sorgo (*sorghum bicolor* l. moench.) destinados a alimentação humana**, 2008 - Estudante do curso de Nutrição, Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa - Campus Universitários/Pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo – Sete Lagoas –MG - Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa – Campus Universitário - Viçosa-MG, 2008.

CONTRERAS-GUSMÁN, E.S. “Pescado e produtos marinhos”. In: VAN DENDER, A.G.F. **Armazenamento de gêneros e produtos alimentícios**. São Paulo: Secretaria de Indústria e Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982.p.201-225.

CONTRERAS-GUSMÁN, E.S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 409p.

CODEX ALIMENTARIUS. **Manual de procedimento. 20º edición. Organización Mundial de La Salud y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y La Alimentación**, 2010.

CORDEIRO, D. **Qualidade do Mexilhão *Perna perna* submetido ao processo combinado de cocção, congelamento e armazenamento**. Piracicaba, 2005. 82 p. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura —Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo – USP.

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.

DEDAVID, B. A.; COSTA,E.M.; FERREIRA, C.R.F.. **A Study of Precipitates Formation in AA380.0 Aluminum Alloys Modified by The Addition of Magnesium**. J. of Thermal Analysis and Calorimetry, v.4, p.473-480, 2002.

EPAGRI. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA. **Manual do cultivo do mexilhão *Perna perna***.Florianópolis: EPAGRI, 1994. 140 p.

EPAGRI. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA. Disponível em: <http://www.epagri.sc.gov.br/wp->

content/uploads/2013/08/Sintese\_informativa\_da\_maricultura\_2013.pdf. Acesso: 13 jul. 2015.

ESPÍNDOLA, A *et al.* **Processamento agroindustrial de resíduos de peixe, camarões, mexilhões e ostras pelo sistema cooperativo.** Rev.Educ.Contin.CRMV, São Paulo, v.4,n1. Nov.2001. p.52-61

ESPINOLA, O.; DIAS, R.O. **O mexilhão como matéria prima alimentar ABIA/ SAPRO,** n.47, p.10-30, 1980.

FAO. The state of world fisheries and aquaculture, 2008. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0250e/i0250e.pdf>> Acesso em: 13 dez. 2015.

FARIAS, H. **Qualidade higiênico-sanitário na cadeia produtiva de ostras, *Crassostrea sp.*, cultivadas na Baía de Guaratuba, PR, Brasil.** Curitiba, 2008. 94f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

FELLOWS, P. **Tecnología del procesado de los alimentos: principios y prácticas.** Zaragoza: Acribia, 1994. 549 p.

FERNANDES, F.C.; **Ecologia e biologia do mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758), na região de Cabo Frio - Brasil.**, São Paulo, (Tese de doutoramento), Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, (1981), 145 p.

FERNANDES, A.F. *et al.* **Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum* Lineu)** 2008, Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 28(Supl.): 56-65, dez. 2008

FERREIRA, J. F.; MAGALHÃES, A. R. M. **Mexilhões: Biologia e Cultivo.** Apostila UFSC. 1997.

FERREIRA, J. F., MAGALHÃES, A.R.M. Cultivo de mexilhões. In: Aquicultura experiências brasileiras, SC: Multitarefa, 2003.

FERREIRA, M.F.P. *et al.* **Estudo da secagem da casca do maracujá amarelo,** 2010 - Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.12, n.1, p.15-28, 2010.

FORCELINI, H.C.D. **Depuração de ostras de cultivo da Baía de Guaratuba, PR, Brasil. Pontal do Paraná,** 2009. 81f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos) - Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2009

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança Alimentar.** Porto Alegre :Artmed, 2002. 424 p.

FOUST, A.S.; WENZEL, L.A.; CLUMP, C.W.; MAUS, L.; ANDERSEN, L.B. **Princípio das operações unitárias.** Rio de Janeiro: Editora AS, 2ª ed., 1982.



FRANCO, B. D. G. M. ; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo :Editora Atheneu, 2005. 196 p.

FURLAN, E.F. *et al.*; **Interferência das características biométricas na composição centesimal de mexilhões *Perna perna***. In: Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003. Resumos: São Paulo; USP, 2003.

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.

FURTADO, A. A. L. **Conservação de frutos do mar. In: SEMINÁRIO E WORKSHOP TECNOLOGIA PARA APROVEITAMENTO INTEGRAL DO PESCADO**. Campinas. Centro e Tecnologia de Carnes. Campinas: ITAL, 2000.P.7-12.

GALVÃO, J. A.; FURLAN, É. F. ; SALÁN, E. O. ; PORTO, E. ; OETTERER, M. **Características Físico-químicas e Microbiológicas (*Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus*) da Água e dos Mexilhões Cultivados na Região de Ubatuba, SP**. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.30, n.6, p. 1124-1129, nov./dez., 2006.

GARRITY, G.M. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. 2. ed. Hardcover: Springer, 2005. 2816 pages; Vol. 2 (Parts A, B e C).

GEANKOPLIS, M.R.A. **Transport processes and unit operations**. New Jersey, USA: Prentice Hall, 1993.

GEROMEL, E. J. & FORSTER, R. J. **Princípios Fundamentais em Tecnologia de Pescado**. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. Coordenadoria e Comércio, 1982. 127p.

GONÇALVES, G. S.; PEZZATO, L.E; BARROS, M.M. *et al.* **Efeitos da suplementação de fitase sobre a disponibilidade aparente de Mg, Ca, Zn, Cu, Mn e Fe em alimentos vegetais para a tilápia do Nilo**. *R.Bras.Zootec.*,v.34, n.6, 2005 p.2155-2163.

GRANT, W. S., SCHNEIDER, A. C., LESLIE, R. W. & CHERRY, M. I. 1992. **Population genetics of the brown mussel *Perna perna* in southern Africa**. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 165: 45-58.

GUERREIRO, LILIAN. **Dossiê técnico: massas alimentícias**. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro – REDETEC, set. 2006.

GUILHERME, R.F. *et al.* **CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E PERFIL AMINOÁCIDICO DA FARINHA DE SILAGEM DE CABEÇA DE CAMARÃO**, 2007 - *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 31, n. 3, p. 793-797, maio/jun., 2007.

HASENHUETTL, G.L.; WAN, P.J. **Temperature effects on the determination of oxidative stability with the metrohm rancimat.** Journal of American Oil Chemists' Society, v.69, n.6, p.525-527, June 1992.

HONDA, T.; YOH, M.; KONGM UANG,; MIWATANI, T. Enzyme Linked Immunosorbent assays for detection of Thermostable Direct Hemolysin of *Vibrio Parahaemolyticus*. Journal of Clinical Microbiology, Washington: **American Society for Microbiology**, v.45, n. 3, p.38, 2000.

HUBER, E. **Resfriamento a vácuo de cortes de carnes após o cozimento.** Florianópolis, 2004. 85 p. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

HUNGERFORD, J.M. Fish and other marine products. In: **ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis.** Washington, 1995. cap. 55.p. 1-30.

IBAMA 2007. **Estatística da Pesca 2007: Brasil e Grandes Regiões e Unidades da Federação.** Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis, Brasileiro, 2007.

ICMSF – International Commission on Microbiological Specifications for Foods of the International Union of Microbiological Societies. **APPCC na qualidade e segurança microbiológica de alimentos.** 377 p. São 126 Paulo: Livraria Varela, 1997.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea - São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 1. ed. digital, 2008.

JAMAS, E. **Valor agregado aos resíduos do processamento de tilápia: aspectos tecnológicos, químicos e microestruturais,** 2012. Dissertação apresentada ao Programa de Pós- graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da Unesp – CAUNESP, Jaboticabal, 2012.

JAY, J.M. **Microbiologia de Alimentos.** 6ª Edição. Ed. Artmed, 2005.

JESUZ, J.C. *et al.* **Sistema de controle automático da temperatura do ar de secagem em secador de plantas medicinais,** 2001 - Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.3, n.1, p.43-46, 2001.

JOSÉ, V.F. *Bivalves e a segurança do consumidor.* São Paulo, 1996. 157 f. Tese (Mestrado em Ciência Ambiental) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.

KAI, M.; RUIVO, U. **Trabalhos apresentados no Seminário sobre Controle de Qualidade na Indústria do Pescado**. 1988. São Paulo: Loyola, 1988. 303p.

KENSLEY, B. & PENRITH, M. L. New records of Mytilidae from the northern south west african coast. *Annals of the South African Museum* 57: 15-24, 1970.

KESTENBACH H. J. , NÁDIA C. P. S. NOCITE, RINALDO GREGÓRIO P, JOACHIM LAOS E JÜRGEN PETERMANN; **Resolução Lamelar num Novo Microscópio Eletrônico de Varredura**; *Polímeros* vol.7 no.1 São Carlos Jan./Mar. 1997.

KLAPPENBACH, M.A.. Lista preliminar de los Mytilidae brasileños con claves para determinación y notas sobre su distribución. **Anais Acad. Bras. Cienc.** 37: 327- 52, (1965).

LABUZA, T.P. ; BELL, L. N. Moisture Sorption: Pratical Aspects of Isotherm Measurement and Use. 2ª ed. 122p., 2000.

LATHAM, M.C. **Nutrición humana em el mundo desarrollo**. Roma: FAO, 2002 cap.9 p.101: Macronutrientes carbohidratos, grasas, y proteínas.

LEITE, L. A. **Influencia da predação, Parasitismo e densidade de sementes na perda de mexilhão *Perna perna* (L. 1758), cultivados na Baía Norte da Ilha de Santa Catarina**. Dissertação (mestrado) - UFSC- Florianópolis, 2007.

LIAPIS, A. L. Freeze Drying. In: MUJUMDAR, A. S. **Handbook of Industrial Drying**. New York: Marcel Dekker Inc., 1987. cap. 1, p. 3-45.

LIMA, M. **Avaliação das condições de processamento de mexilhão *Perna perna* pré-cozidos e resfriado**. 2010.111p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

LIMA, C.A.R. *et al.* **DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FARINHA OBTIDA A PARTIR DE RESÍDUO DE SALMÃO (SALMO SALAR L.)**, 2014, (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ) - ABQ - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA | Centro Rio de Janeiro/RJ, 2014.

LUDORFF, W; MEYER, V. **El Pescado Y Los Productos de La Pesca**. 2ª Ed. Zaragoza: Acribia, 1973, 342 p.

MACHADO, M. **Maricultura como Base Produtiva Geradora de Emprego e Renda: Estudo de Caso para o Distrito de Ribeirão da Ilha no município de Florianópolis**. 2002. 129p. Tese de (Doutorado - Eng. de Produção) - UFSC.

MAGALHÃES, Aimê Rachel Magenta; FERREIRA, Jaime Fernando (Org.). Cultivo de Mexilhões. In: POLI, Carlos Rogério *et al.* **Aquicultura: Experiências Brasileiras**. Florianópolis: Multitarefa, 2004.

Mandelli, E. F., and A. Acuna. 1975. **The Culture Of The Mussel, Perna Perna And The Mangrove Oyster, Crassostrea Rhizophorae In Venezuela.** Marine Fisheries Review 37:15-18.

MARQUES, H.L.A.; PEREIRA, R.T.L. Mexilhões Biologia e Criação. Boletim técnico n° 12, Instituto de pesca-Secretaria de Agricultura e Abastecimento – Coordenadoria de Pesquisa Agropecuária- Governo do Estado de São Paulo, 1988, 32p.

MARQUES, H.L.A. **Criação comercialização de mexilhão.** São Paulo: Ed. Nobel, 1998.111p.

MELONI, Pedro Luis Santos. **Desidratação de frutas e hortaliças.** Fortaleza: Instituto Frutal, 2003. 87 p.

MENEZES, E.M.S. *et al.* **Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada,** 2008, vol. 38(2) 2008: 311 – 316, 2008.

MENEZES, A.R.V. *et al.* **Estudo comparativo do pó da acerola verde (*malpighia emarginata* d.c) obtido em estufa por circulação de ar e por liofilização,** 2009 - Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.11, n.1, p.1-8, 2009.

MESSER, J.W; MIDURA, T.F.; PEELER, J.T. Sampling plans. In: VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D.F.. **Compedium of methods for the microbiological examination of foods.** 3 ed. Washington: American Public Health Association, 1992 –cap 2, p.25-74.

MILLAMENA, O.M. **Replacement of fish meal by animal by-product meals in a practical diet for grow-out culture of grouper *Epinephelus coiodes*.** Aquaculture, v.204, p.75-84, 2002.

MOHAMED HATHA, A.A.; LAKHMANPERUMALSAMY, P. **Prevalence of *Salmonella* in fishand crustaceans from markets in Coimbatore, South India.** *Food Microbiology*, London: Academic Press, v.14, p.111- 116, 1997.

MOLINS, R. A.; **Food irradiation: Principles and applications.** New York: Wiley, 2001.

MORELLI, A.M.F. **Isolamento de enterococcus e coliformes fecais de ostras (*Crassostrea rhizophorae*) comercializadas na Praia do Futuro, Fortaleza, Ceará.** Fortaleza, 2003. 105 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003. MOURA, A.F.P.; MAYER, B.D.M.; LANDGRAF, M.; TENUTA, F.A.

NETO, F. M. O. **Síntese informativa da produção de moluscos (mexilhões, ostras e vieiras) no estado de Santa Catarina em 2006.** Boletim técnico. Florianópolis: Epagri/ Cedap, 2007. Disponível na url: <http://www.Epagri.ret-sc.br>

NETO, L.J.H. **Obtenção de tomate seco através do uso de um sistema solar alternativo de baixo custo**, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.

NETO, A.A.C. **Desenvolvimento de massa alimentícia mista de farinhas de trigo e mesocarpo de babaçu (*orbignya sp.*)** 2012. 82p. Dissertação (Programa de pós-graduação em ciência e tecnologia de alimentos, Universidade federal rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia, 2012.

NI, C.Z.; HUANG, Z.G.. **Faecal coliform contamination of intertidal bivalves from Hong Kong**. In: International workshop on the malacofauna of hong kong and southern china, 2., 1985. Hong Kong. Anais...; Hong Kong: Hong Kong University Press, p.473-478, 1985.

OCKERMAN, H.W.; HANSEN, C. L. **Indrustrialización de Subproductos de origem animal**. Zaragoza: Editora Acribia, 1994. 387p.

ORBAN, E., NEVIGATO, T., DI LENA, G., CASINI, I., & MARZETTI, A. 2003. **Differentiation in the lipid quality of wild and farmed seabass (*Dicentrarchus labrax*) and gilthead sea bream (*Sparus aurata*)**. J. Food Sci. 68(1), 128-132.

ORDOÑEZ, J. A. P.; RODRÍGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de Alimentos – Volume I: Componentes dos Alimentos e Processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PACHECO, D. **Brasil investe no futuro da aqüicultura e pesca**. Revista Nacional da Carne, v.28, n.236, p.18-23, 2004.

PALACIN, J.J.F.; FILHO, A.F.L.; CECON, P.R.; MONTES, E.L.M. **Determinações das curvas de secagem de milho nas espigas (*Zea mays L.*)**. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v. 13, n. 4, p. 300-313, 2005.

PARK, K.J.; ANTONIO, G.C.; OLIVEIRA, R.A.; PARK, K.J.B. **Conceitos de processo e equipamentos de secagem**. Campinas, 2007.

PEREIRA, V. A. J. *et al.*; **Estudo da secagem de silagem de pescado em secador de bandeja e liofilizador**; Engenharia e Tecnologia de Alimentos, 2014.

PORTELLA, C. G. **Avaliação da qualidade da ostra nativa *Crassostrea brasiliana* congelada em concha em função da composição química e análise sensorial**, 2005. 75 p. Dissertação apresentada ao Programa de Pósgraduação em Aqüicultura, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre, Jaboticabal/SP, 2005.

REIS, R.P. *et al.* **Teor de umidade de farinhas de mandioca simples e temperadas comercializadas no município de Uberaba – MG**, 2010 - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba - IFTM , 2010.

REIS, T.A. **Caracterização de macarrão massa seca enriquecido com farinha de polpa de pescado**. Dissertação – Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos. Universidade Federal de Lavras. 83p. Lavras, 2013

RESGALLA, C.J.; WEBER, L.I.; CONCEIÇÃO, M.B.D. (editores). O mexilhão *Perna perna* (L.): **Biologia, Ecologia e Aplicações**, Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

RIBEIRO-COSTA, C.S.; MORINONI, L. Mollusca. In: **invertebrados: manual de aulas práticas**. Ribeirão Preto: Halos, 74-1005, 2002. 226p. Séries Manuais Prático em Biologia.

RIEDEL, G. **Controle sanitário de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1992. 320 p.

RIOS, E. C. 1994. *Seashells of Brazil*. 2nd ed. Museu Oceanográfico Prof. E. C. Rios da Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande. 368 p.

ROCA, R.P. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas UNESP, 2000. 202p.

ROMERO, S.M.B.; MOREIRA, G.S. **Efeitos combinados de salinidade e temperatura na sobrevivência de embriões e veligers de *Perna perna* (Linné, 1758) (Mollusca- Bivalvia)**. *Boletim de Fisiologia Animal*, São Paulo: USP, v.5, p.45-58, 1981.

ROMERO, J. T.; GABAS, A. L.; YAMASHITA, F.; TELIS, V. R. N.; MENEGALLI, F. C. **Secagem de produtos alimentícios**, São José do Rio Preto: UNESP, 1997. p. 58.

ROSA, R.C.C.; GUZENSKI, J.; PEREIRA, A. **Manual de cultivo de mexilhão *Perna perna***. Florianópolis: EPAGRI, 1994, p.140.

ROSSI, S.J.; ROA, G. **Secagem e armazenamento de produtos agropecuários com uso de energia solar e ar natural**. São Paulo. Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1980. 295p.

RUPPERT, E.E.; BARNES, R.D. **Zoologia dos invertebrados**. 6. ed. São Paulo: Roca, 1996. 1029 p.

SALÁN, E. O. ; GALVÃO, J. A. ; FURLAN, É. F. ; PORTO, E. ; GALLO, C. R. ; OETTERER, M. Quality of mussels cultivated and comercialized in Ubatuba, SP, Brazil – monitoration *Bacillus cereus* and *Staphylococcus aureus* growth after post-harvest processing. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.1, p. 152-159, jan.-mar., 2008.

SANTOS, E. **Moluscos do Brasil: Vida e costumes**. Belo Horizonte: Itatiaia Ltda, 1982. 141p. Coleção Zoologia Brasileiras, v.7

SANTOS, T. M. **Avaliação Bacteriológica e Físico-Química (pH e N-BVT) da Carne de Piramutaba, *Brachyplatistoma vaillanti* (Siluriformes, Pimelodidae), Congelada**

**Comercializada em Belo Horizonte – MG.** Belo Horizonte, MG. 2006. 27 p. Dissertação de mestrado. Escola de Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

SANTOS, F.W. **Período de permanência de cordas do mexilhão *Perna perna* (L., 1758) em cultivo.** Florianópolis, 2009. 40 f.TCC (graduação em Engenharia da Aquicultura) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2009.

SCALICE, R. K. **Desenvolvimento de uma Família de Produtos Modulares para o Cultivo e Beneficiamento de Mexilhões.** Florianópolis, 2003. 252 p. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

SHAFEE, M. S. 1989. Reproduction of *Perna picta* (Mollusca: Bivalvia) from the Atlantic coast of Morocco. *Marine Ecology Progress Series*, 53: 235-245.

SIDDALL, S.E. **Effects of temperature and salinity on metamorphosis in two tropical mussels.** In: Annual Meeting of the National Shellfisheries Association, 70.; New Orleans. *Anais...*; New Orleans: National Shellfisheries Association, p.69-199, 1979.

SILVA JÚNIOR, E.A. **Manuel de Controle Higiênico-Sanitário em Alimentos.** São Paulo: Livraria Varela, 1995. 347p.

SILVA JÚNIOR, E.A. APPCC na Qualidade e Segurança Microbiológica de Alimentos. São Paulo: Livraria Varela LTDA, 1997.377p.

SILVA, J.A. **Tópicos da tecnologia dos alimentos.** São Paulo: Livraria Varela, 2000. 113 - 120p.

SILVA, L.P. **Avaliação do prazo de vida comercial da lingüiça de frango preparada com diferentes concentrações de polifosfato.** Programa de pós-graduação em medicina veterinária: Higiene Veterinária e processamento tecnológico de produtos de origem animal. Universidade Federal Fluminense, Niterói- Rio de Janeiro, 2004.

SILVA, C.G.M. *et. al.* **Caracterização físico-química e microbiológica da farinha de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC) 2007, Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 27(4): 733-736, out.-dez. 2007**

SILVA, R. F. da; ASCHERI, J. L. R.; PEREIRA, R. G. F. A.; MODESTA, R. C. D.; **Aceitabilidade de biscoitos e bolos à base de arroz com café extrusados.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas (29) (4) p. 815-819, 2009.

SIMÕES, *et al.* **Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*).** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 27(3): 608-613, jul.-set. 2007

SOARES, A. G.; Freire-Júnior, R. S. 1992. **Curso de higiene e sanificação na indústria de alimentos.** Rio de Janeiro, Embrapa, CTAA. 97 pp.

SOBRINHO, *et al.* **Composição química e avaliação do processo de liofilização do filé de sardinha-laje** (*Opisthonema oglinum*). ISSN 1983-4209 - Volume 05– Número 02 – 2011

SOUZA, *et al.*, **Secador solar a baixo custo para frutas tropicais**, Congresso Nacional de Engenharia Mecânica – CONEM, Belém, Pa, 2004.

SOUZA, R.V.; NOVAES, A. L. T.; DOS SANTOS, A. A.; RUPP, G. S.; SILVA, F. M. Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves no Litoral de Santa Catarina. **Panorama da Aqüicultura**, p. 54-59, 2009.

STANSBY, M.E.; HERMANN, S.; GRUGER JUNIOR, E.H. **Fatty acid composition of fish**. In: STANBY, M.E. Fish oils in nutrition. New York: V.N. Reinhold, 1990. 313p

STEVANATO, F. B. *et al.*, **Avaliação química e sensorial da farinha de resíduo de tilápias na forma de sopa**; Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 27(3): 567-571, jul.-set. 2007.

SZENTTAMÁZY, E.R. *et al.* **TECNOLOGIA DO PESCADO DE ÁGUA DOCE: APROVEITAMENTO DO PACU** (*Piaractus mesopotamicus*), 1993 - *Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial - ESALQ-USP -1993.*

TAN, S.H.. Effect of salinity on hatching, larval growth and survival in the green mussel *Perna viridis* (Linnaeus). **Proceedings of the seventh Workshop of the Tropical Marine Mollusc Programme TMMP on Central and West Java, Indonesia 17** (1): 279-284, 1997.

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.

TAVARES, S.A. *et al.* **Caracterização físico-química da mucilagem de inhame liofilizada**, 2011 - Ciênc. agrotec., Lavras, v. 35, n. 5, p. 973 -979, set./out., 2011.

TRABULSI, L.R.; ALTERTHUM, F. **Microbiologia**. 5. ed. São Paulo: Atheneu, 2008. 760 p.

TRAVAGLINI, D.A., NETO, M.P., BLEINROTH, E.W., LEITÃO, M.F. **Banana- Passa: Princípios de secagem, conservação e produção industrial**. Campinas: ITAL/ Rede de Núcleos de Informação Tecnológica, 1993. 73p. (Manual Técnico, 12).

TRIBUZI, G. **Desenvolvimento de alternativas tecnológicas para o processamento e conservação da carne de mexilhão**, 2013. 174 p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Doutor em Engenharia de Alimentos), 2013.



VAN ERKOM SCHURINK, C. & GRIFFITHS, C.L. 1990. Marine Mussels of Southern Africa—their distribution patterns, standing stocks, exploitation and culture. *Journal of Shellfish Research* 9(1): 75-85.

VIEIRA, R.H. **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado: teoria e prática**. São Paulo: Varela, 2004, 380p.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) **Foodborne disease outbreaks**. Geneva, Swetzerland: WHO Libraty Cataloguing - in -Publication Data, 2008.152p.

WOOD, P. C. **Manual de Higiene de los Mariscos**. Zaragoza: Acribia, 1979. 79 p.

## ANEXO 01

Abertura das peneiras	Quantidade retida (%)			
	60° C	75°C	90°C	Liofilizada
1,18 mm	12,92%	10,68%	9,38%	0
0,71 mm	18,52%	13,96%	10,84%	3,24%
0,60 mm	4,82%	5,02%	3,68%	2%
0,50 mm	10,02%	9,20%	7,78%	5,80%
0,35 mm	14,06%	15,28%	14,46%	12,88%
0,25 mm	14,42%	20,48%	23,18%	20,80%
Fundo	25,24%	25,38%	30,68%	55,28%

Tabela 5: Granulometria para as farinhas do mexilhão seco e liofilizado.

## ANEXO 02

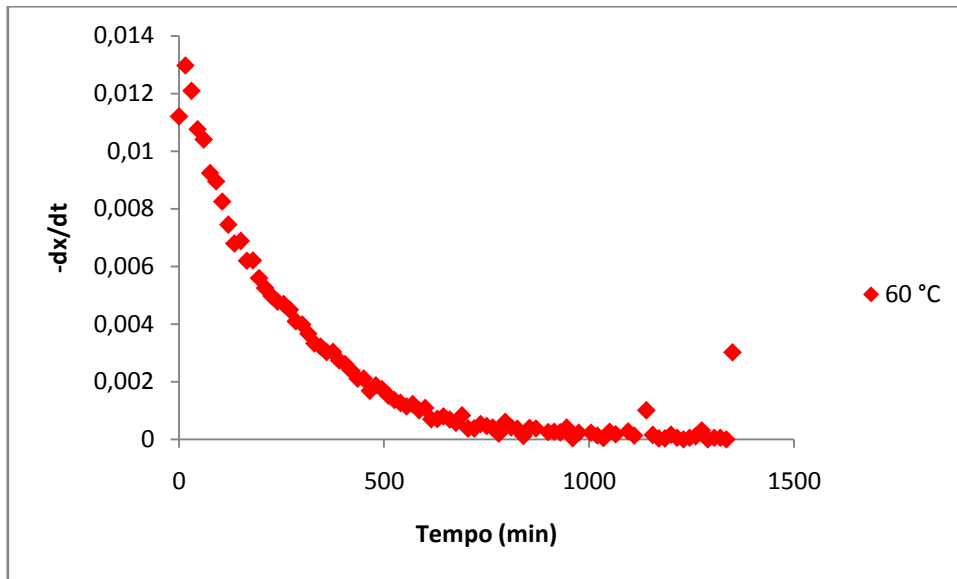


Figura A.1: Taxa de secagem do mexilhão *Perna perna* a 60° C.

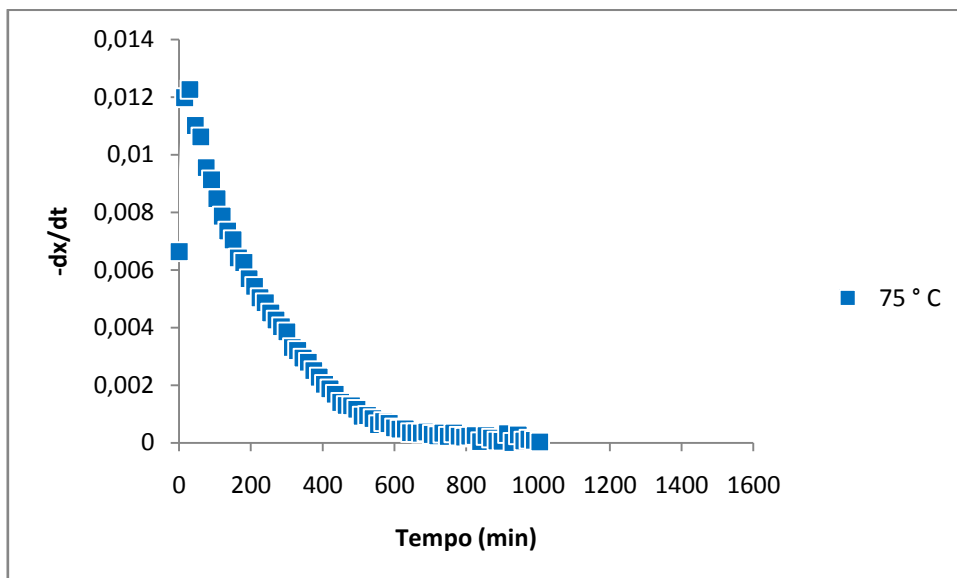
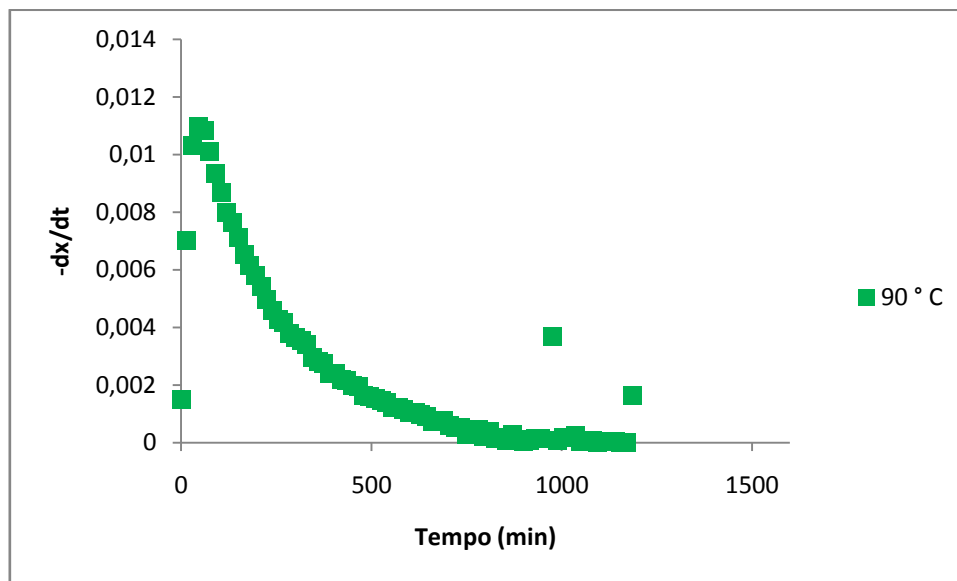


Figura A.2: Taxa de secagem do mexilhão *Perna perna* a 75° C.



## ANEXO 03

### MINUTA DO RELATÓRIO DA PROPOSTA 1427

Cliente: ANDREA LIMA DOS SANTOS SCHNEIDER  
Endereço: Rua Paulo Malschitzki, 10 – Campus Universitário  
Joinville – SC  
Período de ensaio: 14/05 a 22/06/2015

Os resultados são restritos ao material ensaiado/recebido no Tecpar.  
A amostragem do material é responsabilidade do cliente. Este documento só poderá ser reproduzido por inteiro.

#### 1. MATERIAL

Identificado pelo cliente como: FARINHA DE MEXILHÃO SECO A 60 °C.  
Acondicionado em embalagem plástica.

#### 2. SERVIÇOS REALIZADOS

Ensaio de proteínas totais, gorduras totais, ômega 3 e 6.

#### 3. MÉTODOS UTILIZADOS

Proteínas totais – Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR – Instrução de Ensaio – IE LABAM 206 Rev.: A. Referência: A.O.A.C. – Official Methods of Analysis, 18<sup>th</sup> ed., 2005, 2001.11 e 991.20.

Gorduras totais (extrato etéreo) – Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR – Instrução de Ensaio – IE LABAM 204 Rev.: A. Referência: A.O.A.C. – Official Methods of Analysis, 18<sup>th</sup> ed., 2005, 920.39.

Perfil de ácidos graxos – Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR – Instrução de Ensaio – IE LABAM 243 Rev. A. Referência: A.O.A.C. – Official Method of Analysis, 18<sup>th</sup> ed., 2005 – 969.33 / 996.06 / 963.22.

#### 4. RESULTADOS

Proteínas totais (N x 6,25), g/100g.....	64,3
Gorduras totais, g/100g.....	8,0
Ômega 3, g/100g.....	2,39
Ômega 6, g/100g.....	0,18

#### Observação:

- Os resultados expressam a média de duas determinações efetuadas no material recebido.

Curitiba, 24 de junho de 2015.

Figura B.1: Laudo das análises de proteínas, lipídios e ômega 3 e 6 da farinha do mexilhão seco a 60° C.

**MINUTA DO RELATÓRIO DA PROPOSTA 1427**

Cliente: ANDREA LIMA DOS SANTOS SCHNEIDER  
 Endereço: Rua Paulo Malschitzki, 10 – Campus Universitário  
 Joinville – SC  
 Período de ensaio: 14/05 a 22/06/2015

Os resultados são restritos ao material ensaiado/recebido no Tecpar.  
 A amostragem do material é responsabilidade do cliente. Este documento só poderá ser reproduzido por inteiro.

**1. MATERIAL**

Identificado pelo cliente como: FARINHA DE MEXILHÃO SECO A 75 °C.  
 Acondicionado em embalagem plástica.

**2. SERVIÇOS REALIZADOS**

Ensaio de proteínas totais, gorduras totais, ômega 3 e 6.

**3. MÉTODOS UTILIZADOS**

Proteínas totais – Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR – Instrução de Ensaio – IE LABAM 208 Rev.: A. Referência: A.O.A.C. – Official Methods of Analysis, 18<sup>th</sup> ed., 2005, 2001.11 e 991.20.

Gorduras totais (extrato etéreo) – Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR – Instrução de Ensaio – IE LABAM 204 Rev.: A. Referência: A.O.A.C. – Official Methods of Analysis, 18<sup>th</sup> ed., 2005, 920.39 .

Perfil de ácidos graxos – Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR – Instrução de Ensaio – IE LABAM 243 Rev. A. Referência: A.O.A.C. – Official Method of Analysis, 18<sup>th</sup> ed., 2005 – 969.33 / 998.06 / 963.22.

**4. RESULTADOS**

Proteínas totais (N x 6,25), g/100g.....	67,4
Gorduras totais, g/100g.....	6,3
Ômega 3, g/100g.....	1,36
Ômega 6, g/100g.....	0,13

**Observação:**

- Os resultados expressam a média de duas determinações efetuadas no material recebido.

Curitiba, 24 de junho de 2015.

Figura B.2: Laudo das análises de proteínas, lipídios e ômega 3 e 6 da farinha do mexilhão seco a 75° C.

**MINUTA DO RELATÓRIO DA PROPOSTA 1427**

Cliente: ANDREA LIMA DOS SANTOS SCHNEIDER  
 Endereço: Rua Paulo Malschitzki,10 – Campus Universitário  
 Joinville – SC  
 Período de ensaio: 14/05 a 22/06/2015

Os resultados são restritos ao material ensaiado/recebido no Tecpar.  
 A amostragem do material é responsabilidade do cliente. Este documento só poderá ser reproduzido por inteiro.

**1. MATERIAL**

Identificado pelo cliente como: FARINHA DE MEXILHÃO SECO A 90 °C.  
 Acondicionado em embalagem plástica.

**2. SERVIÇOS REALIZADOS**

Ensaio de proteínas totais, gorduras totais, ômega 3 e 6.

**3. MÉTODOS UTILIZADOS**

Proteínas totais – Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR – Instrução de Ensaio – IE LABAM 206 Rev.: A. Referência: A.O.A.C. – Official Methods of Analysis, 18<sup>th</sup> ed., 2005, 2001.11 e 991.20.

Gorduras totais (extrato etéreo) – Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR – Instrução de Ensaio – IE LABAM 204 Rev.: A. Referência: A.O.A.C. – Official Methods of Analysis, 18<sup>th</sup> ed., 2005, 920.39.

Perfil de ácidos graxos – Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR – Instrução de Ensaio – IE LABAM 243 Rev. A. Referência: A.O.A.C. – Official Method of Analysis, 18<sup>th</sup> ed., 2005 = 969.33 / 996.06 / 963.22.

**4. RESULTADOS**

Proteínas totais (N x 6,25), g/100g.....	72,2
Gorduras totais, g/100g.....	6,8
Ômega 3, g/100g.....	1,55
ômega 6, g/100g.....	0,15

**Observação:**

- Os resultados expressam a média de duas determinações efetuadas no material recebido.

Curitiba, 24 de junho de 2015.

Figura B.3: Laudo das análises de proteínas, lipídios e ômega 3 e 6 da farinha do mexilhão seco a 90° C.

## MJINUTA DO RELATÓRIO DA PROPOSTA 1427

Cliente: ANDREA LIMA DOS SANTOS SCHNEIDER

Endereço: Rua Paulo Malschitzki, 10 – Campus Universitário  
Joinville – SC

Período de ensaio: 14/05 a 22/06/2015

Os resultados são restritos ao material ensaiado/recebido no Tecpar.  
A amostragem do material é responsabilidade do cliente. Este documento só poderá ser reproduzido por inteiro.

### 1. MATERIAL

Identificado pelo cliente como: FARINHA DE MEXILHÃO LIOFILIZADA.  
Acondicionado em embalagem plástica.

### 2. SERVIÇOS REALIZADOS

Ensaio de proteínas totais, gorduras totais, ômega 3 e 6.

### 3. MÉTODOS UTILIZADOS

Proteínas totais – Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR – Instrução de Ensaio – IE LABAM 206 Rev.: A. Referência: A.O.A.C. – Official Methods of Analysis, 18<sup>th</sup> ed., 2005, 2001.11 e 991.20.

Gorduras totais (extrato etéreo) – Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR – Instrução de Ensaio – IE LABAM 204 Rev.: A. Referência: A.O.A.C. – Official Methods of Analysis, 18<sup>th</sup> ed., 2005, 920.39.

Perfil de ácidos graxos – Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR – Instrução de Ensaio – IE LABAM 243 Rev. A. Referência: A.O.A.C. – Official Method of Analysis, 18<sup>th</sup> ed., 2005 – 969.33 / 996.06 / 963.22.

### 4. RESULTADOS

Proteínas totais (N x 6,25), g/100g.....	58,7
Gorduras totais, g/100g.....	5,6
Ômega 3, g/100g.....	0,07
ômega 6, g/100g.....	0,05

#### Observação:

- Os resultados expressam a média de duas determinações efetuadas no material recebido.

Curitiba, 24 de junho de 2015.

Figura B.4: Laudo das análises de proteínas, lipídios e ômega 3 e 6 da farinha do mexilhão liofilizado.



**MINUTA DO RELATÓRIO DA PROPOSTA 1427**

Cliente: ANDREA LIMA DOS SANTOS SCHNEIDER  
 Endereço: Rua Paulo Malschitzki, 10 – Campus Universitário  
 Joinville – SC  
 Período de ensaio: 14/05 a 22/06/2015

Os resultados são restritos ao material ensaiado/recebido no Tecpar.  
 A amostragem do material é responsabilidade do cliente. Este documento só poderá ser reproduzido por inteiro.

**1. MATERIAL**

Identificado pelo cliente como: FARINHA DE MEXILHÃO COZIDO.  
 Acondicionado em embalagem plástica.

**2. SERVIÇOS REALIZADOS**

Ensaio de proteínas totais, gorduras totais, ômega 3 e 6.

**3. MÉTODOS UTILIZADOS**

Proteínas totais – Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR – Instrução de Ensaio – IE LABAM 206 Rev.: A. Referência: A.O.A.C. – Official Methods of Analysis, 18<sup>th</sup> ed., 2005, 2001.11 e 991.20.

Gorduras totais (extrato etéreo) – Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR – Instrução de Ensaio – IE LABAM 204 Rev.: A. Referência: A.O.A.C. – Official Methods of Analysis, 18<sup>th</sup> ed., 2005, 920.39.

Perfil de ácidos graxos – Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR – Instrução de Ensaio – IE LABAM 243 Rev. A. Referência: A.O.A.C. – Official Method of Analysis, 18<sup>th</sup> ed., 2005 – 969.33 / 996.06 / 963.22.

**4. RESULTADOS**

Proteínas totais (N x 6,25), g/100g.....	18,3
Gorduras totais, g/100g.....	1,3
Ômega 3, g/100g.....	0,40
Ômega 6, g/100g.....	0,02

**Observação:**

• Os resultados expressam a média de duas determinações efetuadas no material recebido.

Curitiba, 24 de junho 2015.

Figura B.5: Laudo das análises de proteínas, lipídios e ômega 3 e 6 da farinha do mexilhão cozido.