



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**UTILIZAÇÃO DA MACROALGA *Gracilaria birdiae* NO
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS**

BÁRBARA MONIQUE DE FREITAS VASCONCELOS

Biotecnologia

MOSSORÓ – RN – BRASIL

Julho – 2015

BÁRBARA MONIQUE DE FREITAS VASCONCELOS

**UTILIZAÇÃO DA MACROALGA *Gracilaria birdiae* NO
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Alex Augusto Gonçalves

Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Juliana Rocha Vaez

MOSSORÓ – RN – BRASIL

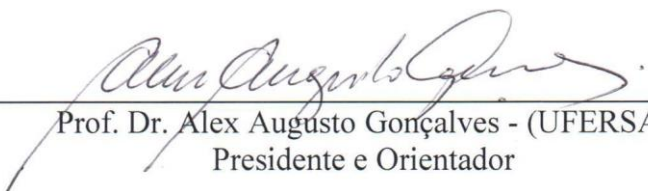
Julho – 2015

UTILIZAÇÃO DA MACROALGA *Gracilaria birdiae* NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

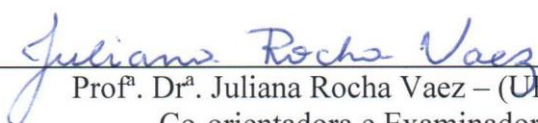
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

APROVADA EM: 30 / 04 / 2015

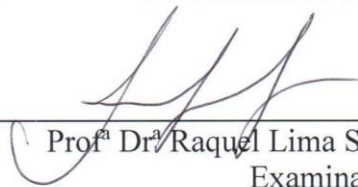
BANCA EXAMINADORA:



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



Prof.ª Dr.ª Juliana Rocha Vaez – (UFERSA)
Co-orientadora e Examinadora



Prof.ª Dr.ª Raquel Lima Salgado – (UFERSA)
Examinadora

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Bárbara Monique de Freitas Vasconcelos – nascida em Mossoró – RN, no dia 05 de março de 1990. Concluiu o Ensino Fundamental no Colégio Sagrado Coração de Maria em 2004, e o Ensino Médio no Colégio Padrão em 2007. Ingressou, em 2009, no curso de graduação Bacharelado em Biotecnologia na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). No primeiro semestre iniciou trabalhos na área de Citogenética, e em seguida foi monitora das disciplinas de “Genética para Biotecnologia” e “Genética e Evolução”, onde permaneceu por dois anos, até 2011. Posteriormente, foi monitora da disciplina de Bioquímica, permanecendo até o final da graduação (2013). Durante este período, dedicou-se a análises físico-químicas e moleculares, desenvolvendo trabalhos com ênfase na qualidade nutricional de alimentos e iniciou pesquisas na área marinha, com a caracterização físico-química de algas do litoral norte do Rio Grande do Norte. Em 2013 concluiu a graduação e participou da seleção para ingresso no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da UFERSA, sendo aprovada e matriculada no mesmo ano.

DEDICO

A **Antônia Lopes de Freitas** (*In Memoriam*),
que foi uma grande mulher, mãe, minha avó,
minha segunda mãe, e enorme incentivadora
da minha educação pessoal e acadêmica. Não
pôde estar vendo essa vitória perto de mim,
mas sempre a senti ao meu lado.

A **José Lopes de Albuquerque** (*In
memorian*), tio amado. Por muitas vezes
embalou meu sono e dedicou-se a mim como
sua filha. Meu muito obrigado, titio.

A **Deus**, pela sua graça, proteção e
benevolência com esta filha e sua família.

A **minha família (Mãe e tia)**, pelo carinho,
paciência e cuidados durante toda a minha
formação.

“Seu trabalho vai preencher boa parte da sua vida e a única maneira de ser verdadeiramente satisfeito é fazer o que acredita ser um ótimo trabalho. E a única maneira de fazer um ótimo trabalho é amar o que você faz.”

(Steve Jobs)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas oportunidades que me foram dadas na vida, principalmente por ter conhecido pessoas e lugares interessantes, mas também por ter vivido fases difíceis, que foram matérias-primas de aprendizado.

A Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) por gerar oportunidades aos alunos do semiárido potiguar formando grandes profissionais.

Ao meu orientador Dr^o Alex Augusto Gonçalves pela dedicação, paciência e ensinamentos. A aprendizagem ao seu lado foi significativa para minha vida acadêmica e pessoal. O seu comprometimento com a pesquisa e a academia são inspiradores. Meu muito obrigado por tudo!

A minha co-orientadora Dr^a Juliana Rocha Vaez pela amizade e dedicação durante todos esses anos (graduação e mestrado) e por ter permitido a utilização do Laboratório de Bioquímica Humana, Animal e Vegetal (LABHAV) como apoio importante para realização deste trabalho.

A minha mãe, Josenita, por ter me dado a oportunidade de estar aqui nunca deixar-me sentir ausência de afeto. Pelo amor incondicional, carinhos, conselhos e amizade e determinação que serviram de inspiração para mim. Te amo!

A minha tia e mãe, Goretti, sempre me buscando na escola, me vestindo, me dando carinho e amor. Seus incentivos e exemplos foram fundamentais na minha formação.

Aos meus parentes de forma geral, pelo carinho e apoio na minha formação.

Aos colegas do laboratório, Lucas, Andressa, Sinthya, Odonil pelo auxílio durante o desenvolvimento da pesquisa.

Aos colegas e amigos do LABHAV, Valéria, Servulo, Bia, Gilson, Letícia pela ajuda nas coletas e secagem das algas, e principalmente companhias durante as madrugadas de processamento das algas. Vocês são show de bola!

Ao meu amor, Mickael, um anjo que surgiu na minha vida e conquistou um lugar especial no meu coração. Por você tenho profunda admiração, carinho e respeito. Muito obrigada por sempre me ajudar quando precisei. Terá para sempre minha eterna gratidão e afeto. Amo-te.

Aos meus primos, Carol, Saulo, Isabelle, Raquel, Rafael, e em especial as minhas primas-irmãs Camila e Viviane, pelo apoio incondicional a mim durante todos esses anos.

A minha segunda família, Vanuza, Zé, Mabel, Marcondes, Magna, Myrelle, Atalia, Hortência, Monalisa, Edna, Solón, Seu Neto, Dona Maria, Ceição, Dorinha, Saúde, e demais Regalados, pelo apoio constante, pelos finais de semanas maravilhosos, e principalmente por ter me acolhido tão bem, como uma filha, prima e neta, nesta família incrível, meu muito obrigado!

Ao pessoal do LIPOA, Carol, Lara e Jean pelo auxílio nas análises microbiológicas e disponibilidade do laboratório.

A Fazenda Aquarium pela concessão dos camarões utilizados nesta pesquisa.

A Associação de Marisqueiras e Algicultoras de Pitangui (AMBAP) e comunidade de Pitangui, na pessoa de Denize Baracho, pelo auxílio na logística das coletas e disponibilidade de conhecimentos sobre as algas, muito obrigado!

UTILIZAÇÃO DA MACROALGA *Gracilaria birdiae* NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS.

VASCONCELOS, Bárbara Monique de Freitas. **Utilização da macroalga *Gracilaria birdiae* no desenvolvimento de produtos alimentícios.** 2015. 120f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Produção e Sanidade Animal) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.

RESUMO: O objetivo do trabalho foi utilizar a macroalga *Gracilaria birdiae* no desenvolvimento de dois produtos alimentícios, buscando elevar o percentual proteico e o consumo de algas. A *G. birdiae* foi desidratada em secador solar e estufa mecânica a fim de verificar qual o processo que melhor garante seu valor nutricional. A partir da *G. birdiae* desidratada foram produzidos o biscoito salgado com alga e o bolinho de camarão empanado com alga. Foram realizados a composição centesimal, a análise microbiológica e análise sensorial de ambos produtos. O biscoito foi embalado em atmosfera modificada (100% N₂) e armazenado por 180 dias em temperatura ambiente para avaliação da vida de prateleira. O bolinho de camarão foi embalado em diferentes concentrações de atmosfera modificada e armazenados sob refrigeração (4°C) durante 15 dias para avaliação da vida de prateleira. Os resultados demonstraram que a secagem em estufa (60°C) foi a que garantiu melhor qualidade nutricional, sendo que o percentual proteico se destacou (14%). A análise microbiológica da alga *in natura* estava dentro dos limites da legislação, e para a alga desidratada não foi detectada presença de microrganismos, confirmando os cuidados higiênico-sanitários durante o processamento. O percentual proteico dos produtos desenvolvidos foi o de maior destaque (15% para o biscoito e 16% para o bolinho). A avaliação microbiológica dos produtos demonstrou crescimento de mesófilos (bolinho de camarão com alga) e de bolores e leveduras (biscoito com alga), porém abaixo do limite estabelecido pela legislação. Os produtos desenvolvidos foram bem aceitos na análise sensorial. Os resultados do estudo de vida de prateleira demonstraram que os produtos desenvolvidos se mantiveram estáveis físico-química e microbiologicamente durante todo o período de armazenamento. A atmosfera modificada ATM3 (80% CO₂ | 20% N₂ | 0% O₂) foi a mais eficiente para manter os padrões físico-químicos e microbiológicos do bolinho. A macroalga *G. birdiae* apresentou percentual proteico elevado, excelente perfil sensorial quando incluído nos produtos alimentícios, e podendo ser considerada promissora como ingrediente na indústria alimentícia.

USE OF SEAWEED *Gracilaria birdiae* ON FOOD PRODUCT DEVELOPMENT.

VASCONCELOS, Bárbara Monique de Freitas. **Use of seaweed *Gracilaria birdiae* on food product development.** 2015. 120f. Dissertation (MSc in Animal Science: Production and Animal Health) - University Federal Rural of Semi-Arid (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.

ABSTRACT: The objective was used the seaweed *Gracilaria birdiae* on development of two food products, seeking to increase the protein percentage and consumption of seaweed. The *G. birdiae* was dried in solar dryer and mechanical oven in order to find what the best process that ensures its nutritional value. From the *G. birdiae* dehydrated were produced the crackers with seaweed and the shrimp ball breaded with seaweed. Were carried out proximal composition, or microbiological analysis and sensory analysis of both products. The cracker were packaged under modified atmosphere (100% N₂) and stored for 180 days at room temperature to evaluate the shelf life. The shrimp ball was packed in modified atmosphere and stored under refrigeration (4 ° C) for 15 days for evaluation shelf life. The results showed that drying in an oven (60°C) that was granted better nutritional quality, the protein percentage was noted (14%). Microbiological analysis of seaweed in nature was within the limits of the law, and dehydrated seaweed was not detected the presence of microorganisms, confirming the hygienic and health care during processing. The protein percentage of developed products was the most prominent (15% for cracker 16% for shrimp ball). The microbiological evaluation of the products demonstrates growth of mesophilic (shrimp ball with seaweed), molds and yeasts (cracker with seaweed), but below the limit established by law. The developed products have been well accepted in sensory analysis. The results of the study showed that the shelf life of the product developed were stable physical-chemical and microbiological throughout the storage period. The modified atmosphere ATM 3 (80% CO₂ | 20% N₂ | 0% O₂) was the most efficient to keep the physical, chemical and microbiological standards cookie. The seaweed *G. birdiae* presented high protein percentage, excellent sensory profile when included in food products, and can be considered as promising ingredient in the food industry.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição nutricional da <i>Gracilaria birdiae</i>	24
Tabela 2. Perfil de Ácidos Graxos em macroalgas	24
Tabela 3. Produção mundial de macroalgas (milhões de toneladas).....	25
Tabela 4. Diferentes tipos de <i>Kombu</i>	29
Tabela 5. Fatores intrínsecos e extrínsecos que afetam a vida de prateleira de um alimento.....	38
Tabela 6. Parâmetros avaliados na vida de prateleira de biscoito e pescado.....	40
Tabela 7. Formulações preliminares e final do biscoito com algas.....	48
Tabela 8. Formulações testadas para produção do bolinho de camarão com alga recheado com <i>cream cheese</i>	50
Tabela 9. Composição centesimal da alga <i>Gracilaria birdiae in natura</i>	56
Tabela 10. Composição centesimal da <i>Gracilaria birdiae in natura</i> e desidratada.....	60
Tabela 11. Composição centesimal de outras macroalgas.....	61
Tabela 12. Análise microbiológica da alga <i>in natura</i> e desidratada.....	62
Tabela 13. Formulação definitiva do Biscoito com alga marinha.....	63
Tabela 14. Análise microbiológica do biscoito com alga.....	65
Tabela 15. Análise microbiológica do bolinho empanado com alga marinha.....	66
Tabela 16. Rendimento do processo de fabricação do biscoito com alga marinha.....	72
Tabela 17. Rendimento do processo de fabricação do bolinho de camarão empanado com alga marinha.....	73
Tabela 18. Comparação da composição centesimal dos biscoitos com e sem alga.....	74
Tabela 19. Comparação da composição centesimal do bolinho de camarão empanado com e sem alga.....	77
Tabela 20. Parâmetros microbiológicos do Biscoito com alga embalado em atmosfera modificada (100% N ₂) e armazenados por 180 dias.....	79
Tabela 21. Parâmetros químicos do biscoito com alga, embalado em atmosfera modificada (100% N ₂) e armazenado em temperatura ambiente por 180 dias.....	80
Tabela 22. Contagem de Mesófilos em bolinho empanado com algas armazenados em diferentes atmosferas sob refrigeração (4°C) durante 15 dias.....	81
Tabela 23. Contagem de Psicrofílos em bolinho empanado com algas armazenados em diferentes atmosferas sob refrigeração (4°C) durante 15 dias.....	83
Tabela 24. Valores do pH do bolinho empanado com algas armazenados em diferentes atmosferas sob refrigeração (4°C) durante 15 dias.....	85
Tabela 25. Valores de nitrogênio das bases voláteis totais (N-BVT) do bolinho empanado com algas armazenados em diferentes atmosferas sob refrigeração (4°C)	87

durante 15 dias.....

Tabela 26. Valores de Trimetilamina (TMA) do bolinho empanado com algas armazenados em diferentes atmosferas sob refrigeração (4°C) durante 15 dias..... 90

Tabela 27. Valores de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) do bolinho empanado com algas armazenados em diferentes atmosferas sob refrigeração (4°C) durante 15 dias..... 92

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Grupo de Algas Marinhas.....	21
Figura 2. Macroalgas utilizadas na alimentação humana.....	28
Figura 3. Alga <i>Gracilaria birdiae</i>	44
Figura 4. Mapa de Localização da praia de Pitangui.....	44
Figura 5. Cultivo de Macroalgas em Pitangui.....	45
Figura 6. Secador solar.....	46
Figura 7. Estufa de circulação forçada de ar.....	46
Figura 8. Fluxograma operacional para produção do biscoito salgado com algas.....	47
Figura 9. Processo de Produção do Biscoito com algas.....	49
Figura 10. Fluxograma operacional para produção do bolinho de camarão com algas...	51
Figura 11. Etapas de Produção dos Bolinhos de camarão com algas.....	52
Figura 12. Curva de Secagem em estufa a 60°C.....	58
Figura 13. Curva de secagem no secador solar.....	59
Figura 14. Biscoito salgado com alga.....	63
Figura 15. (A) Bolinho de camarão empanado com alga marinha (F1) e (B) Bolinho de camarão com alga marinha na massa (F2).....	64
Figura 16. Percentual de Intenção de Compra do Biscoito com alga marinha.....	67
Figura 17. Média das notas da Escala Hedônica para o biscoito com alga separado por gênero.....	68
Figura 18. Percentual de Intenção de Compra do Bolinho de Camarão com alga marinha.....	70
Figura 19. Média da Escala Hedônica do bolinho de camarão com alga separado por sexo.....	71

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	166
2 – OBJETIVOS.....	19
2.1 – GERAL	19
2.2 – ESPECÍFICOS	19
3 – REVISÃO DE LITERATURA	20
3.1 - ALGAS MARINHAS	20
3.1.1 Composição nutricional das macroalgas	21
3.2 – GÊNERO <i>Gracilaria</i>	233
3.3 – PRODUÇÃO DE ALGAS.....	255
3.4 – USOS DE ALGAS.....	277
3.4.1 – Na alimentação humana	277
3.4.2 - Na alimentação animal.....	311
3.4.3 – Na indústria química	322
3.5 - DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	344
3.5.1 – Produtos reestruturados	355
3.6 - ESTUDO DE VIDA DE PRATELEIRA	36
3.7 - EMBALAGEM EM ATMOSFERA MODIFICADA.....	41
4 – MATERIAIS E MÉTODOS.....	45
4.1 ALGA <i>Gracilaria birdiae</i>	45
4.2 - PROCEDIMENTOS DE COLETA, ACONDICIONAMENTO INICIAL E TRANSPORTE DA <i>Gracilaria birdiae</i>	46
4.3 – ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA ALGA <i>in natura</i>	46
4.4 – ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ALGA <i>IN NATURA</i>	46
4.5 - DESIDRATAÇÃO DA ALGA	47
4.6 - DESENVOLVIMENTO DOS PRODUTOS À BASE DE ALGAS.....	47
4.6.1 – Biscoito com algas	467
4.6.2 - Bolinho de camarão com algas e recheado com <i>cream cheese</i>	501
4.7 – ANÁLISES	534
4.7.1 - Análise microbiológica	534
4.7.2 – Análise sensorial	544
4.7.3 - Análise de composição centesimal	534
4.7.4 - Análise de estabilidade do produto (vida de prateleira).....	545

4.8 - ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	555
5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	566
5.1 – CARACTERIZAÇÃO CENTESIMAL DA <i>Gracilaria birdiae in natura</i>	56
5.2 – SECAGEM E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA <i>Gracilaria birdiae</i> DESIDRATADA	577
5.2.1 – Composição centesimal da <i>Gracilaria birdiae</i> desidratada	600
5.3 – PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DA <i>Gracilaria birdiae in natura</i> E DESIDRATADA	62
5.4 – DESENVOLVIMENTO DO BISCOITO COM ALGA MARINHA	63
5.5 – DESENVOLVIMENTO DO BOLINHO DE CAMARÃO COM ALGA MARINHA	64
5.6 – QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DOS PRODUTOS.....	65
5.6.1 – Biscoito com alga marinha.....	665
5.6.1 – Bolinho de camarão com alga marinha.....	666
5.7 – ANÁLISE SENSORIAL DOS PRODUTOS	672
5.7.1 – Biscoito com alga marinha.....	727
5.7.2 – Bolinho de camarão empanado com alga marinha.....	69
5.8 – RENDIMENTO DOS PRODUTOS DESENVOLVIDOS.....	743
5.8.1 – Biscoito com alga marinha.....	743
5.8.2 – Bolinho de camarão empanado com alga marinha.....	73
5.9 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS PRODUTOS DESENVOLVIDOS	75
5.9.1 – Biscoito com alga marinha.....	75
5.9.2 – Bolinho de camarão empanado com alga marinha.....	77
5.10 – ESTABILIDADE DOS PRODUTOS (VIDA DE PRATELEIRA)	79
5.10.1 – Biscoito com alga marinha.....	79
5.10.2 – Bolinho de camarão empanado com alga marinha.....	812
6 – CONCLUSÕES	96
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97

1. INTRODUÇÃO

Há milênios as macroalgas são consumidas pelos povos orientais e fazem parte de sua dieta alimentar, sendo a China o maior produtor, com uma produção anual de 5 milhões de toneladas. Os países ocidentais não apresentam as algas rotineiramente na sua dieta alimentar, mas em alguns países como o Chile, o Peru e algumas ilhas do Caribe elas são encontradas em feiras e mercados (HAYSHI *et al.*, 2010).

No Brasil, a diversidade de pesquisas com macroalgas é grande, e já tem sido comprovado que as algas apresentam um ótimo perfil nutricional (OLIVEIRA, 1997; DUBBER & HARDER, 2008), atividades antioxidantes (MATSUKAWA *et al.*, 1997; AHN *et al.*, 2004), antimicrobianas (VIDOTTI & ROLLEMBERG, 2004; YAMASAKI *et al.*, 2005), dentre outras. Várias praias do litoral brasileiro já apresentam cultivo de algas marinhas. No nordeste brasileiro existem cultivos de macroalgas nas praias de Icapuí (CE), Rio do Fogo (RN), Pitangui (RN), no Sudeste também há cultivos de macroalgas no Rio de Janeiro. Basicamente esses cultivos visam a produção de ficocoloides (PEREIRA & PAULA, 1998; MARFAING, 2011).

A comercialização de algas no Nordeste brasileiro, principalmente nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, teve início na década de 70 com o desenvolvimento de uma rede comercial que objetivava o extrativismo de algas ricas em ágar dos bancos naturais para setores da indústria, e isso foi muito importante para a economia local complementado a renda familiar de comunidades costeiras. Durante a década de 80 chegou-se a retirar dos bancos naturais cerca de 3 toneladas de algas. Contudo, essa exploração excessiva aliada a falta de uma política de manejo causou a diminuição desses recursos naturais, o que causa crise nos setores industriais que necessitam da alga como matéria-prima (CÂMARA-NETO, 1982).

Diversos setores industriais (químico, cosméticos, microbiológico, farmacêutico) utilizam derivados de algas marinhas, principalmente o ágar, em seus produtos. No Brasil atualmente, apenas 2 indústrias operam na produção de agar-agar à partir de 2 ou 3 espécies do Gênero *Gracilaria*. O rendimento é relativamente baixo e a qualidade do produto é ainda variável. Estes problemas têm gerado e incentivado vários projetos de pesquisa em cultivo de macroalgas marinhas, porém com pouco sucesso (CARVALHO FILHO, 2004; SANTOS *et al.*, 2013).

Deste modo, ainda não existe no Brasil, um sistema implantado para o cultivo de algas marinhas em escala comercial. Vários estudos têm sido realizados, os quais têm fornecido alternativas para a implantação de cultivos no Brasil, tais como a aplicação de fertilizantes, a seleção de linhagens especiais ou a implantação de espécies exóticas (SEPÚLVEDA, 2015).

Enquanto esses cultivos não são implantados os recursos naturais continuarão sendo explorados e comprometidos com a extração das algas vermelhas de algumas regiões do Nordeste para a extração de agar-agar (SEPÚLVEDA, 2015).

Um aspecto de grande importância, porém pouco estudada ou divulgada no meio científico, refere-se às propriedades nutricionais de algas, em relação às de plantas terrestres. Alguns trabalhos têm mostrado que elas são pobres em lipídios, e ricas em proteínas, polissacarídeos, minerais e vitaminas (BENJAMA *et al.*, 2011; KAMMOUN *et al.*, 2011; VAN GINNEKEN *et al.*, 2011; CARNEIRO *et al.*, 2012). Apesar do baixo conteúdo lipídico total, elas possuem uma quantidade elevada de ácidos graxos polinsaturados – PUFA (PATARRA, 2008). O conteúdo físico-químico varia bastante de uma espécie para outra (DARCY-VRILLON, 1993; MABEAU & FLEURENCE, 1993; DAWCZYNSKI *et al.*, 2007).

Mesmo sabendo-se do potencial nutricional das macroalgas, o desenvolvimento de produtos à base de algas para humanos ainda é muito escassa, portanto, a produção de alimentos buscando o aproveitamento nutricional dessas algas é importante e necessário. Além disso, a mudança no perfil do consumidor tem obrigado o mercado a inovar quanto aos produtos oferecidos, e produtos com praticidade no preparo tem ganhado espaço na preferência dos clientes (NUNES, 2006).

No entanto, não se pode tratar do desenvolvimento de novos produtos, sem avaliar a vida de prateleira destes novos produtos, visto que além de perecível, em algum momento sua qualidade é afetada, e a capacidade de prever esse momento é financeiramente importante para a indústria e sanitariamente para o consumidor. A identificação dos fatores que determinam a vida de prateleira do produto (físico, químico, microbiológico e sensorial) dependem também do tipo de matéria-prima, do processo, das embalagens e das condições de armazenamento (GONÇALVES & RUIZ, 2011).

Na tentativa de aumentar a vida de prateleira dos alimentos refrigerados, diversas tecnologias estão sendo desenvolvidas, sendo a embalagem em atmosfera modificada (EAM)

a mais estudada e aplicada em produtos à base de pescado. Neste contexto, o principal objetivo da EAM é a redução do gás oxigênio no interior das embalagens, uma vez que a maioria dos microrganismos deteriorantes são aeróbicos. Outro ponto importante da embalagem em atmosfera modificada é a utilização de elevada concentração do gás carbônico (CO₂) que é tóxico aos microrganismos (MANTILLA, 2010).

Baseado no exposto, o objetivo deste trabalho foi utilizar a macroalga *Gracilaria birdiae* no desenvolvimento de dois produtos alimentícios.

2 – OBJETIVOS

2.1 – GERAL

Utilizar a macroalga *Gracilaria birdiae* no desenvolvimento de novos produtos alimentícios.

2.2 – ESPECÍFICOS

- Avaliar a composição centesimal da alga *Gracilaria birdiae in natura* e desidratada;
- Avaliar a qualidade microbiológica da alga *Gracilaria birdiae in natura* e desidratada;
- Avaliar o processo de desidratação da alga *Gracilaria birdiae in natura*;
- Desenvolver um biscoito salgado e um bolinho de camarão adicionados de alga *Gracilaria birdiae* desidratada;
- Analisar a qualidade microbiológica dos produtos desenvolvidos
- Determinar a qualidade sensorial dos produtos desenvolvidos;
- Avaliar a composição centesimal dos produtos desenvolvidos;
- Avaliar a vida de prateleira do biscoito salgado com alga, embalado em atmosfera modificada e armazenado em temperatura ambiente (24°C);
- Avaliar a vida de prateleira do bolinho de camarão com alga, embalados em diferentes atmosferas modificada e armazenados sob refrigeração (4°C).

3 – REVISÃO DE LITERATURA

3.1 - ALGAS MARINHAS

Na costa brasileira ocorrem diversos tipos de habitats, que formam uma diversidade de ecossistemas. Os bancos de algas marinhas destacam-se por serem áreas de reprodução, alimentação e habitat da fauna marinha. A grande riqueza genética dos ecossistemas marinhos brasileiros representa imenso potencial pesqueiro, biotecnológico, mineral e energético (OLIVEIRA, 2010).

As algas constituem um grupo de organismos com ampla diversidade de formas, funções e estratégias de sobrevivência (BICUDO & MENEZES, 2010). Elas ocorrem em todo o globo servindo como fonte de nutrientes para uma grande variedade de organismos aquáticos. Elas podem ser classificadas em macro (aquelas visualizadas a olho nu) e microalgas (visualizadas apenas através de microscópio) (RAVEN *et al.*, 1996; MARINHO-SORIANO *et al.*, 2011).

As macroalgas marinhas são vegetais aquáticos sem vascularização no qual o corpo é representado por um talo, a maioria são bentônicas, ou seja, vivem aderidas a um substrato, são autotróficas. Elas podem ser divididas em três grandes grupos: algas verdes, algas vermelhas e algas pardas (MENDEZ, 2002; McHUGH, 2003), que diferem entre si com relação à fisiologia e a composição físico-química (DHARGALKAR & VERLECAR, 2009; SOARES *et al.*, 2012).

As algas verdes (Divisão *Chlorophyta*) são o grupo mais diversificado, apresentam cerca de 7000 espécies divididas em cinco classes (*Prasinophyceae*, *Pedinophyceae*, *Ulvophyceae*, *Chlorophyceae*, *Trebouxiophyceae*). Elas possuem xantofila, carotenos e clorofila *a* e *b* como pigmentos, sendo o último o mais importante. As algas verdes (Figura 1) podem ser marinhas ou dulcícolas, estudos da sua composição química são escassos, e o uso como alimento ainda pouco eficiente (ALGAS VERDES, 2012).

As algas vermelhas (Divisão *Rhodophyta*) possuem aproximadamente 6000 espécies divididas em várias classes sendo a *Gelidiales* e *Gracilariales* (Figura 1) as mais importantes. Essas algas possuem a ficoeritrina como principal pigmento, além disso, são bastante utilizadas na indústria alimentícia e microbiológica. É a partir das algas vermelhas que se

extraem ficocoloides usados como aditivos alimentares e na produção de meio de cultura bacteriano (MAURICIO *et al.*, 2011).

As algas pardas (Divisão *Phaeophyta*) são o grupo mais estudado (Figura 1), são fontes de iodo e ferro e são bastante utilizadas como alimento humano. Os gêneros *Laminaria* e *Himantalia* apresentam-se como os principais deste grupo. Algumas espécies deste grupo podem chegar a 70m de comprimento, formando os conhecidos *Kelps* (algas gigantes) (RAVEN *et al.*, 1996).



Figura 1. Grupo de macroalgas marinhas.

3.1.1 Composição nutricional das macroalgas

Aproximadamente 250 espécies de macroalgas são comercializadas no mundo e destas 150 são favoráveis ao consumo humano (KUMARI, 2010). Nos países asiáticos, as algas vêm sendo utilizadas desde 600 a.C. como alimento (humano e animal), fertilizantes, herbicidas e fungicidas (FLEURENCE, 1999; SÁNCHEZ-MACHADO *et al.*, 2004). Nos países ocidentais as macroalgas são utilizadas para produção de ficocoloides, aditivos alimentares e medicamentos (MABEAU & FLEURENCE, 1993; RUPÉREZ, 2002).

No Brasil esse tipo de alimentação tem atraído muitos adeptos devido ao elevado teor de proteínas, fibras e baixo valor calórico. Além das algas serem uma ótima fonte alternativa para alimentação humana pelas suas características nutricionais, vale salientar que as características nutracêuticas que devido aos benefícios associados ao seu consumo colocam as algas no centro de diversas pesquisas (FLEURENCE *et al.*, 2012).

As propriedades nutricionais das algas são poucas conhecidas, em relação às de plantas terrestres, mas vários trabalhos têm mostrado que elas são pobres em lipídios, mas

ricas em proteínas, polissacarídeos, minerais e vitaminas (DARCY-VRILLON, 1993; MABEAU & FLEURENCE, 1993; DAWCZYNSKI *et al.*, 2007).

A fibra dietética está relacionada a vários efeitos de promoção da saúde, tais como o crescimento e a proteção da microbiota intestinal, redução da resposta glicêmica, aumento do volume das fezes e redução do risco de câncer de cólon. O teor destas fibras varia de acordo com as espécies de algas analisadas, apresentando uma média de 30 – 40% do peso seco. As algas apresentam um alto teor de polissacarídeos, indigeríveis para o homem, contribuindo para o elevado conteúdo de fibras dietéticas nas algas. (Mc ARTAIN *et al.*, 2007; RUPÉREZ *et al.*, 2010; TABARSA *et al.*, 2012).

Ao contrário das fibras, teor de lipídios em algas é baixo (1–5%), entretanto apresenta um elevado teor de ácidos graxos insaturados (PUFA) e isto é de grande importância na alimentação, pois os PUFA's são benéficos, sendo alguns essenciais ao metabolismo, e somente adquiridos através dos alimentos (PATARRA, 2008).

Van Ginneken *et al.* (2011) estudaram o perfil lipídico de nove espécies diferentes de macroalgas, todas apresentaram baixo conteúdo lipídico total, tendo a *Ascophyllum nodosum* e *Fucus serratus* os maiores níveis e *Caulerpa taxifolia* e *Sargassum natans* os menores níveis. Com relação aos ácidos graxos polinsaturados o ácido palmítico se destacou, apresentando valores elevados em todas as espécies. A *Ulva lactuca* ainda apresentou valores elevados de ômega 3 e 6. Ainda segundo o autor, os PUFA's auxiliam na prevenção de doenças cardiovasculares.

A fração mineral de algumas algas corresponde a 36% do peso seco total. As algas da família das *Laminaria* são a principal fonte e podem conter entre 1500 a 8000 ppm do peso seco total. Algumas algas são importantes fontes de cálcio, como a *Lithothamnium calcareum* (PATARRA, 2008).

A alga *Lithothamnium calcareum* vem sendo bastante aplicada como fonte de suplemento de cálcio em rações animais. O esqueleto dela é constituído de 95 – 99% de minerais, principalmente carbonato de cálcio e de fósforo. Ela pode ser usada na correção e fertilização do solo, nutrição animal e humana e empregada na indústria (MELO, 2006; GOETZ, 2008; COSTA NETO *et al.*, 2010).

O teor proteico das algas difere de acordo com a espécie, as algas pardas possuem um conteúdo baixo, em torno de 5-15% do peso seco, enquanto as algas verdes e vermelhas

apresentam valores entre 10-30% do peso seco. Os ácidos aspártico e glutâmico constituem a maior fração de aminoácidos para a maior parte das algas marinhas. Outro relato importante é o perfil de aminoácidos das algas, este é bastante semelhante aos dos animais, facilitando a atuação do sistema enzimático na degradação de proteínas e absorção destes como nutrientes (PATARRA, 2008; FLEURENCE *et al.*, 2012).

Estudos realizados por Frikha *et al.* (2011) com quatro espécies de macroalgas diferentes evidenciam as diferenças nutricionais das três divisões: *Ulva rígida*, *Codium bursa* (verdes), *Ceramium diaphanum* (vermelha) e *Cystoseira barbata* (parda). A alga parda *Cystoseira barbata* apresentou o maior nível de lipídio (2,51% do peso seco) e o um dos menores teores proteicos (5,60% do peso seco) e a *Ceramium diaphanum* (alga vermelha) obteve o maior teor proteico (14% do peso seco).

3.2 – GÊNERO *Gracilaria*

A *Gracilaria* é um gênero de alga marinha macroscópica da divisão *Rhodophyta*, que pode apresentar talo cilíndrico ou achatado, filamentoso ou pseudoparenquimatoso, de comprimento que pode variar entre 0,1 a 5 metros, de coloração entre algumas tonalidades de vermelho, podendo haver ocorrência de variantes da cor verde (PLASTINO & COSTA, 1999).

Espécies representantes do gênero *Gracilaria* estão distribuídas no mundo todo, desde a linha do Equador até altas latitudes, porém a maioria das espécies ocorre em águas tropicais e pode crescer entre a zona entre maré até o infralitoral raso. Comuns em locais protegidos do batimento de ondulações, suportam a exposição ao ar e tem alta tolerância as variações ambientais (SALLES, 2010).

As principais espécies encontradas na América do Sul são a *Gracilaria chilensis* na costa chilena e a *Gracilaria gracilis* na costa Argentina, ambas representantes de águas subtropicais. No Brasil, segundo Oliveira (1997), as principais representantes são a *Gracilaria cornea*, *G. caudata*, *G. tenuifrons* e *G. birdiae*.

A *G. birdiae* é uma alga extremamente cultivada no litoral nordestino, principalmente devido ao seu potencial de produção de ágar (COSTA & PLASTINO, 2001).

A *G. birdiae* possui poucos estudos com relação a sua composição nutricional e absorção dos nutrientes. Segundo Pires *et al.* (2012) a composição química desta espécie demonstra um alto valor nutricional (Tabela 1), com elevado conteúdo proteico e de fibras, constituindo assim uma excelente fonte de nutrientes para humanos e animais.

Tabela 1. Composição nutricional da *Gracilaria birdiae* (Pires *et al.*, 2012).

Parâmetro	Valor (%)
Ph	6,58
Umidade (105°C)	15,25
Proteínas	12,62
Lipídios	0,11
Cinzas	5,58
Fibras Totais	50,03
Fibras Insolúveis	9,00

Embora a quantidade de lipídios seja baixa, o perfil de ácido graxo das algas em geral é muito interessante, possuindo uma grande quantidade de ácidos graxos poliinsaturados (VAN GINNEKEN *et al.*, 2011).

Tabela 2. Perfil de Ácidos Graxos em macroalgas.

Macroalgas	Ácidos Graxos (% do total de ácidos graxos)		
	N-9	N-6	N-3
<i>Ulva lactuca</i>	21	32	32
<i>Chondrus crispus</i>	30	20	22
<i>Laminaria hyperborea</i>	22	14	39
<i>Undaria pinnatifida</i>	19	21	35
<i>Palmaria palmata</i>	3	3	63
<i>Caulerpa taxifolia</i>	11	4	38
<i>Ascophyllum nodosum</i>	56	22	8

N-9: Ácidos graxos polinsaturados da série ômega-9; N-6: Ácidos graxos polinsaturados da série ômega-6; N-3: Ácidos graxos polinsaturados da série ômega-3 (VAN GINNEKEN *et al.*, 2011).

3.3 – PRODUÇÃO DE ALGAS

Durante muito tempo a biomassa algal utilizada nas mais diversas indústrias era proveniente dos estoques naturais. No entanto, a coleta intensiva e desordenada levou a uma queda considerável das populações nativas, em particular aquelas de potencial econômico. No início da década de 1970 ficou claro que a maior parte das algas era retirada dos bancos naturais e que o cultivo era o melhor meio de aumentar a produção (NAYLOR, 1976).

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2013), referentes ao ano de 2011, a produção mundial de algas alcançou 21 milhões de toneladas de peso vivo (Tabela 3), deste total 93% foi de aquicultura. O mercado faturou um total de U\$5,5 bilhões de dólares, um valor menor àqueles apresentados no ano anterior, isto porque houve uma baixa na produção da Índia. Sendo 65% vindos das indústrias de coloides, 30% da indústria de alimentos e apenas 5% de outras indústrias.

Tabela 3. Produção mundial de macroalgas (milhões de toneladas).

Continentes	2009	2010	2011
África	0.11	0.14	0.14
Américas	0.09	0.01	0.02
Ásia	17.14	18.84	20.80
Europa	0.0	0.0	0.0
Oceania	0.01	0.01	0.01
Total	17.4	19.0	21.0

Fonte: FAO (2013).

A Ásia é o continente com maior produtividade de algas, principalmente devido a China e Japão, os maiores produtores mundiais de algas. Na Europa, a Noruega é o maior produtor (MARFAING, 2011; FAO, 2013). Na costa oeste dos Estados Unidos e Canadá algumas empresas têm cultivado macroalgas *onshore*, em grandes tanques, especificamente para consumo humano. Este mercado tem crescido, além das exportações para o Japão, muitos países tem incorporado nas receitas o uso de vegetais marinhos (algas) (Mc HUGH, 2003).

O Brasil encontra-se entre os 20 principais produtores mundiais (FAO, 2013). Na região sul do Brasil, o Estado de Santa Catarina se destaca na maricultura, onde a *Gracilaria domingensis* e *Kappaphycus alvarezii* tem cultivos consolidados e em escala comercial (HAYASHI *et al.*, 2010; SALLES *et al.*, 2010). O Rio Grande do Sul e Paraná não possuem cultivos em larga escala, apenas em âmbito laboratorial. A região sudeste, São Paulo e Rio de Janeiro implementaram o cultivo comercial da alga *Kappaphycus alvarezii* e esta alga é cultivada como matéria-prima para uma pequena indústria carragena (PELLIZZARI & REIS, 2011).

Na década de 70, a exploração descontrolada de agarófitas no nordeste brasileiro provocou uma diminuição drástica das reservas naturais, com o desaparecimento de vários bancos ao longo da costa (CÂMARA-NETO, 1982). Nessa época, novos incentivos foram criados para realização de experimentos de cultivos no mar em alguns estados do litoral nordestino, sendo encontrados valores promissores de crescimento para algumas espécies de *Gracilaria* (LIMA *et al.*, 1981), no entanto, não foram alcançadas produções em escala comercial.

Com incentivos fornecidos pela FAO e pela Organização das Cooperativas Brasileiras (FAO/OCB), cultivos no mar utilizando espécies de *Gracilaria* em escala piloto foram realizados nos estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Paraíba, sendo observado em alguns casos, elevados valores de crescimento, e hoje o cultivo foi consolidado nesta região (MARINHO-SORIANO, 2005; BEZERRA & MARINHO-SORIANO, 2010). Na mesma época, cultivos de macroalgas foram também realizados no litoral baiano com o intuito de selecionar espécies que apresentassem maior potencialidade, sendo *G. cornea* escolhida como a mais viável para o sistema testado (ACCIOLY & PAULA, 2002; ACCIOLY, 2005).

Atualmente, existem cultivos consolidados no Rio grande do Norte, Ceará e Paraíba. A macroalga *Gracilaria birdiae* é a mais produzida, devido a sua facilidade de adaptação ao cultivo e ao grande conteúdo de ágar. As praias de Pitangui e Rio do Fogo no município de Extremoz no Rio Grande do Norte produzem a *Gracilaria birdiae*, no município de Icapuí no estado do Ceará há cultivo de *Gracilaria birdiae*, *Gracilaria caudata* e *Gracilaria dominigensis* (MARINHO-SORIANO *et al.*, 2011).

Segundo relatório do Ministério de Pesca e Aquicultura, em 2008, somente quatro estados cultivavam macroalgas e apenas dois gêneros eram produzidos a *Gracilaria* no

nordeste e a *Kappaphycus* no sudeste. O cultivo da *Kappaphycus* é realizado apenas no litoral sudeste devido ao fato de ser uma espécie exótica, há todo um cuidado para não destruir a biodiversidade marinha brasileira (MPA, 2010).

No relatório foram recenseadas 74 unidades produtivas, das quais o Ceará representou 61% do total, seguido pelo Rio Grande do Norte com 20%, Rio de Janeiro com 18% e Paraná com 1%. Esta produção é comercializada em sua maior parte de forma seca, o que correspondeu a 59% do total, seguido do “pó” com 2% e “fresco” com 12%. Outras formas de produto e os não informados somaram 10%. No Rio Grande do Norte foi comercializado apenas alga em “pó”, enquanto no Ceará observou-se outros produtos, tais como cosméticos e alimentos (MPA, 2010).

De acordo com estes dados, o nordeste se destaca na produção de macroalgas, sendo o Ceará o maior produtor, seguido do Rio Grande do Norte, porém as formas de comercialização dos cearenses agregam mais valor ao produto final, gerando uma renda maior.

3.4 – USOS DE ALGAS

3.4.1 – Na alimentação humana

O consumo de algas na alimentação humana é verificado desde o século IV no Japão e século VI na China. Contudo, apenas a partir de 1930 foram comercializadas as primeiras algas processadas. As algas aplicadas para alimentação humana são provenientes principalmente de cultivo. O Japão é um grande consumidor (1,1 kg de alga seca/ano/pessoa) de algas marinhas devido a sua geografia que não permite grandes plantações de vegetais. As algas vermelhas e marrons são as mais utilizadas para consumo humano. Os gêneros *Laminaria*, *Porphyra*, *Durvillea*, *Sargassum*, *Chondrus* (Figura 2) são as mais conhecidas e aplicadas a culinária humana (Mc HUGH, 2003; ROCHA *et al.*, 2011).

Nas Américas este consumo vem crescendo graças aos descendentes asiáticos que habitam esta região, na Europa, países como França e Irlanda tem se esforçado para tornar as macroalgas um alimento mais popular (ROCHA *et al.*, 2011).

O consumo dessas algas pode ser realizado na forma seca, como *snack*, salgadinhos de batata, com bifes, ou podem ser reidratados, cozinhados junto a outros alimentos como, por exemplo, no preparo de sopas ou ingeridos na forma de cápsulas (JUNGWIRTH, 2010).



Figura 2. Macroalgas utilizadas na alimentação humana.

As pesquisas têm demonstrado que as macroalgas apresentam uma grande quantidade de compostos bioativos, como carotenoides, ácidos graxos e fitoesteroides, e essas substâncias tem apresentado efeitos benéficos a saúde com suas atividades antioxidantes, antitumorais, anticoagulantes (NAGAI & YUKIMOTO, 2003; CHANDINI, GANESAN & BHASKAR, 2008; LEE *et al.*, 2008). As algas pardas possuem um teor maior de compostos bioativos, dentre eles a fucoxantina, taninos e outros metabólitos (HOSAKAWA *et al.*, 2006).

O consumo de algas na alimentação humana pode ser realizado também por meio da introdução de compostos funcionais oriundos dos “vegetais marinhos”, como os extratos de ficoeritina (RPE) que são ricos em proteínas e servem como corante para comidas. O processamento do extrato para produção do corante vem sendo realizado através da metodologia de ultra filtração em membranas (FLEURENCE *et al.*, 2012; VASCONCELOS & GONÇALVES, 2013).

As algas vermelhas possuem um alto nível de pigmento proteico conhecido como R-ficoeritina (RPE). A RPE é um marcador de mudança sazonal, indicando o conteúdo proteico naquela época, quanto maior a presença, mais proteína a alga apresenta. Este pigmento é

bastante utilizado na Ásia como corante de alimentos (GALLAND-IRMOULI *et al.*, 1999; DENIS *et al.*, 2010).

As principais algas marrons como alimento humano são as do gênero *Laminaria*, *Undaria* e *Sargassum*. O gênero *Laminaria* é o mais explorado principalmente para produção de *kombu* e é usado extensivamente na culinária do Japão, China e Coreia do Sul. O *kombu* é vendido seco, em pedaços grandes ou esfarelados, sendo usado como recheio em pizza, salgados, pastel, empadas, entre outros. Tipos diferentes de *kombu* são obtidos com diferentes espécies de *Laminaria* (Tabela 4) (ROCHA *et al.*, 2011).

Tabela 4. Diferentes tipos de *Kombu*.

Espécies	Tipo de <i>Kombu</i>
<i>Laminaria saccharina</i>	Karafuto-kombu
<i>Laminaria japônica</i>	Ma-kombu
<i>Laminaria angustata</i>	Dashi-kombu ou mitsuishi-kombu
<i>Laminaria longíssima</i>	Naga-kombu
<i>Laminaria ochotensis</i>	Rishiri-kombu

Fonte: Rocha (2011)

O wakame (*Undaria pinnatifida*) é uma alga parda com ciclo de vida anual cultivada principalmente pela Coréia que apresenta elevado teor de fibras, baixo conteúdo de lipídios e apresenta uma quantidade de vitaminas semelhante às outras algas, porém tem destaque para o teor de vitamina B que é alto. É muito utilizada para aromatizar ostras e apresenta um sabor excelente quando misturado com produtos marinados e água de coco (McHUGH, 2003).

O wakame pode ser consumido lavado e seco, sendo denominado de *suboshi wakame*, pode também ser misturado a cinzas de elevada alcalinidade para inativar algumas enzimas indesejáveis que podem levar a uma degradação mais rápida. Quando o *suboshi* é lavado com água do mar e seco, tem-se o produto conhecido como *haiboshi wakame* que é usado também em sopas, saladas, juntamente com soja ou consumidas em pequenos pedaços. É aplicada na produção de pickles e flavorizante em arroz, além disso ainda pode ser consumido refogado juntamente com molho shoyu (McHUGH, 2003; MARFAING, 2011).

A alga *Himanthalia elongata* ou espaguete do mar é uma alga parda, rica em iodo, apresenta essa denominação devido a sua forma alongada semelhante a um espaguete, possui textura forte e após cozimento fica mais suave. É muito consumida com feijão francês e pode

ser cristalizada em açúcar e usada em produtos doces, como bolos e chocolates (MARFAING, 2011).

Aonori é representada por duas espécies de algas verdes: *Monostroma* spp. e *Enteromorpha* spp. Ambas as algas possuem um elevado percentual de proteínas, aproximadamente 20% do peso seco. Outro ponto positivo da composição química é o teor de vitaminas e minerais, ambos apresentam um elevado conteúdo de ferro e cálcio, e vitamina A, sendo esta igual ao teor encontrado no espinafre (MCHUGH, 2003; VASCONCELOS & GONÇALVES, 2013).

O consumo destas espécies pode ser realizado como flavorizantes, sendo desta forma, aplicadas secas em arroz, principalmente. É muito aplicada também em sopas e saladas e batatas fritas, principalmente como condimentos, sendo bastante consumida no Japão. É incrementada também em pratos quentes como yakisoba takoyaki e o-konomiyaki (JAPANESE FOOD, 2011; JAPANESE GLOSSARY, 2013).

As algas vermelhas comestíveis são representadas pelos gêneros *Phorphyra*, *Palmata*, e *Gracilaria*. A *Phorphyra* quando processada é conhecida como nori, a alga utilizada na produção de sushis, elas possuem até 30% de proteína bruta em peso seco. A *Palmata*, conhecida popularmente como Dulce é bastante aplicada como medicamento e alimento na Irlanda, Islândia, Canadá e Estados Unidos, ela apresenta um teor de ferro e vitaminas maior que o espinafre e são consumidas *in natura*, desidratadas ou como farinhas (ROCHA *et al.*, 2011; JAPANESE, 2013).

Kanten (Figura 2) é uma alga vermelha rica em ágar, ela é comercializada seca e em blocos. Atua como um agente geleificante e é ideal para fazer gelatinas para vegetarianos. Deliciosos doces podem ser produzidos se misturar sucos de frutas com o Katen, é consumido também com vinagre de arroz, soja e doces (JAPANESE GLOSSARY, 2013). Este tipo de alga vem sendo bastante aplicada na dietoterapia, uma vez que o ágar-ágar possui uma grande quantidade de fibras solúveis, aumentando seu volume quando absorve água, desta forma aumenta a sensação de saciedade por mais tempo (KAJIMA *et al.*, 2013).

O gênero *Gracilaria* vem sendo consumida em várias regiões do globo. A *Gracilaria parvispora* é a principal espécie cultivada no Havaí. A *Gracilaria* é usada para produzir o ogonori, também conhecido como musgo do mar, além de ser aplicada para confecções de

bolos, geleias, pudins, saladas, entre outros alimentos. (COSTA NETO *et al.*, 2010; ROCHA *et al.*, 2011).

No Brasil, este gênero é cultivado principalmente no Nordeste por comunidades costeiras para produção de farinhas que são incrementadas na merenda escolar. A alga é retirada do cultivo e seca ao sol ao longo de aproximadamente 4, no meio da secagem elas são lavadas com água doce para clareamento, da alga, pois a comunidade acredita a cor é sinônimo de limpeza, portanto quanto mais branca, mais limpa (AMBAP, 2014, VASCONCELOS & GONÇALVES, 2013).

Muitos alimentos têm sido desenvolvidos visando uma melhor aceitação do consumo de algas pela população ocidental, contudo ainda não é suficiente, muitos produtos ainda podem ser inventados e novas pesquisas realizadas buscando mais compostos nutracêuticos à base de macroalgas marinhas.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2008) liberou e regulamentou o uso de algas marinhas como alimento para seres humanos, podendo ser desenvolvido como cápsulas, tabletes ou comprimidos.

3.4.2 - Na alimentação animal

Na alimentação animal a utilização de algas ainda é pouco explorada, sendo utilizada como uma alternativa para as dietas animais, para substituir ingredientes de custos elevados ou que apresentam riscos de escassez, como por exemplo, o fósforo e o calcário (PELÍCIA, 2007).

Estudos já demonstraram que a suplementação de dietas de suínos com extratos de plantas com potencial antioxidativo diminuiu a oxidação lipídica, melhorando a qualidade da carne, outros autores obtiveram os mesmos resultados com aves (ASGHAR *et al.*, 1991).

O uso da alga marrom *Ascophyllum nodosum* para suplementação de tilápias do Nilo vem sendo estudado. Pesquisas tem demonstrado que a inclusão de algas na dieta de alevinos não pode ser superior a 1%, pois acima disso a digestibilidade fica comprometida, não tendo diferenças nos parâmetros de desempenho zootécnico (ALVES-FILHO *et al.*, 2011).

Garcia *et al.* (2009) avaliou o desempenho zootécnico de tilápias com um suplemento alimentar (Ergosan®) à base de algas marinhas (*Ascophyllum nodosum* e *Laminaria digitata*), estas algas são ricas em compostos antioxidantes, além do alto teor de fibras insolúveis. Os autores observaram que o ganho de peso e o consumo da ração melhoraram com a adição das algas, sendo, portanto recomendadas para uso em campo.

Melo *et al.* (2004), relataram que para bovinos de corte, a utilização de 10% de farinha de algas calcárias em substituição à mistura mineral comercial, promoveu aumento de 26% no ganho de peso dos animais.

Além de melhorias na carne e no desempenho zootécnico, o uso de algas ou subprodutos destas nas dietas de peixes melhora a resposta ao estresse e a resistência a doenças, pois torna o sistema imune mais eficiente. Estudos com Salmão e Pargo já foram realizados e os benefícios comprovados (FLEURENCE, 2012).

Como visto, alguns estudos foram realizados com algas, buscando melhorias na produção animal, principalmente com a *Lithothamnium calcareum*, explorando-a como suplemento mineral, contudo o gênero *Gracilaria* foi pouco explorado na alimentação animal.

3.4.3 – Na indústria química

A indústria química utiliza as macroalgas principalmente devido à suas excelentes propriedades físico-funcionais (espessante, geleificante e estabilizante). Melhoram a textura, controlam a viscosidade e a textura de doces e sobremesas, além de atuarem como aglutinantes e estabilizadores na indústria de processamento de carne para a fabricação de salsichas e hambúrgueres com baixo teor de gordura (CABRAL, 2011).

Carragenas são polissacarídeos sulfatados lineares de D-galactose e 3,6-anidro-D-galactose extraídos de certas algas vermelhas da classe Rhodophyceae. Têm sido amplamente utilizados na indústria alimentícia, como espessante, geleificante e proteína-agente de suspensão, e pela indústria farmacêutica como excipiente em comprimidos (CAMPO *et al.*, 2009).

O hidrocoloide carragena é usado na produção de alimentos, principalmente pelas indústrias de laticínios (iogurtes, sorvetes, achocolatados) e embutidos (salsichas, presuntos),

para a fabricação de gelatinas e geleias, e como espessante em molhos e sopas (VIDOTTI & ROLLEMBERG, 2004). Também apresentam diversas aplicações em indústrias não alimentícias (tintas, têxteis e perfumes) (ARMISEN, 1995).

No grupo produtor de carragenanas a única espécie nativa possui interesse comercial é *Hypnea musciformis*, espécie de larga distribuição em todo o litoral brasileiro, com as melhores cepas e bancos mais significativos na costa nordeste. Contudo a macroalga *Kappaphycus alvarezii* tem sido cultivada em larga escala para suprir as indústrias alimentícias de carragena. Várias atividades biológicas têm sido descritas para a carragena, tais como antitumoral, antiviral, anticoagulante (ZHOU *et al.*, 2004; ZHOU *et al.*, 2005).

O ágar é um biopolímero da classe dos poligalactanos que surge como um material intracelular em várias espécies de algas vermelhas (Rhodophyta). As algas produtoras de ágar (agarófitas) encontram-se nas famílias *Gracilariaceae*, *Gelidiaceae*, *Phyllophoraceae* e *Ceramiceae* (STEPHEN, 1995). O ágar compreende-se de duas frações: a agarose e a agarpectina, sendo considerada uma mistura complexa de polissacarídeos. A agarpectina possui baixo poder de gelificação, já a agarose é um componente geleificante (FERRARIO & SAR, 1996; VASCONCELOS & GONÇALVES, 2013).

A extração do ficocoloide ágar pode ser realizada em condições ácidas ou básicas ou neutras, dependendo do tipo de alga e/ou qualidade final que se pretende para o produto. No caso da *Gracilaria*, um gênero de algas tipicamente com elevado teor em sulfatos é necessário efetuar um pré-tratamento em meio alcalino, antes da extração (SOUSA, 2008).

A digestão do ágar no trato intestinal é, assim, mais fácil e menor a acumulação de cinzas. Em produtos de baixo teor em açúcares, o ágar é um perfeito substituto das pectinas, uma vez que a força de gel das pectinas aumenta em presença de cálcio ou açúcares durante a dissolução (IBERAGAR, 2010).

O ágar, proveniente de algas, é muito utilizado na confecção de gelatinas por se tratar de um tipo de fibra que não é digerido e tem propriedade laxativa. A preparação de gelatina com ágar se solidifica mais rápido que a gelatina de origem proteica (origem animal) e mantêm a consistência sólida em temperatura ambiente. Por isso está sendo muito utilizada em recheios de tortas, coberturas, glacês, merengues, confeitos e produtos enlatados de carne, em função de suas propriedades coloidais e geleificantes (ORNELLAS, 2006).

O alginato é um polissacarídeo presente nas paredes das algas pardas, sendo os gêneros *Laminaria* e *Sargassum* as que apresentam maiores teores. Este polissacarídeo é responsável pela rigidez e flexibilidade da parede celular, compreendendo aproximadamente 40% da matéria seca destes organismos (GARCIA-CRUZ; FOGGETTI & SILVA, 2008).

O uso de alginatos é amplo pode ser aplicado como revestimento de alimentos para diminuir a oxidação, aumentando a vida de prateleira (PIZATO *et al.*, 2013), além disso, a indústria de alimentos utiliza em sorvetes, produtos lácteos e misturas para bolos. O alginato encontra aplicações também na indústria de bebidas, onde é utilizado para melhorar suas características sensoriais (VASCONCELOS & GONÇALVES, 2013). Em cervejas estabiliza a espuma e na elaboração de sucos pode ser utilizado para manter os constituintes da mistura em suspensão. Na indústria têxtil é aplicada para melhorar o desempenho das tintas nos processos de impressão favorecendo a aderência e a deposição destes materiais sobre os tecidos (ALGINATOS, 2013).

Os alginatos são conhecidos como indutores de resposta imune não específica a uma série de patógenos, e desta forma, capazes de fortalecer os sistemas de defesas naturais dos peixes a manejos estressores (BAGNI *et al.*, 2005). O Ergosan® é um extrato obtido das macroalgas marinhas *Laminaria digitata* e *Ascophyllum nodosum* rico em alginato muito utilizado na produção animal (SCHERING-PLOUGH Animal Health Corp, 2009).

3.5 - DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

O ritmo de vida atual faz com que os consumidores tenham cada vez menos tempo para se dedicar à alimentação, preferindo alimentos que sejam saudáveis e, simultaneamente, de preparação fácil e rápida (KORHONEN, 2002; RAGAERT *et al.*, 2004; BUCKLEY *et al.*, 2007). Além dessas características, os consumidores exigem outros atributos, nomeadamente uma elevada qualidade sensorial e segurança, preferencialmente, sem aditivos (MEYER *et al.*, 2002).

Com essa necessidade, as empresas entenderam que o processo de desenvolvimento de novos produtos era fundamental para sua sobrevivência no mercado, pois o consumidor atual não tem a mesma fidelidade de outrora. Ele troca de marca sem nenhum ressentimento caso um novo produto de melhor qualidade e praticidade seja lançado pela marca concorrente.

Sendo assim, as indústrias de alimentos começaram a investir no setor de Pesquisa e Desenvolvimento de Novos Produtos (GONÇALVES, 2011).

Essa renovação contínua dos produtos lançados no mercado é importante para aumentar o interesse dos consumidores na marca, além de renovar e adicionar público-alvo, mediante uma inovação. Isso faz com que o princípio básico no desenvolvimento do produto seja identificar as necessidades dos consumidores e transferir aos produtos, a fim de satisfazê-los. (GONÇALVES, 2011).

3.5.1 – Produtos reestruturados

Os produtos cárneos reestruturados ou formatados ganharam destaque neste cenário de desenvolvimento de produtos, principalmente por aproveitarem pedaços de músculos disponíveis, visando agregar maior valor comercial (OLIVO, 2006; NUNES *et al.*, 2006).

O termo produto reestruturado é usado para alimentos que foram parcialmente ou completamente cominuídos (subdivididos por meios mecânicos) e novamente reconstituído. O termo formatado, na indústria de carnes, classifica aqueles produtos industrializados que são moldados em formatos diversos, a partir de músculos inteiros, partes ou previamente moídos. A matéria-prima é misturada com ingredientes e depois moldada em formato tridimensional em equipamentos específicos para este fim ou manualmente (OLIVO, 2006; ROCHA *et al.*, 2010).

O desenvolvimento de produtos de pescado formatados já não se faz só com recurso de matérias-primas subvalorizadas, resultantes do processamento do pescado, mas também, a partir de peixe inteiro. Segundo Flick *et al.* (1990) a carne triturada de pescado pode ser obtida de espécies de alto valor comercial inteiro, descabeçado e eviscerado; espécies subutilizadas de baixo valor comercial; espécies oriundas da fauna acompanhante; e espécies pelágicas de pequeno tamanho.

As principais vantagens dos produtos reestruturados são o incremento de valor ao mercado, onde a transformação de matérias-primas de menor valor comercial em produtos com maior valor agregado favorece inclusive o consumidor, que pode adquirir produtos de qualidade muito similar ao músculo íntegro, porém com preço inferior; e a possibilidade de

desenvolver novos produtos em uma linha de produção polivalente (JIMÉNEZ-COLMENERO *et al.*, 2003; ROCHA *et al.*, 2010).

A maioria desses produtos é uma mistura de carne (íntegra, moída ou mecanicamente separada) com gordura, espessantes (féculas ou outras proteínas vegetais), condimentos e aditivos. O conteúdo de gordura possui uma influência significativa na maciez, na suculência e na intensidade de sabor destes produtos (PASSOS; KUAYE, 2002). No entanto, com as crescentes preocupações dos consumidores com a saúde e a dieta, muitas indústrias têm voltado parte de sua atenção para o desenvolvimento de produtos cárneos reestruturados com baixo teor de gordura (BAGGIO; BRAGAGNOLO, 2008; PIÑERO *et al.*, 2008).

A classe dos produtos de pescado reestruturados abrange uma grande variedade de produtos, desde os douradinhos (pequenos lombos de peixe cobertos com pão ralado, congelados e prontos a fritar), a uma nova geração de produtos classificados como análogos ou substitutos dos tradicionais produtos da pesca, como é o caso das delícias do mar (preparadas a partir de surimi), ou mesmo produtos de valor agregado. Estes produtos não se tornaram populares apenas no Japão e em outros países asiáticos, mas também têm ganhado mercado na América do Norte e, mais recentemente na Europa (BORDERÍAS *et al.*, 2005).

3.6 - ESTUDO DE VIDA DE PRATELEIRA

O principal requisito para garantir a qualidade de um alimento é a sua vida de prateleira, vulgarmente conhecida por validade, que é o período temporal no qual um alimento se mantém seguro para o consumidor, mantendo suas características sensoriais, físicas, químicas e funcionais desejadas, e cumprindo com as características nutricionais evidenciadas na rotulagem, sob as condições de armazenagem recomendadas (DIAS, 2007).

Alterações na qualidade envolvem mudanças físico-químicas, microbiológicas e sensoriais geralmente relacionadas ao tipo de embalagem utilizada, ao teor de umidade inicial entre outros fatores. É importante avaliar quais fatores específicos que determinam a vida de prateleira do alimento, pois isto varia de acordo com o tipo de produto, embalagem e condições de armazenamento (GONÇALVES & RUIZ, 2011).

No aspecto físico, a medição mais utilizada para avaliação na vida de prateleira é a mudança de pH. Essas modificações são resultado das reações químicas degradativas que

ocorrem no produto provocadas por microrganismos ou por processos oxidativos. Por exemplo, a passagem de umidade pela embalagem, elevando a quantidade de água no alimento causa um crescimento de microrganismos causando modificações no pH (KILCAST & SUBRAMANIAM, 2000).

Com relação aos aspectos físico-químicos, a produção de bases voláteis e alterações no pH são determinantes para a qualidade do pescado, pois a deterioração microbiana eleva a quantidade de bases voláteis no músculo, bem como podem também alterar o pH (Tabela 5). O pH é influenciado por outro fator, a captura, isto porque quando o pescado se debate muito durante o processo, o tempo de *rigor mortis* é menor, fazendo com que o pH não diminua o suficiente gerando um ambiente propício ao desenvolvimento bacteriano (GONÇALVES & TAVARES, 2011).

Em relação a avaliações químicas, é importante ressaltar que reações químicas ocorrem nos alimentos a todo tempo, contudo algumas estão relacionadas diretamente com a deterioração do produto, sendo, portanto, aplicadas no estudo de vida de prateleira. As principais delas para o pescado são o Nitrogênio das Bases Voláteis Totais (N-BVT) e Nitrogênio de Trimelamina (TMA).

O N-BVT é um parâmetro recomendado pela legislação nacional para a avaliação do grau de frescor de pescado e produtos de pescado, 30mg/100g é o limite máximo permitido. O aumento de aminas no pescado é diretamente proporcional a deterioração do mesmo, sendo assim é um importante indicativo na qualidade. O TMA é a principal amina biogênica liberada pela atividade microbiana deteriorante, por isso a sua quantificação é tão importante no estudo de vida de prateleira, o seu limite máximo estabelecido por lei é 4mg/100g (BRASIL, 2008; FARIAS *et al.*, 2011; TAVARES e GONÇALVES, 2011).

Dependendo do alimento analisado diferentes reações serão observadas, por exemplo, para medir a rancidez oxidativa são utilizados parâmetros que detectem a formação de peróxido e ácidos graxos livres (GONÇALVES & RUIZ, 2011).

As análises microbiológicas em um estudo de vida de prateleira são importantes para detectar o crescimento de microrganismos deteriorantes do produto e a presença daqueles que são patogênicos ao consumidor. A forma mais comum de realiza a análise é por contagem microbiana, onde o produto é armazenado por um determinado tempo a temperatura constante e

contagens microbianas são realizadas em intervalos definidos, durante todo o período de armazenagem (GONÇALVES & RUIZ, 2011).

Tabela 5. Fatores intrínsecos e extrínsecos que afetam a vida de prateleira de um alimento.

Fatores Intrínsecos	Modo de Ação
Atividade de Água	Elevada quantidade de água livre no alimento favorece o crescimento de microrganismos deteriorantes.
Valor de pH e acidez total	Valores de pH próximos da neutralidade são ambientes perfeitos para proliferação de microrganismos.
Oxigênio disponível	A maioria dos microrganismos deteriorantes são aeróbicos, portanto uma elevada quantidade de gás oxigênio beneficia o aumento da microbiota do produto.
Nutrientes	A presença moléculas nutritivas, como glicose, frutose, aminoácidos, vitaminas, favorecem o crescimento microbiano.
Microbiota natural	Alguns alimentos possuem uma carga microbiana natural muito elevada, por isso possuem uma vida de prateleira menor, podendo ser alterada com a aplicação de tecnologia de barreiras.
Bioquímica do Produto	Presença de enzimas e agentes químicos que dificultem ou beneficie o desenvolvimento microbiano.
Uso de aditivos	A incorporação de alguns aditivos, como sal ou açúcar, diminui a quantidade água livre nos produtos, fazendo com que o ambiente seja desfavorável ao crescimento microbiano.
Fatores Extrínsecos	Modo de Ação
Perfil tempo-temperatura	O tempo que o alimento é exposto a temperatura para diminuição da carga microbiana é importante, pois caso o tempo e temperatura seja inadequado a segurança alimentar estará comprometida.
Controle de temperatura	O controle de temperatura durante o armazenamento e distribuição é importante para manter a qualidade do produto.
Umidade relativa	Uma umidade relativa do ar elevada, tende a aumentar a quantidade de água no produto, favorecendo o desenvolvimento microbiano.
Exposição a Luz	Exposição a luz pode degradar nutrientes fotossensíveis, além de aumentar a temperatura do produto, e isto pode gerar um ambiente benéfico para a microbiota.
Contagem microbiana	A quantidade de microrganismo presente no ambiente durante o processamento pode afetar a vida útil do produto, fazendo com que a carga microbiana final seja superior a inicial.
Composição atmosférica da embalagem	Elevada quantidade de oxigênio na embalagem favorece o desenvolvimento da microbiota aeróbica, em contrapartida o CO ₂ é altamente tóxico aos microrganismos.
Manipulação do consumidor	O consumidor deve manter as boas práticas para garantir a integridade do produto.

O pescado é altamente perecível e tem uma deterioração muito rápida, os principais responsáveis são os microrganismos sendo os psicrófilos e os psicrotróficos, os maiores deteriorantes para pescado e produtos à base de pescado refrigerados ou congelados. Os psicrotróficos são aqueles que se desenvolvem entre 0-7°C, em contrapartida os psicrófilos são aqueles que apresentam temperatura ótima entre 15-20°C (Tabela 4) (DATTA & DEETH, 2001; GONÇALVES & RUIZ, 2011).

Os principais microrganismos deteriorantes do pescado são *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Proteus*, entre outros. Eles são os principais responsáveis pelas atividades proteolíticas, lipolíticas, pectinolíticas que causa perda na qualidade do pescado (VIEIRA, 2011).

Além dos microrganismos deteriorantes é importante averiguar os microrganismos que são patogênicos ao consumidor, como a *Salmonella* sp., os microrganismos indicadores de contaminação fecal e inadequada manipulação como *Escherichia coli* (coliformes temrotolerantes), *Staphylococcus* sp. e a própria *Salmonella* sp. A avaliação desses microrganismos é importante na vida de prateleira para indicar a deterioração do alimento bem como no processamento durante o desenvolvimento do produto, indicando se houve falhas nos pontos críticos ou falta de higiene por parte do manipulador (VIEIRA, 2011).

Além dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos a aplicação de outro parâmetro complementa o estudo de vida de prateleira de um produto, a análise sensorial. (OLIVEIRA & RODRIGUES, 2011). Por causa da dificuldade em aplicar as técnicas sensoriais no estudo de vida de prateleira, os parâmetros de deterioração físicos, químicos e microbiológicos se sobressaem, sendo os mais aplicados no estudo de vida de prateleira.

No caso dos biscoitos, a principal forma de deterioração físico-química é a umidificação, acidificação e rancidez, desta forma são utilizados parâmetros que avaliem esses fatores. As alterações sensoriais afetam a cor, sabor e consistência de biscoitos. Enquanto as microbiológicas ao crescimento de bolores e leveduras principais deteriorantes desse tipo de produto (Tabela 6) (ZUNIGA, 2011).

Todas as análises aplicadas no estudo de vida de prateleira, é importante para o pesquisador entender como ocorre a deterioração do produto em estudo, pois as análises físicas, químicas e microbiológicas devem ser específicas para cada alimento, dependendo das substâncias produzidas durante a deterioração dos microrganismos presentes no alimento.

Tabela 6. Parâmetros avaliados na vida de prateleira de biscoito e pescado.

Produtos	Parâmetros	
	Físico-Químico	Microbiológico
Biscoito	Determinação de Umidade	Bolores
	Índice de Peróxido	Leveduras
	Acidez total	Coliformes
Pescado		Psicrófilos
	pH	Psicrotróficos
	Bases Voláteis	<i>Salmonella sp.</i>
	Trimetilamina	Coliformes termotolerantes
		<i>Estafilococcus coagulase positiva</i>

Para elevar o tempo de vida de prateleira essas reações química, físicas e microbiológicas devem ser retardadas, e muitos estudos estão sendo desenvolvidos para aumentar a vida útil dos alimentos, geralmente essas alterações passam por adição de compostos nos produtos, pré-tratamentos, embalagens inteligentes, ou mesmo a aplicação de embalagens com atmosfera modificada.

3.7 - EMBALAGEM EM ATMOSFERA MODIFICADA

Atualmente, as novas técnicas de embalagem visam o aumento da vida útil dos alimentos e baseiam-se, principalmente, na redução do teor de oxigênio que rodeia o produto, uma vez que as principais bactérias deteriorantes são aeróbicas, além disso o O₂ é responsável por grande parte das modificações físico-químicas.

A embalagem em atmosfera modificada (EAM) consiste na substituição do ar, no interior da embalagem, por uma mistura de gases como oxigênio (O₂), dióxido de carbono (CO₂) e nitrogênio (N₂) ao redor do produto. O aumento do prazo comercial deste método de conservação de alimentos deve-se ao efeito inibitório do CO₂ sobre os diferentes tipos microbianos e à redução ou remoção do O₂ do interior da embalagem (MANTILLA *et al.*, 2010).

Os objetivos da EAM são prevenir (ou pelo menos retardar) qualquer alteração indesejável nas características sensoriais, nutritivas e microbiológicas nos alimentos e estender o prazo comercial de produtos alimentícios. EAM atinge seus objetivos baseados em três princípios: redução de alterações fisiológicas, químicas, bioquímicas e físicas

indesejáveis nos alimentos; controle do crescimento microbiano e prevenção da contaminação do produto (FLOROS; MATSOS, 2005; FARIA, CRUZ & GONÇALVES, 2011; GONÇALVES, 2012).

Na EAM são utilizados três tipos de gases, o oxigênio (O_2), dióxido de carbono (CO_2) e nitrogênio (N_2), escolha da mistura destes gases é influenciada pela microbiota capaz de crescer no produto, pela sensibilidade do produto ao O_2 e ao CO_2 e pela estabilidade da cor desejada (MANTILLA *et al.*, 2010; FARIA, CRUZ & GONÇALVES, 2011; GONÇALVES, 2012).

O gás CO_2 é o principal responsável pelo efeito bacteriostático em EAM. Este efeito é influenciado pela carga bacteriana inicial, pela temperatura de estocagem e pelo tipo de produto embalado. Uma elevada carga microbiana inicial diminui a eficácia da EAM em relação ao aumento de vida de prateleira, bem como a temperaturas baixas podem aumentar a dissolução do CO_2 no produto, dificultando sua ação bacteriostática, e produtos com pouca umidade tem dificuldade de absorção do gás (MANTILLA *et al.*, 2010; GONÇALVES, 2012).

O efeito inibitório da embalagem em atmosfera modificada é diretamente relacionado com a quantidade de CO_2 presente. A solubilidade deste gás é indiretamente proporcional à temperatura de armazenamento, logo baixas temperaturas possuem um efeito sinérgico para a ação bacteriostática do CO_2 (CHURCH, 1995).

Quando o CO_2 se dissolve em água, este acidifica o meio. Essa acidificação, assim como o efeito antimicrobiano do CO_2 nas concentrações maiores que 10-15%, pode suprimir o crescimento de muitos micro-organismos deteriorantes e, por esta razão, esse é um componente importante da EAM. O CO_2 também é solúvel em gordura, esta solubilidade em água e lipídios gera a absorção do gás pelo pescado (alimento rico em umidade, e algumas espécies de peixes são ricas em lipídios), isto ocasiona redução do volume do gás na embalagem, gerando colapso desta (BRODY, 1995).

Quando a deterioração é principalmente microbiana, o nível de CO_2 na mistura deve ser o mais alto possível, limitado somente pelos efeitos negativos do CO_2 no alimento específico (por exemplo, colapso da embalagem). A composição gasosa típica nessa situação é de 30% a 60% de CO_2 e 40% a 70% de N_2 . Para produtos que são muito sensíveis ao O_2 , nos quais a deterioração ocorre principalmente pela rancificação oxidativa, misturas de 100%

N₂ ou N₂/CO₂ (se a deterioração microbiana também for importante nesse alimento) são usadas (ROBERTSON, 2006).

A presença de dióxido de carbono tem efeito bacteriostático em concentrações acima de 10% (para pescado deve ser acima de 50%), contudo elevadas quantidades deste gás podem estimular o crescimento de *Clostridium botulinum*, uma vez que este microrganismo cresce em pH baixo, e o dióxido acidifica o meio (FLOROS; MATSOS, 2005).

O N₂ é um gás quimicamente inerte, insípido e menos predisposto a acidentes do que os outros gases comumente usados em EAM. O N₂ é usado como um gás de enchimento, substituindo o O₂ como uma alternativa da embalagem a vácuo, visto que, por ser pouco solúvel em água e gordura, é utilizado para limitar o colapso da embalagem causado pela absorção do CO₂ pelo produto. Além disso, retarda a rancificação oxidativa e inibe o crescimento de micro-organismos aeróbios (CHURCH, 1995; BLAKISTONE, 1999).

O gás O₂ geralmente estimula o crescimento de bactérias aeróbicas e inibe o crescimento de anaeróbias estritas, embora exista uma grande variação da sensibilidade de anaeróbios ao O₂. Contudo, o O₂ é responsável por reações indesejadas nos pescados, incluindo oxidação de gorduras (peixes gordos, principalmente), deterioração ocasionada pelo crescimento de bactérias aeróbias (principais deteriorantes do pescado). Graças aos efeitos negativos citados, o O₂ é geralmente evitado ou adicionado em pequenas quantidades na EAM (MANTILLA et. al., 2010; FARIA, CRUZ & GONÇALVES, 2011).

A extensão da validade comercial do pescado embalado em atmosfera modificada ocorre graças à baixa concentração de O₂ e a presença de CO₂. A baixa quantidade de oxigênio controla o crescimento de bactérias aeróbias que são as principais responsáveis pela deterioração do pescado (FARIA, CRUZ & GONÇALVES, 2011; GONÇALVES, 2012).

A aplicação de EAM em pescado vem sendo estudada a muito tempo, alguns autores afirmam que essa técnica pode significar um aumento da vida útil do pescado de 50 a 100% nos peixes crus e de 100 a 200% no marisco cozido (SIVERTSVIK et al., 2002; HOVDA et al., 2007; FARIA, CRUZ & GONÇALVES, 2011; GONÇALVES, 2012).

Bono & Badalucco (2012) foram mais além e combinaram o uso de embalagem em atmosfera modificada e ozônio, este é um conhecido sanitizante para pescado. Eles fizeram um teste no qual dividiram em 3 grupos, um com embalagem em ar normal, outro grupo embalado com EAM (50% CO₂/50% N₂) e o terceiro grupo combinou o pré-tratamento em

ozônio com EAM (50% CO₂/50% N₂). Os resultados demonstraram que a combinação de ozônio e EAM é mais eficiente, tendo o tempo de prateleira do pescado de 18 dias, enquanto a embalagem com ar normal foi de 9 e apenas EAM foi de 15 dias. Com relação a análise sensorial, a combinação não alterou o sabor do pescado, sendo, portanto, uma técnica eficiente no aumento de vida de prateleira do pescado.

A EAM vem demonstrando ser uma técnica muito eficiente para aumentar a vida útil de diversos alimentos, inclusive o pescado. Além disso, a sua combinação com outros processos pode potencializar a atividade antimicrobiana, sendo bastante aplicável para alimentos altamente perecíveis (FARIA, CRUZ & GONÇALVES, 2011; GONÇALVES, 2012).

4 – MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ALGA *Gracilaria birdiae*.

As algas *Gracilaria birdiae* (Figura 3) foram adquiridas do cultivo de macroalgas na Praia de Pitangui localizada no município de Extremoz (RN) (Figura 4), Latitude: -5.70602, Longitude: -35.3067, Sul: 5° 42' 22" e Oeste: 35° 18' 24", em novembro de 2013.



Figura 3. Alga *Gracilaria birdiae* (FONTE: Brasil Mergulho)

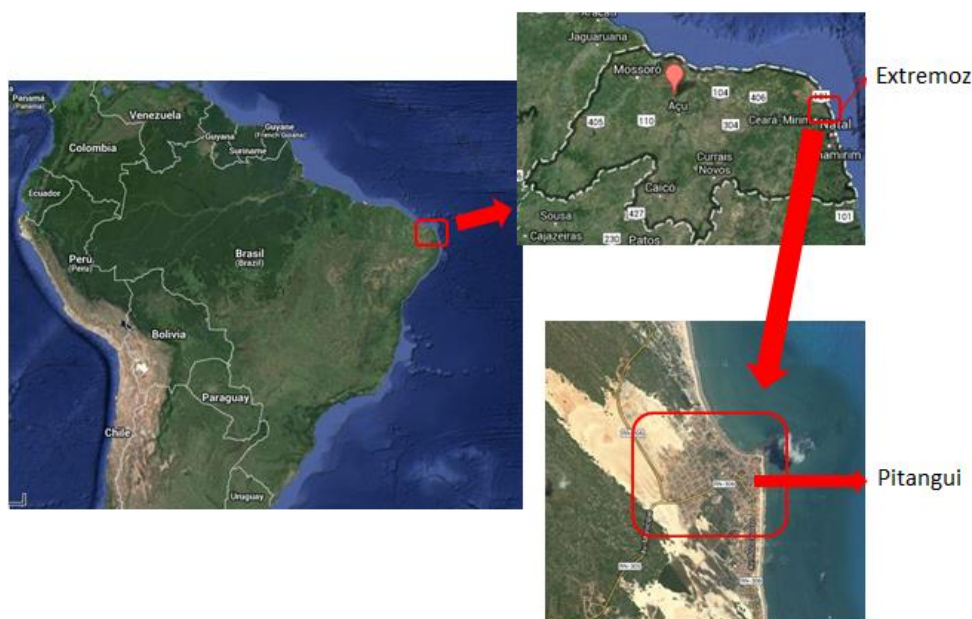


Figura 4. Mapa de Localização da praia de Pitangui.

As macroalgas foram cultivadas superficialmente em estruturas de cano de policloreto de vinila (PVC) interligados por cordas nas quais as algas são amarradas e se reproduzem. O cultivo fica a 200 m da praia e a 15 m de profundidade (Figura 5).



Figura 5. Cultivo de Macroalgas em Pitangui (Fonte: AMBAP).

4.2 - PROCEDIMENTOS DE COLETA, ACONDICIONAMENTO INICIAL E TRANSPORTE DA *Gracilaria birdiae*.

As algas foram coletadas manualmente do cultivo, transportadas em caixas térmicas com água do mar e gelo até o Laboratório de Bioquímica da UFERSA, onde foram lavadas com água corrente e mantidas por 10 minutos em uma solução à base de hipoclorito de sódio (cloro ativo 0,96% p/p, Marca Pury Vitta®) diluída em água (1:6) para remoção de epífitas e desinfestação. Após desinfestação as algas foram submetidas as análises físico-químicas e microbiológicas e ao processo de desidratação.

4.3 – ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA ALGA *in natura*

A composição centesimal da alga *in natura* (umidade, cinzas, lipídios, proteínas) foi realizada de acordo com metodologia oficial (AOAC, 2011).

4.4 – ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ALGA *IN NATURA*

A análise microbiológica da alga *in natura* foi realizada de acordo com metodologias oficiais (BRASIL, 2003; SILVA *et al.*, 2010) e com os microrganismos regulamentados pela resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 da ANVISA (BRASIL, 2001), como: enumeração coliformes termotolerantes a 45°C; pesquisa de *Salmonella* spp. e contagem de *Estafilococos coagulase positiva*.

4.5 - DESIDRATAÇÃO DA ALGA

As algas *in natura* foram desidratadas utilizando dois processos tecnológicos: secador solar (temperatura monitorada a cada 30 minutos - Figura 6) e em estufa de secagem com circulação (1-2 m/s) e renovação de ar (temperatura constante de 60°C), modelo SL-102/630, marca SOLAB (Figura 7). A cada 30 minutos uma amostra foi retirada e determinada a umidade, sendo que o processo foi repetido até peso constante. A partir dos dados de umidade vs tempo de desidratação foi construída a curva de secagem.



Figura 6. Secador solar (Fonte: Autor). **Figura 7.** Estufa de circulação forçada de ar (Fonte: Autor).

A composição centesimal da alga desidratada em secador solar e em estufa foi realizada pelos mesmos parâmetros e metodologias descritos no item 4.3, a fim de demonstrar qual processo de secagem melhor preservava a qualidade nutricional da alga. O melhor método foi adotado ao longo da pesquisa e dele foi realizado a qualidade microbiológica da alga desidratada utilizando os mesmos parâmetros da alga *in natura*.

4.6 - DESENVOLVIMENTO DOS PRODUTOS À BASE DE ALGAS

4.6.1 – Biscoito com algas

Todas as etapas de desenvolvimento do produto (biscoito salgado com algas) estão descritas na Figura 8, e foram realizadas no Laboratório de Tecnologia e Controle de Qualidade do Pescado (LAPESC) e em seguida foram feitas as análises físico-químicas, microbiológica e sensorial.

4.6.1.1 Testes preliminares para formulação do biscoito com algas

O desenvolvimento do produto iniciou-se de uma formulação tradicional de biscoito salgado, em seguida foi adicionado a alga, para incorporação proteica. Inicialmente foi adicionado 5g de alga por 100g de mistura, entretanto com este valor a incorporação da alga na massa não permanecia homogênea, o valor foi reduzido para 2,5g por 100g de mistura.

4.6.1.2 Fluxograma Operacional

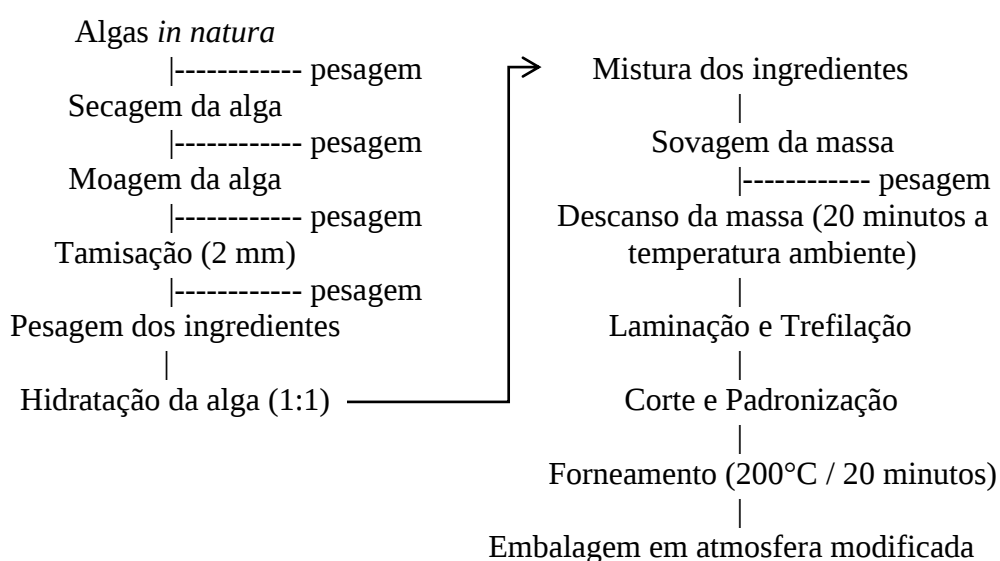


Figura 8. Fluxograma operacional para produção do biscoito salgado com algas (Fonte: Autor).

Tabela 7. Formulações preliminares e final do biscoito com algas.

INGREDIENTES	FORMULAÇÕES												
	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Farinha Trigo (g)	215	350	215	107,5	86	53,8	21,5	86	53,8	21,5	107,5	107,5	107,5
Farinha Integral (g)	-	-	-	-	21,5	53,8	86	-	-	-	-	-	-
Farinha Centeio (g)	-	-	-	-	-	-	-	21,5	53,8	86	-	-	-
Manteiga (g)	50	50	50	25	25	25	25	25	25	25	25	25	30
Ovo (unid)	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fermento (g)	5	10	5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	-
Glutamato (g)	-	-	-	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	0,54	0,54	0,54
NaCl (g)	0,75	1,5	0,75	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,75
Alga desidratada (g)	-	5	5	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	3,22	5,4	10,7

4.6.1.3 Etapas da produção

O processo de produção do biscoito salgado com algas foi seguido de acordo com as etapas descritas na Figura 8. Após o processo de secagem, as algas foram levadas ao LAPESC moídas em Moinho Centrífugo Martelo e Martelo (Marconi - MA900) com a menor peneira (2 mm | 10 mesh), tamisadas em peneiras granulométricas de 1 mm (16 mesh), e por último foi realizada pesagem.

Para o preparo do biscoito com algas todos os ingredientes foram pesados de acordo com a formulação (Tabela 7). A alga seca foi hidratada com água mineral (1:1) e iniciou a mistura dos ingredientes. Primeiramente foram misturados a farinha de trigo, sal e glutamato monossódico, em seguida a manteiga foi adicionada e misturada até completa homogeneização, por fim foi colocada a alga hidratada e o ovo. A massa formada foi sovada para obter a completa incorporação dos ingredientes e deixada em um recipiente plástico para descanso a 25°C por 20 minutos.

A massa, após descanso, foi laminada e trefilada, posteriormente as tiras produzidas da trefilação foram padronizadas com tamanhos de 10 cm e colocadas na assadeira. O forneamento do biscoito foi realizado em estufa (previamente ajustada na temperatura de 200°C) por 20 minutos. Em seguida, porções de 50g foram embaladas em sacos de Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) metalizados em atmosfera modificada utilizando 100% de gás nitrogênio em embaladora a vácuo (Supervac 500-Gás, SULPACK®) com configurações de Vácuo = 30, Gás = 12 e Tempo de Solda = 4s (Figura 9).

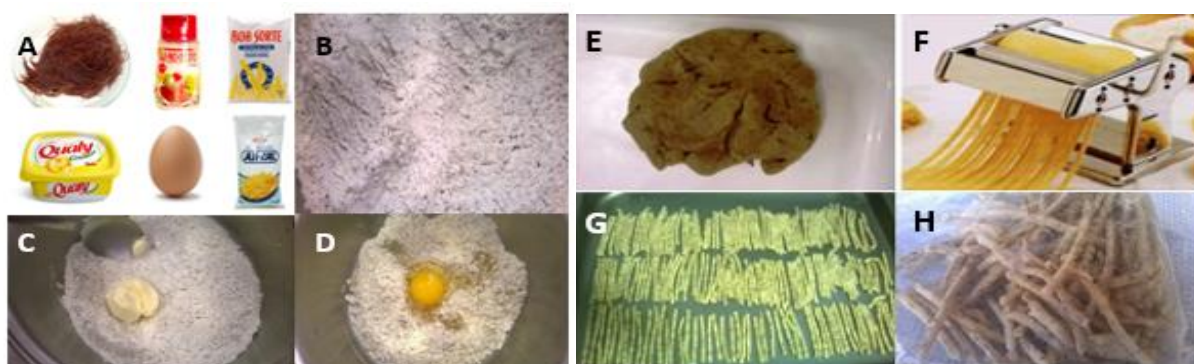


Figura 9. Processo de Produção do Biscoito com algas. A - ingredientes; B - mistura dos ingredientes secos (farinha, alga, GMS, sal); C - adição da manteiga; D – adição do ovo; E – textura da massa após solvatação; F – trefilação; G – forneamento; H - embalagem

4.6.2 - Bolinho de camarão com algas

4.6.2.1 – Testes preliminares

O desenvolvimento do bolinho de camarão com algas teve início a partir de uma formulação inicial desenvolvida por Silva (2013). A partir desta formulação foi testada a adição da alga (*Gracilaria birdiae*) como parte do empanamento do bolinho (F1) e misturado na massa (F2) (Tabela 8), conforme etapas descritas na Figura 10.

Tabela 8. Formulações testadas para produção do bolinho de camarão com alga recheado com *cream cheese*.

Ingredientes	F1 (g)	F2 (g)
Camarão descascado	1000	1000
Água gelada	40	40
Sal (NaCl)	15	15
Tripolifosfato de sódio (TPF)	5	5
Glutamato monossódico (GMS)	4	4
Proteína Texturizada de Soja (PTS)	60	60
Cebola Picada	150	150
Salsa Picada	40	40
Alho Espremido	15	15
Pimenta	5	5
Cream Cheese	2	2
Pré-enfarinhamento (Pré-Coating 3.61®)	300	300
Líquido de Cobertura (Power Link 5.24®)	125	125
Farinha de Cobertura (KRAKER MILL Flocada®)	150	150
Alga desidratada	150	50

4.6.2.2 – Fluxograma Operacional

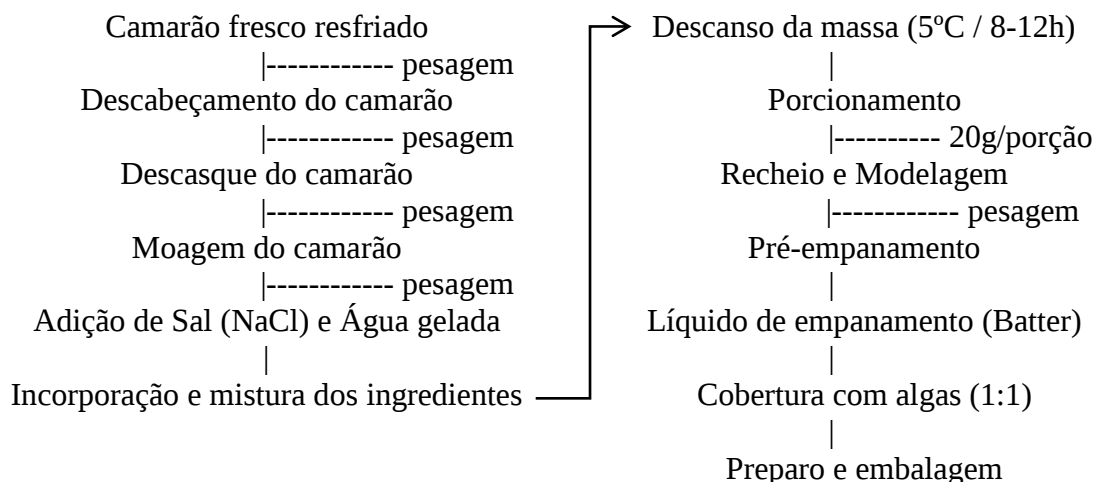


Figura 10. Fluxograma operacional para produção do bolinho de camarão com algas (Fonte: Autor).

4.6.2.3 – Etapas da produção

Os camarões vivos foram coletados na Fazenda Aquarium® no município de Mossoró/RN e eutanasiados por choque térmico, dentro de caixas térmicas com água e gelo. Foram transportados até o LAPESC, onde houve o descabeçamento e descasque manual seguindo de pesagem, para posterior cálculo de rendimento. Os camarões descascados foram moídos em um moedor (MC22, G. PANIZ®), utilizando o disco de 8 mm. A massa produzida foi pesada e mantida sob refrigeração (5°C) até o momento do preparo da massa com os ingredientes do bolinho.

Os ingredientes da formulação do produto foram pesados. Em seguida, adicionou-se à massa, água gelada e sal e submeteu-se a homogeneização. Após este processo, os demais ingredientes foram incorporados à massa (TPF, GMS, Salsa, Cebola, Alho, pimenta e alga no caso da F2), por último a proteína texturizada de soja que foi previamente hidratada com água na proporção 1:1. Posteriormente, a massa de camarão temperada foi armazenada em geladeira a 5°C por 12h, com a finalidade da retenção das proteínas solúveis e formação de uma malha proteica interna, que proporcionará uma melhor estabilidade física da massa no momento do porcionamento, formatação e incorporação do recheio.

Após a etapa de descanso, a massa foi porcionada em 20g, e em seguida, o *cream cheese* (2g) foi incorporado, seguido da formatação na forma esférica. O bolinho foi empanado de acordo com as seguintes etapas: pré-enfarinhamento (farinha de pré cobertura – Pré-Coating 3.61®), imersão no líquido de empanamento (*batter* - Powder Link 5.24®) e cobertura final, na farinha de cobertura misturada com algas (*breeding* – Kraker Mill Flocada 7.42®), conforme Figura 11.

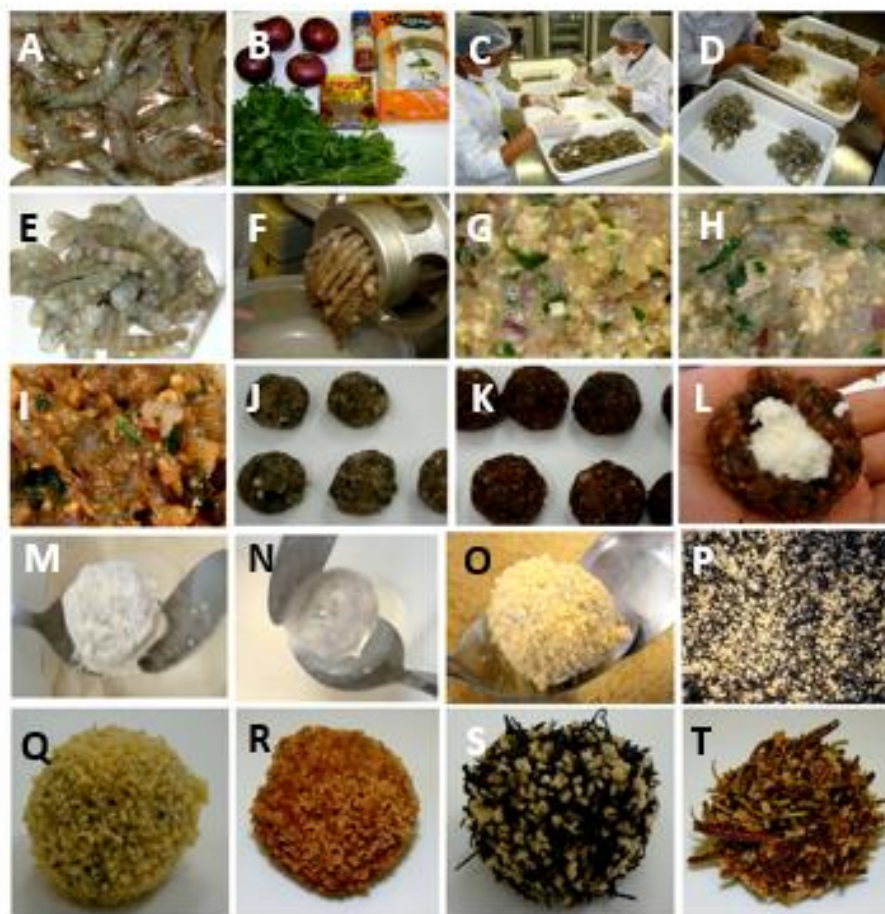


Figura 11. Etapas de Produção dos Bolinhos de camarão. A – camarão inteiro. B – ingredientes usados na produção do bolinho. C – descabeçamento do camarão. D – descasque do camarão. E – camarão descascado e descabeçado. F – moagem do camarão. G e H – adição dos ingredientes ao camarão moído (F2). I - adição dos ingredientes ao camarão moído (F1). J – porcionamento do bolinho (F1). K – porcionamento do bolinho (F2). L – adição do recheio do bolinho em ambas formulações. M , N e O – sistema de empanamento. P – farinha de cobertura da F1. Q – bolinho de camarão (F2) cru. R - bolinho de camarão (F2) frito. S – bolinho de camarão (F1) cru. T - bolinho de camarão (F1) frito.

Na F1 a alga desidratada e moída foi misturada com a farinha de cobertura (KRAKER MILL Flocada®) na proporção 1:1 e com essa mistura o bolinho de camarão foi empanado,

permanecendo, a alga na parte exterior. Na F2 foi adicionado 50 gramas de alga desidratada juntamente com os outros ingredientes para produção da massa do bolinho que posteriormente foi recheado com “*cream cheese*” e empanado. Estas duas formulações foram apresentadas aos consumidores e submetidas a análise sensorial, e àquela que obteve a maior nota e consequentemente maior índice de aceitabilidade foi escolhida para as análises subsequentes.

4.7 – ANÁLISES

4.7.1 - Análise microbiológica

A análise microbiológica foi realizada de acordo com metodologias oficiais (BRASIL, 2003; SILVA *et al.*, 2010) para os microrganismos regulamentados pela ANVISA (BRASIL, 2001), como: enumeração de coliformes termotolerantes a 45°C; pesquisa de *Salmonella* spp. e contagem de *Estafilococos coagulase positiva*. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal (LIPOA/UFERSA).

4.7.2 - Análise sensorial

Foi realizada a análise sensorial dos produtos (biscoito com algas, e as duas formulações do bolinho de camarão) com 50 provadores não treinados, utilizando o Teste de Aceitação Global com escala hedônica estruturada em nove pontos que variam desde “gostei muitíssimo” até “desgostei muitíssimo” (STONE e SIDEL, 2004). Foram recrutados provadores adultos, alunos, professores e funcionários que frequentam a UFERSA, de ambos os sexos e que concordaram em participar da pesquisa. Pessoas que relataram alergia e/ou intolerância alimentar aos componentes dos produtos não participaram da pesquisa.

O índice de aceitabilidade (IA) foi calculado considerando como 100% o máximo de pontuação alcançada pelos diferentes produtos (na escala hedônica) e o critério de decisão para o índice ser de boa aceitação é de no mínimo 70%, segundo Texeira *et. al.* (1987). Assim, para este cálculo, adotou-se a seguinte expressão matemática: $IA = [nota\ média\ obtida\ para\ o\ produto / nota\ máxima\ dada\ ao\ produto] \times 100$.

Foi avaliada, também, a intenção de compra em relação aos produtos utilizando o Teste de Escala de Atitude estruturada em sete pontos que variam de “compraria sempre” até “nunca compraria” (STONE e SIDEL, 2004).

4.7.3 - Análise de composição centesimal

Foram realizadas para o biscoito com algas e bolinho de camarão com algas as análises seguintes análises de composição centesimal: umidade, cinzas, lipídios, proteína, todas em triplicata de acordo com metodologia oficial (AOAC, 2011).

4.7.4 - Análise de estabilidade do produto (vida de prateleira)

A vida de prateleira do biscoito com algas embalado em atmosfera modificada (100% N₂) foi acompanhada durante 180 dias (6 meses) de armazenamento sob temperatura ambiente (25°C), em intervalos de 45 dias, através de análises físico-químicas (em triplicata): umidade, acidez total (IAL, 1985) e índice de peróxido (CECCHI, 2003); e análises microbiológicas: contagem total de bactérias mesófilas, enumeração de coliformes termotolerantes, pesquisa de *Salmonella*, e contagem de bolores e leveduras (UFC/g) (BRASIL, 2003).

Os bolinhos com algas foram embalados em bandejas com atmosfera modificada em sacos de polietileno de alta densidade. Foram utilizados quatro tipos de atmosfera para embalagem: o controle (ar atmosférico), ATM1 composto por 75% de gás carbônico (CO₂), 15% de gás nitrogênio (N₂) e 10% de oxigênio (O₂); ATM2 composto por 80% de gás carbônico (CO₂), 15% de gás nitrogênio (N₂) e 5% de gás oxigênio (O₂); e ATM 3 formado por 80% de gás carbônico (CO₂) e 20% de gás nitrogênio (N₂).

A vida de prateleira do bolinho com algas em EAM foi acompanhada durante 15 dias de armazenamento sob temperatura de refrigeração (4°C), em intervalos de 5 dias, através de análises físico-químicas (em triplicata): pH, Nitrogênio das Bases Voláteis (N-BVT), Nitrogênio de Trimetilamina (N-TMA) e teor de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS); e análises microbiológicas: contagem total de bactérias mesófilas, contagem total de bactérias psicrófilas, coliformes termotolerantes a 45°C, estafilococos coagulase positiva e pesquisa de *Salmonella* (BRASIL, 2003).

4.8 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas foram realizadas com o programa *Statistical Package for Social Sciences*, versão Windows 18 DEMO (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EUA) e os gráficos no SigmaPlot 10.0. A Análise de Variância Univariada (ANOVA) foi aplicada para determinar as diferenças estatísticas entre os tratamentos. O teste a posteriori de *Tukey* foi utilizado para examinar as diferenças estatísticas individuais entre tratamentos, quando observadas diferenças estatísticas ao nível de significância de 0,05.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 – CARACTERIZAÇÃO CENTESIMAL DA *Gracilaria birdiae* in natura

Os resultados da composição centesimal da *Gracilaria birdiae* in natura estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Composição centesimal da alga *Gracilaria birdiae* in natura.

Alga	Parâmetros			
	Umidade	Proteína	Lipídios	Cinzas
Base Úmida	68,92 ± 0,73	4,58 ± 0,02	1,26 ± 0,10	0,81 ± 0,03
Base Seca	-	15,26 ± 0,08	4,46 ± 0,32	2,61 ± 0,11

Média±SD, n = 3.

O percentual de umidade foi de aproximadamente 68%, correspondendo ao componente mais abundante da alga, seguido da proteína (4,58%), lipídios (1,26%) e cinzas (0,81%). Em base seca, os percentuais de proteínas, lipídios e cinzas aumentam, com destaque para o percentual de proteína que alcança um valor de 15,26%, a de lipídios fica próxima de 4% e de cinzas em torno de 2%.

O percentual de umidade observado neste estudo (68%) ficou bem abaixo dos valores reportados por outros autores, como Yamada (2001) que estudando o gênero *Undaria* obteve um percentual de 89%, Kumar *et al.* (2011) pesquisando a *Caulerpa racemosa* obteve um percentual de 91%, Ahmad *et al.* (2012) estudando várias macroalgas obteve um percentual de umidade que variou entre 79-96%, dentre as algas estudadas havia a *Gracilaria verrugosa*, que apresentou um percentual de 85%.

O percentual de proteínas encontrado na nossa pesquisa para a *G. birdiae* (4,58%) foi bem acima do observado por Yamada (2001) na *Undaria pinnatifida* (1,9%) para alga fresca. O *Sargassum polycystum* estudado por Matanjun *et al.* (2009) obteve um percentual próximo (5%) ao observado neste estudo. Essas diferenças são esperadas, uma vez que os percentuais nutricionais diferem de acordo com a espécie.

O gênero *Gracilaria* como podemos observar apresenta um percentual de lipídios pequeno (1,5%). Porém quando comparado com o da *Undaria pinnatifida* (0,2%) o obtido nessa pesquisa foi consideravelmente maior (YAMADA, 2001).

Outro percentual em que ocorre grandes variações é o mineral. A *Gracilaria birdiae* objeto de estudo nesta pesquisa apresentou um percentual de 0,81%, ficando bem abaixo do reportado por alguns autores, como Yamada (2001) com *Undaria pinnatifida* (3,3%) e Ahmad *et al.* (2012) com *Gracilaria verrucosa* (6%). Essa variação pode ser explicada pela diferença de ambiente e/ou período de coleta, uma vez que a sazonalidade também pode influenciar nos percentuais.

A composição centesimal de macroalgas difere entre si, inclusive dentro da mesma espécie. Isso ocorre porque o ambiente e as estações do ano influenciam nesses percentuais da composição centesimal (MARINHO-SORIANO *et al.*, 2005; BENJAMA *et al.*, 2011).

A *Gracilaria birdiae* é a alga mais abundante no litoral potiguar e apresenta uma composição centesimal com percentuais nutricionais elevados. Quando comparamos os nossos resultados com os de Pires *et al.* (2012) (Tabela 9) observamos algumas diferenças, onde obtivemos valores maiores para proteínas, cinzas e lipídios. Devido a esse elevado teor de proteínas e minerais a *G. birdiae* demonstra ser uma excelente fonte de alimento.

5.2 – SECAGEM E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA *Gracilaria birdiae* DESIDRATADA

Os dados de perda de umidade ao longo do tempo de secagem em estufa a 60°C estão apresentados na curva de secagem (Figura 12). No início da secagem (tempo zero), a alga apresentou umidade média de 88,26%, ao longo do tempo de secagem a umidade foi decrescendo e no tempo 200 minutos observou-se uma queda de 67,21% de umidade passando de 79,22% (tempo 90 minutos) para 12,01% (tempo 200 minutos), permanecendo constante a partir de 300 minutos. Sendo que, o percentual de umidade permaneceu em média de 4,04%, não havendo diferença significativa ($p > 0,05$) ao longo do tempo de secagem (até 660 minutos).

Os dados de perda de umidade ao longo do tempo de secagem em secador solar (temperatura média de $45,5 \pm 13^\circ\text{C}$) estão apresentados na Figura 13. O tempo total para

desenvolvimento da curva foi de dois dias, tendo a estabilidade sido alcançada no início do segundo dia de secagem (Figura 13).

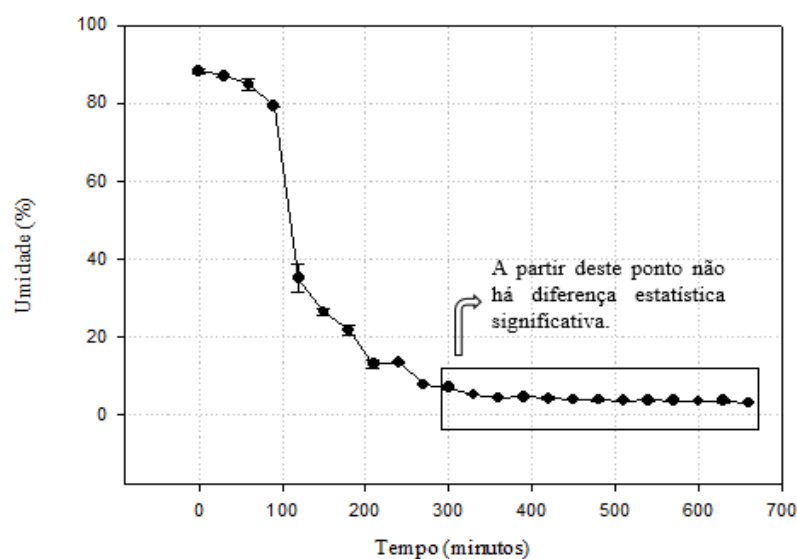


Figura 12. Curva de Secagem em estufa a 60°C (média $\pm$ SD; n = 3)

Os dados de perda de umidade ao longo do tempo de secagem em secador solar (temperatura média de $45,5 \pm 13^\circ\text{C}$) estão apresentados na Figura 13. O tempo total para desenvolvimento da curva foi de dois dias, tendo a estabilidade sido alcançada no início do segundo dia de secagem (Figura 13).

A curva de secagem da alga pelo Secador Solar foi dividida em dois dias, o dia 1 foi finalizado no tempo 300 minutos e o dia 2 iniciou-se no tempo 600 minutos, o intervalo durou 10h (600 minutos). A interrupção na desidratação da alga ocorreu com o início do período noturno, neste o material (alga) foi recolhido para o interior de uma sala sem circulação de ar na tentativa de evitar grande diminuição na umidade. Durante a interrupção não houve medição da umidade, esta reiniciou-se no dia 2, logo nas primeiras horas da manhã.

A curva seguiu o mesmo padrão da secagem em estufa com uma queda entre os tempos 90 min (77,74%) no dia 1 e 600 min (15,79%) no dia 2, neste intervalo houve uma perda de umidade de 61,95%. Contudo, a secagem foi mais lenta e a perda final de água foi menor. Isto era esperado, uma vez que a temperatura observada dentro do secador solar ficou em média de $45,5^\circ\text{C}$, com máxima de 52°C e mínima de 39°C . A temperatura em nenhum

momento alcançou valores próximos a estufa e não foi mantido nenhum padrão nem controle da temperatura.

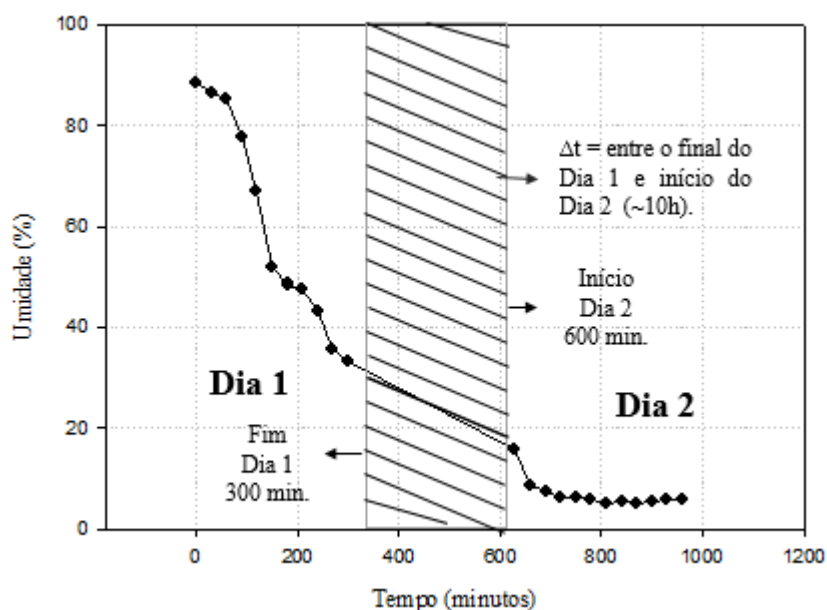


Figura 13. Curva de secagem no secador solar. (média±SD; n=3)

Durante a passagem de um dia para o outro, observou-se uma queda acentuada na umidade, onde a última medição indicou 33,35% e a seguinte 15,79%. Essa perda de água ocorreu na fase noturna (sem sol), neste período que durou aproximadamente 10 horas (600 minutos) não houve monitoramento da perda de umidade, este só foi retomado ao amanhecer do dia seguinte, portanto o tempo total para produção da curva foi de 960 minutos, sendo o intervalo 0-300 minutos avaliados no Dia 1, 330-600 o período noturno e 630-960 avaliados no Dia 2.

A perda de água durante a noite, mesmo na ausência do sol, é explicada pela evaporação natural da alga fazendo com que ocorra a perda de umidade. Contudo, essa diminuição é mais lenta uma vez que a temperatura é menor e não há exposição ao sol.

No tempo 630 houve a estabilização da curva com umidade média de 5,13%, e a partir deste ponto não houve diferença significativa ($p > 0,05$) nos percentuais de umidade ao longo do tempo. A curva foi finalizada no tempo 960 minutos com uma média de umidade de 4,66%.

Os dados demonstram que ao final do processo de secagem, a alga desidratada em estufa (3,47%) apresenta média de umidade menor do que aquela seca em secador solar

(4,66%). Estes valores diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$), indicando que o processo de desidratação em estufa foi mais eficiente do que no secador solar.

A eficiência de secagem é importante para a manutenção da qualidade nutricional e segurança alimentar, uma vez que a quantidade de água livre no alimento está diretamente relacionada ao desenvolvimento de microrganismos deteriorantes no mesmo.

5.2.1 – Composição centesimal da *Gracilaria birdiae* desidratada

A composição centesimal da alga desidratada em estufa (60°C) demonstrou uma conservação no valor nutricional maior quando comparado ao secador solar (Tabela 10). Os dois parâmetros que mais diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$) foram o conteúdo lipídico e proteico.

Tabela 10. Composição centesimal da alga *Gracilaria birdiae* *in natura* e desidratada.

Parâmetros	<i>In natura</i>	Secador Solar (45,5°C*)	Estufa (60°C)
Umidade	68,92 ± 0,73 ^a	4,66 ± 0,57 ^b	3,47 ± 0,20 ^c
Proteína	4,58 ± 0,02 ^a	7,24 ± 0,01 ^b	14,73 ± 0,17 ^c
Lipídio	1,26 ± 0,10 ^a	0,91 ± 0,15 ^b	4,05 ± 0,32 ^c
Cinzas	0,81 ± 0,03 ^a	3,26 ± 0,65 ^b	3,42 ± 0,17 ^b

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$). Média ± SD, n=3.

*Média da temperatura no secador solar.

A secagem em estufa foi eficiente para manter a quantidade de proteína da amostra, enquanto a secagem em secador solar diminuiu pela metade os níveis proteicos da amostra. Isto ocorreu possivelmente devido a exposição direta ao sol da alga, causando degradação de pigmentos, tornando a alga esbranquiçada, diferente da secagem em estufa na qual ela permanece com sua coloração escura.

A *Gracilaria birdiae* desidratada em estufa apresentou percentuais proteicos semelhantes ao encontrado na literatura conforme apresentado na Tabela 11.

Calado *et al.* (2012) estudando outra espécie a *Gracilaria domingensis* encontrada no litoral da Paraíba obteve um percentual proteico de 16%; enquanto que Pereira (2009) estudando a *Gracilaria domingensis* coletada no litoral do Rio Grande do Norte encontrou um

percentual proteico menor (11,26%). Pires *et al.* (2012) estudando a *Gracilaria birdiae* reportou um percentual proteico próximo ao encontrado nesta pesquisa (16%).

Tabela 11. Composição centesimal de outras macroalgas.

Alga	Parâmetros (%)				Referências
	Umidade	Proteínas	Lipídios	Cinzas	
<i>Gracilaria domingensis</i>	15	16	1	12	Pires <i>et al.</i> (2012)
<i>Gracilaria domingensis</i>	14	16	1	14	Calado <i>et al.</i> (2012)
<i>Gracilaria cornea</i>	15	17	0,57	4	Calado <i>et al.</i> (2012)
<i>Gracilaria birdiae</i>	15	12	0,1	5	Pires <i>et al.</i> (2012)
<i>Gracilaria birdiae</i>	3,47	14,73	4,05	3,42	Presente estudo

O teor lipídico também diferiu, tendo a amostra seca em estufa apresentado valor de 4,05% enquanto o secador solar obteve 0,91%, estes valores também diferiram estatisticamente ($p < 0,05$). O teor de cinzas não diferiu, apresentando valores próximos em ambas a secagem, em estufa obteve um teor de 3,42 % e no secador solar de 3,26 %, não diferindo estatisticamente ($p > 0,05$).

O percentual de lipídios da alga desidratada em estufa (60°C) e em secador solar ficou muito acima daquele encontrado no estudo de Pires *et al.* (2012) para *Gracilaria birdiae* (0,11%). Tabarsa *et al.* (2012) estudando a *Gracilaria salicornia* encontrou alto percentual lipídico (2%), porém abaixo dos percentuais encontrados em nosso trabalho (4,05%) ao encontrado após a secagem em estufa (60°C).

O percentual de cinzas apresentado na Tabela 11 corrobora ao encontrado por Pires *et al.* (2012) para *Gracilaria birdiae* (5,58%), porém ficou bem abaixo do reportado para outras algas, inclusive outras espécies de *Gracilaria*. *Gracilaria salicornia* tem um percentual de cinzas de 38.91% (TABARSA *et al.*, 2012), a *Gracilaria domingensis* aproximadamente 14% (CALADO *et al.*, 2012). No trabalho de Ruperez *et al.* (2010) avaliando algas marinhas das três divisões (verde, parda e vermelha) o percentual médio de cinzas ficou entre 34-36%.

Esse percentual diferente é comum, pois espécies diferentes de algas apresentam valores de cinzas diferentes, mesmo quando se tem algas de gêneros iguais.

Sendo assim, as diferenças de valores estão associadas ao fato dos componentes nutricionais das algas serem bastante susceptíveis a estação do ano (sazonalidade), espécie,

localidade de coleta. Isto influencia diretamente nos percentuais de proteínas, lipídios e cinzas. A umidade é o único componente que sofre pouca interferência dos fatores citados.

5.3 – PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DA *Gracilaria birdiae* *in natura* E DESIDRATADA

Em ambas as amostras de algas (*in natura* e seca em estufa a 60°C), não houve presença de *Salmonella* sp. e Coliformes Termotolerantes (Tabela 12). Na amostra de alga *in natura* observou-se presença de *Estafilococos* coagulase positiva, porém na contagem inferior a 25 UFC/g, o que segundo a ANVISA (2001) este valor está dentro da legislação permitida. Na amostra de alga seca não houve crescimento.

Tabela 12. Análise microbiológica da alga *in natura* e desidratada.

Microrganismos	Amostras		
	<i>In natura</i>	Estufa a 60°C	Legislação*
<i>Salmonella</i> sp.	Ausente	Ausente	Ausente
Coliformes tolerantes (45°C)	Ausente	Ausente	10 ² UFC/g
<i>Estafilococos</i> coagulase positiva	< 25	Ausente	10 ³ UFC/g

* Brasil (2001); UFC: Unidade Formadora de Colônia.

A alga desidrata passou por um tratamento térmico foi exposta ao calor e isto dificulta ainda mais as chances de desenvolvimento de microrganismos avaliados, pois a *Salmonella* sp. não resiste a mais de 20 minutos a 60°C e a secagem foi realizada durante 300 minutos. Os coliformes termotolerantes e *estafilococos* coagulase positiva não resistem a temperaturas acima de 50°C (NETO *et al.*, 2002; JAY, 2005).

A carga microbiana é baixa ou inexistente na alga *in natura* (Tabela 11) para os microrganismos avaliados, passando por um processo térmico as poucas cepas existentes de *estafilococos* foram eliminadas, após o processamento térmico (desidratação), sendo assim o microrganismo é ausente na alga desidratada.

5.4 – DESENVOLVIMENTO DO BISCOITO COM ALGA MARINHA

A intenção em desenvolver um biscoito com alga marinha foi oferecer ao mercado consumidor um produto prático bastante consumido pela população, sendo o principal objetivo elevar valor nutricional e sensorial do biscoito pela incorporação da alga desidratada (*Gracilaria birdiae*).

Dentre todas as formulações testadas aquela que melhor se adequou a proposta foi a 12, sendo apresentada abaixo.

Tabela 13. Formulação definitiva do Biscoito com alga marinha.

Ingredientes	Quantidade (g)	%
Farinha de Trigo	1000	-
Manteiga	279,1	27,91
Ovo	10 unidades	-
Glutamato monossódico (GMS)	5,0	0,5
Sal (NaCl)	7,0	0,7
Alga seca	100	10



Figura 14. Biscoito salgado com alga.

5.5 – DESENVOLVIMENTO DO BOLINHO DE CAMARÃO COM ALGA MARINHA

O desenvolvimento de novos produtos visou aliar o potencial nutricional do camarão com a alga marinha, produzindo um alimento com elevado percentual proteico, unindo proteínas de origem animal (camarão) e vegetal (alga).

No desenvolvimento do bolinho de camarão com algas foram testadas duas formulações. Ambas continham aditivos alimentares como o tripolifosfato de sódio (TPF), e glutamato monossódico (GMS), além de outros ingredientes como pimenta, cebola, salsa, alho e proteína texturizada de soja fina. O recheio do bolinho foi o *cream cheese* comercial. O bolinho foi empanado para conferir uma maior crocância ao produto no momento do preparo para seu consumo.

O uso do TPF teve como finalidade aumentar a capacidade de retenção de água na massa durante o preparo do bolinho, e minimizar a perda de água durante a fritura do produto. O GMS foi utilizado como um realçador do sabor e muito importante para elevar a percepção gustativa do produto.

A água gelada e o sal usados em ambas as formulações tem a função de promover a extração e solubilização das proteínas miofibrilares do músculo do pescado. Este processo conduz aos fenômenos de geleificação, que são a base para a elaboração de grande parte dos produtos reestruturados, como no caso do bolinho (BORDERÍAS, 1997).

A adição de alga foi diferenciada de acordo com a formulação (Figura 15). Na formulação 1 (F1) a incorporação da alga marinha foi realizada apenas no sistema de empanamento, misturando a alga com a farinha de cobertura, na proporção 1:1 e na formulação 2 (F2) a alga foi incorporada como um ingrediente na produção da massa do bolinho. A F1 continha um percentual maior de alga marinha do que a F2.

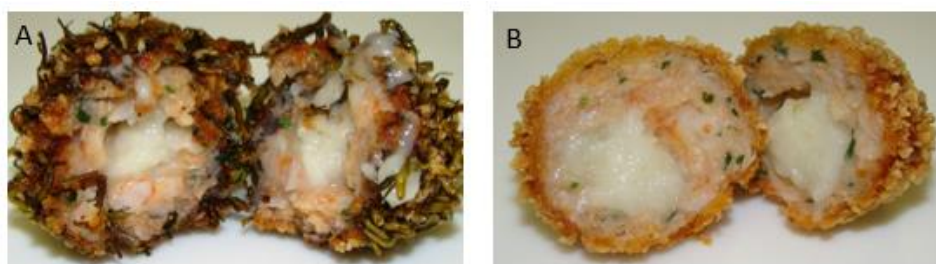


Figura 15. (A) Bolinho de camarão empanado com alga marinha (F1) e (B) Bolinho de camarão com alga marinha na massa (F2).

5.6 – QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DOS PRODUTOS

5.6.1 – Biscoito com alga marinha

Os resultados da análise microbiológica do biscoito com algas estão apresentados na Tabela 14 e demonstraram que cuidados higiênico-sanitários foram adotados durante o processo tecnológico de produção do biscoito. Observa-se também que os parâmetros avaliados permaneceram dentro dos padrões regulamentados pela legislação vigente no Brasil (BRASIL, 2001).

Dos parâmetros microbiológicos avaliados, apenas os fungos (bolores e leveduras) tiveram crescimento (3 UFC/g), no entanto este valor está dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. O crescimento de bolores e leveduras é favorecido pelo baixo percentual de umidade do biscoito, além dos próprios fungos provenientes da farinha de trigo, pois esta foi adquirida em comércio e a rastreabilidade não foi possível.

Tabela 14. Análise Microbiológica do Biscoito com alga.

Microrganismos	Amostra	
	Biscoito com alga	Legislação Brasileira*
<i>Salmonella sp.</i> (Ausência em 25g)	Ausente	Ausente
<i>Estafilococos coagulase positiva</i> (UFC/g)	Ausente	5x10 ² UFC/g
Coliformes termotolerantes (UFC/g)	Ausente	10 UFC/g
Bolores e Leveduras (UFC/g)	3	10 ³ UFC/g**

* Brasil (2001); **Brasil (1978); UFC: Unidade Formadora de Colônia.

Os valores reportados nesta pesquisa estão de acordo com a legislação e semelhantes ao demonstrado na literatura, portanto o produto pode ser considerado seguro para o consumo.

5.6.2 – Bolinho de camarão empanado com alga marinha

Os resultados da análise microbiológica do bolinho de camarão empanado com alga marinha estão apresentados na Tabela 15 e demonstraram que cuidados higiênico-sanitários foram adotados durante o processo tecnológico de produção do bolinho e com matérias-

primas de qualidade. Observa-se também que os parâmetros avaliados permaneceram dentro dos padrões regulamentados pela legislação vigente no Brasil (BRASIL, 2001).

Tabela 15. Análise microbiológica do Bolinho de camarão empanado com alga marinha.

Microrganismos	Amostra	
	Bolinho	Legislação brasileira*
Mesófilos (UFC/g)	2	-
Psicrófilos (UFC/g)	Ausente	-
Coliformes termotolerantes (UFC/g)	Ausente	10 ³
<i>Salmonella sp.</i> (Ausência em 25g)	Ausente	Ausente
<i>Estafilococos coagulase positiva</i> (UFC/g)	Ausente	10 ³

* Brasil (2001); UFC: Unidade Formadora de Colônia.

Os psicrófilos são microrganismos que crescem em alimentos refrigerados, porém sua temperatura ótima de crescimento é entre 20-30°C (MACHADO, 2012). O crescimento deles indica que a matéria-prima (camarão e alga) estava ausente ou com baixa contaminação.

Neste estudo foi estabelecido o limite de 10⁸ UFC/ g para mesófilos e psicrófilos, baseando-se na literatura (FRANCO & LANDGRAF,1996), visto que, somente quando a contagem das amostras ultrapassou tal valor, pescado passaram a ser rejeitados na avaliação sensorial.

Lima *et al.* (2014) desenvolveram um “fishburguer” a base de pescado e obtiveram valores elevados na análise microbiológica para mesófilos (2,8x10³ - 2,5x10⁴ UFC/g) e coliformes termotolerantes variando entre 20-29 NMP/g. Eles não obtiveram crescimento de psicrófilos.

5.7 – ANÁLISE SENSORIAL DOS PRODUTOS

5.7.1 – Biscoito com alga marinha

Os níveis de Aceitação Global do produto levaram em consideração a aparência, crocância, sabor, aroma, odor, cor e textura. A média das notas foi 7,3 (variando entre nota 7 - gostei moderadamente e nota 8 - gostei muito) evidenciando uma aceitação do biscoito pelos

provedores. O índice de aceitabilidade calculado para o biscoito com alga foi de 81%, valor considerado muito bom para novos produtos. De acordo com Teixeira *et al.* (1987) um índice de aceitabilidade para ser considerado bom deve ser de igual ou acima de 70%, sendo assim o biscoito com alga está 11% acima dos padrões, portanto pode-se considerar um produto com grande potencial de mercado.

Com relação a intenção de compra do biscoito com alga (Figura 16), 53% dos julgadores certamente compraria o produto caso estivesse disponível no mercado, 27% provavelmente compraria, 14% foram indiferentes a intenção de compra, 4% provavelmente não compraria e 2% certamente não compraria. Levando em consideração a quantidade de julgadores (51 pessoas) 41 pessoas demonstraram uma intenção de compra alta ficando entre o certamente e provavelmente compraria.

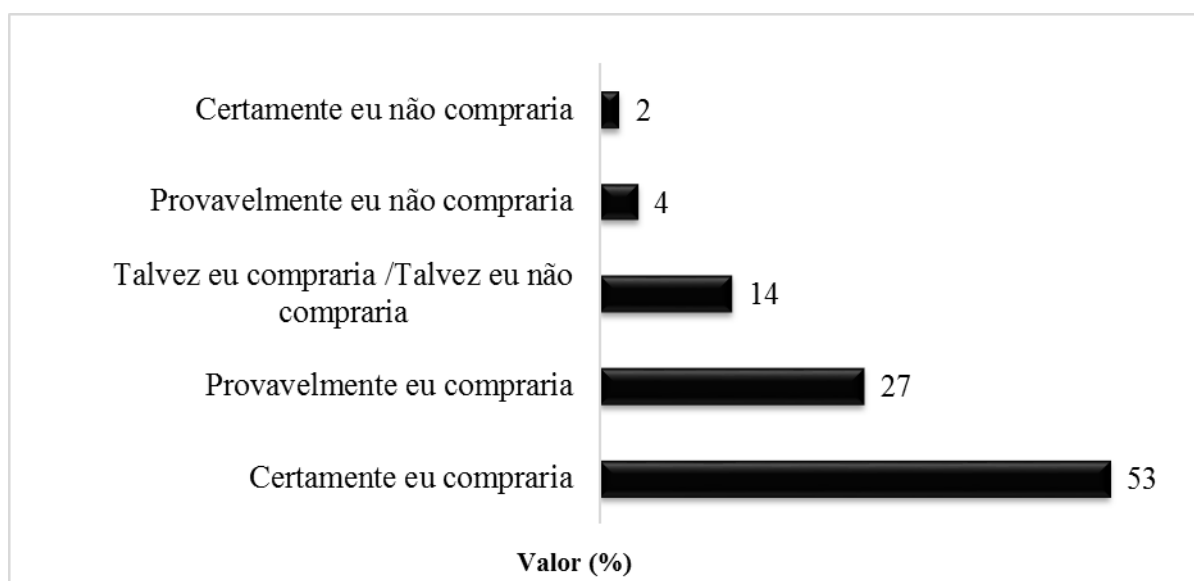


Figura 16. Percentual de Intenção de Compra do Biscoito com alga marinha.

De forma geral os julgadores que foram indiferentes ou não tiveram intenção de compra no biscoito com alga relataram em suas fichas de avaliação que não gostaram do sabor do produto, mesmo entendendo que era algo natural e enriquecido nutricionalmente. E alguns deles foram mais específicos e indicaram que o sabor da alga não os agradava.

Considerando que dentre os provedores, 45,10% era do sexo masculino e 54,90% era do sexo feminino, procurou-se avaliar como seria o perfil sensorial entre os gêneros (Figura

17). Para o sexo feminino a nota média para o biscoito foi de 7,46 (variando entre os pontos “gostei moderadamente” e “gostei muito”). Para o sexo masculino, a nota média para o biscoito foi menor (7,09), porém não diferiram significativamente entre si ($p>0,05$), demonstrando que o gênero não interferiu na avaliação e escolha do produto. No entanto, o índice de aceitabilidade entre os gêneros demonstrou maior aceitação do produto pelo sexo feminino (IA = 82,8%) quando comparado com a aceitação pelo sexo masculino (IA = 78,7%) apresentando diferença significativa ($p<0,05$). Vale salientar que nenhum dos índices ficou abaixo de 70%, portanto em ambos os sexos o biscoito com alga obteve uma boa aceitação.

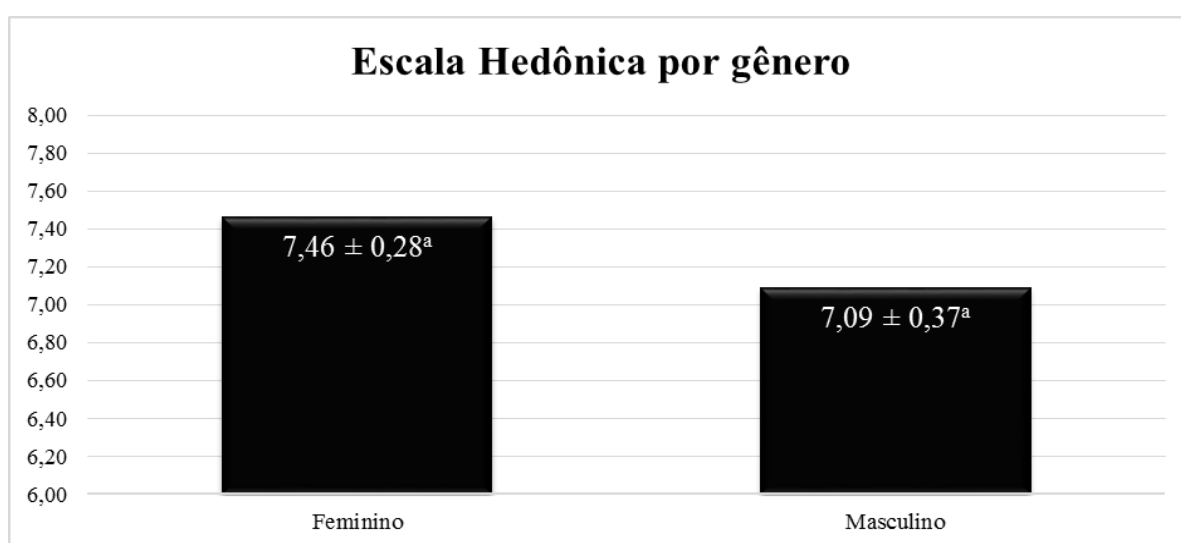


Figura 17. Média das notas da Escala Hedônica para o biscoito com alga separado por gênero.

Essa diferença observada entre os índices de aceitabilidade do sexo masculino e feminino pode ser explicado pela maior percepção gustativa relacionada as mulheres, sendo estas detentoras de uma maior sensibilidade no paladar.

5.7.2 – Bolinho de camarão com alga marinha

Os níveis de Aceitação Global dos produtos levaram em consideração o sabor, odor, cor, aparência, textura e crocância. A média das notas do bolinho de camarão empanado com alga (F1) foi 8,1 (variando entre 8 - gostei muito e 9 - gostei extremamente), e para o bolinho de camarão com alga (F2), a média das notas foi 7,5 (variando entre 7 – gostei

moderadamente e 8 – gostei muito). As médias apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). Isto indica que os provadores demonstraram uma preferência pela formulação F1. Ambos os produtos obtiveram médias satisfatórias, evidenciando uma boa aceitação por parte dos provadores.

O índice de aceitabilidade calculado para a F1 foi de 89,6%, e para a F2 foi 83,8 %. Ambas formulações obtiveram índices considerados muito bons para novos produtos. Como citado anteriormente, de acordo com Teixeira *et al.* (1987) um índice de aceitabilidade para ser considerado bom deve ser de igual ou acima de 70%, sendo assim a F1 está 19,6% acima dos padrões e a F2 13,8%. Os índices apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), a F1 obteve o maior índice de aceitabilidade demonstrando uma preferência desta formulação pelos provadores.

Na ficha de avaliação dos julgadores, eles indicam no geral que o uso da alga na massa desfavorece a aparência do bolinho, pois a coloração da alga é escura, e isto causa uma má impressão visual no interior do bolinho. Alguns indicam que o gosto da alga ficou muito forte quando ela foi posta na massa causando uma confusão de sabor entre a alga e o camarão. Por esses fatores houve uma preferência para a incorporação da alga no sistema de empanamento.

Com relação a intenção de compra dos bolinhos (F1 e F2) ambas as formulações conseguiram bons percentuais (Figura 18). Na F1, 66% dos julgadores certamente compraria o produto caso estivesse disponível no mercado, 28% provavelmente compraria, 6% foram indiferentes a intenção de compra, não foram registrados percentuais para provavelmente não compraria e certamente não compraria. Levando em consideração a quantidade de julgadores (50 pessoas) 47 pessoas demonstraram uma intenção de compra alta ficando entre o certamente e provavelmente compraria.

Para a F2 38% dos julgadores certamente compraria o produto caso estivesse disponível no mercado, 40% provavelmente compraria, 20% foram indiferentes a intenção de compra e 2% provavelmente não compraria. Não foram registrados percentuais para certamente não compraria. Considerando a quantidade de avaliadores (50 pessoas) um total de 39 pessoas apresentaram uma intenção de compra elevada ficando entre o certamente e provavelmente compraria.

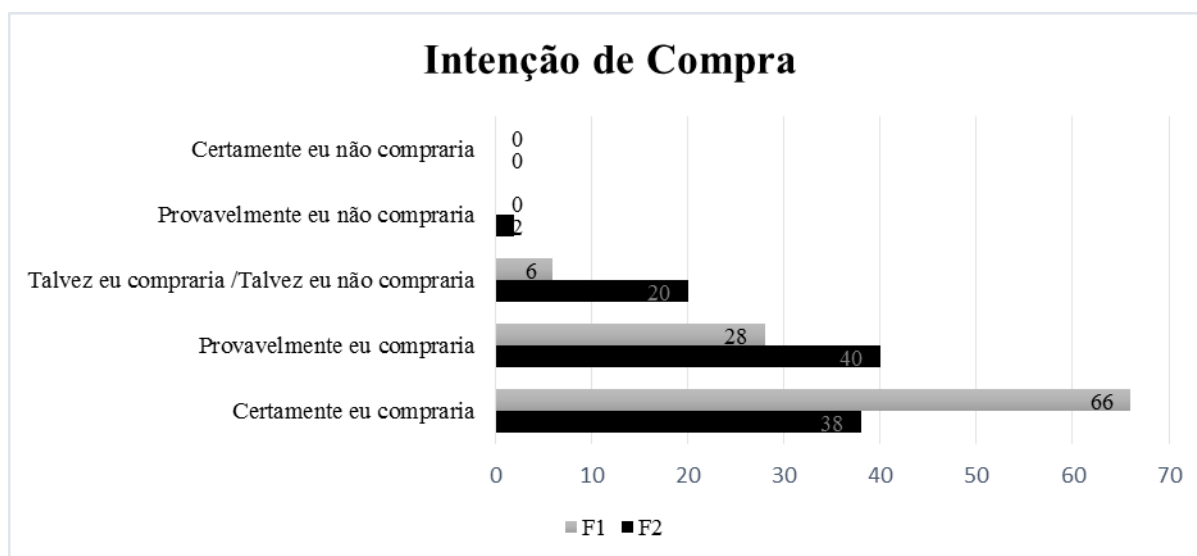


Figura 18. Percentual de Intenção de Compra do Bolinho de Camarão com alga marinha.

A Intenção de Compra seguiu um padrão entre as duas formulações, a formulação 1 obteve percentuais maiores nos pontos “Certamente compraria” e “Provavelmente compraria”, enquanto a F2 apresentou percentuais mais distribuídos nos outros pontos. Com isso podemos dizer que neste estudo houve uma relação direta entre o Índice de Aceitabilidade e a Intenção de Compra, como a F1 obteve um valor maior do índice isto indicou uma preferência por parte dos provadores, sendo evidenciado na intenção de compra maior para a F1.

Considerando que dentre os provadores, 46% era do sexo masculino e 54% era do sexo feminino, procurou-se avaliar como seria o perfil sensorial entre os gêneros (Figura 19). No sexo feminino a F1 conseguiu uma média de 8,15 (variando entre os pontos “Gostei muito” e “Gostei extremamente”), a F2 obteve uma média de 7,23 (variando entre os pontos “Gostei moderadamente” e “Gostei muito”). Havendo diferença significativa ($p < 0,05$), indicando que o sexo feminino preferiu a formulação F1.

Para o sexo masculino a F1 conseguiu uma média de 7,96 (variando entre “Gostei moderadamente” e “Gostei muito”), e a F2 ficou com média 7,61 (variando entre “Gostei moderadamente” e “Gostei muito”). Mesmo com valores absolutos diferentes, eles não foram significativos ($p > 0,05$). Não houve diferença significativa também entre os sexos (masculino e feminino).



Figura 19. Média da Escala Hedônica do bolinho de camarão com alga separado por sexo.

O índice de aceitabilidade entre os gêneros demonstrou maior aceitação para a F1 pelo sexo feminino (IA = 90,5%), a F2 ficou com índice de 80,3%, havendo diferença significativa ($p < 0,05$). Para o sexo masculino a maior aceitação foi também para a F1 (IA = 88,4%), enquanto a F2 obteve índice igual a 84,5%, havendo também diferença significativa ($p < 0,05$). Entre os gêneros também houve diferença significativa ($p < 0,05$). Vale salientar que nenhum dos índices ficou abaixo de 70%, portanto em ambos os sexos as duas formulações obtiveram uma boa aceitação.

O gênero feminino demonstrou ter uma capacidade melhor de diferenciar as duas formulações, pois elas obtiveram as maiores diferenças de médias (Figura 19).

O bolinho de camarão com alga marinha é um produto inovador e não existente no mercado, contudo as médias de aceitação global obtidas neste trabalho estão próximas daquelas encontradas na literatura para produtos a base de pescado, como o camarão empanado corte *butterfly*, média 7,9 (GONÇALVES & GOMES, 2008), sopa e pastel produzidos a partir da farinha do cefalotórax do camarão conseguiram índices de aceitabilidade de 81 e 83%, respectivamente (FERNANDES *et. al.*, 2013) fishburger de corvina com índice de aceitabilidade de 85% (SILVA & FERNANDES, 2010).

Baseado nos resultados da análise sensorial, a F1 foi a que apresentou melhores resultados, sendo assim ela foi escolhida para o prosseguimento do trabalho, como cálculo do rendimento, análise de composição centesimal, análise microbiológica, e posterior estudo de vida de prateleira.

5.8 – RENDIMENTO DOS PRODUTOS

5.8.1 – Biscoito com alga marinha

O rendimento do biscoito (Tabela 16) foi determinado tomando por base o ingrediente com maior percentual na formulação, a farinha de trigo. A adição dos ingredientes proporcionou aumento de peso de 86%, porém, após a trefilação ocorreu uma perda de 7,5%, pois utilizou-se um trefilador manual que acaba aderindo parte da massa no momento da trefilação.

Tabela 16. Rendimento do processo de fabricação do biscoito com alga.

Etapa	Peso (g)	Rendimento (%)	Resíduos (%)
Peso inicial	107,5	-	-
Peso após adição dos ingredientes	200	86,05	-
Peso após trefilação	185	92,50	7,50*
Peso após forneamento	100	54,05	45,95**
Peso Final	100	93,02	6,98

*Perda durante o processo de trefilação. **Perda de peso (umidade) no processo de forneamento.

A grande perda no processo de fabricação do biscoito ocorre durante o forneamento, onde se perde aproximadamente 46% de peso devido à perda de umidade retida na massa.

O rendimento global do processo de fabricação do biscoito com alga é de 93%, o que demonstra pouca perda durante o processo, e, portanto, rentável para a indústria.

5.8.2 – Bolinho de camarão empanado com alga marinha

O rendimento do bolinho foi baseado no ingrediente principal (camarão) da formulação e está apresentado na Tabela 17.

Tabela 17. Rendimento do processo de fabricação do bolinho de camarão empanado com alga.

Etapa	Peso (g)	Rendimento (%)	Resíduos (%)
Peso inicial	1000		
Peso após descabeçamento	610,45	61,45	38,55
Peso após descasque	500,08	81,92	18,08
Peso descascado	500,08	50,01	49,99
Peso após moagem	469,98	93,98	6,02
Peso após ingredientes	626,86	33,38	-
Porcionamento dos bolinhos	622,16	99,25	0,75
Peso após recheio	684,38	10	-
Peso após empanamento	1026,57	50	-
Peso Final	1026,57	2,66	-

O processo de descabeçamento do camarão apresentou rendimento de 61,45% e gerou 38,55% de resíduos (Tabela 17). Isto é esperado principalmente devido a anatomia do camarão, pois suas vísceras estão localizadas na cabeça, sendo o restante do corpo (cefalotórax) composto apenas de músculo. O processo de descasque apresentou rendimento de 81% (sobre o peso do camarão descabeçado), e gerou 18,08% de resíduo, basicamente compreendido pelo exoesqueleto e cauda.

Analisando o rendimento entre o camarão inteiro e o processo de obtenção da parte comestível (descabeçado e descascado) verificou-se rendimento de 50% que corrobora com o observado na literatura que indica uma média de rendimento entre 45-55% (MOURA, 2004, CHIROL, 2007; GONÇALVES & FERNANDES, 2008).

O processo de moagem apresentou rendimento de 93% e uma perda de 6,02%, provavelmente devido a partes moídas que não conseguiram passar pelo disco do moedor de carne. A massa final de camarão que serviu como base para produção do bolinho apresentou rendimento de 47%. A adição de ingredientes incorporou 33% ao peso da massa, e dessa forma recuperou as perdas de peso ocasionadas pelas etapas anteriores, tornando o desenvolvimento do produto mais lucrativo para indústria, pelo aumento da rentabilidade do processo.

Posteriormente a incorporação dos ingredientes à massa, foi realizado o porcionamento do bolinho (20g), resultando em aproximadamente 31 bolinhos. Cada bolinho

recebeu o recheio que incorporou 10% do seu peso (2g de *cream cheese*). O empanamento posterior foi responsável pelo aumento de 50% no peso final do bolinho, o que corrobora com dados da literatura (incremento de 40-60%) (GONÇALVES & GOMES, 2008; GONÇALVES & LEONHARDT, 2011).

O rendimento global do processo mostrou que apesar das perdas iniciais no processamento do camarão, a adição de ingredientes e principalmente o processo de empanamento conseguiu cobrir, finalizando o processo com um rendimento final de 2,66%, ou seja, 1kg de camarão gera 1026,6g de bolinho recheado e empanado (Tabela 17). Portanto, a produção do bolinho de camarão obteve inicialmente grandes perdas, porém ao final o produto se mostrou bastante rentável.

5.9 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS PRODUTOS DESENVOLVIDOS

5.9.1 – Biscoito com alga marinha

A composição centesimal do biscoito sem e com alga marinha está apresentada na Tabela 18, e demonstra que o produto possui um excelente valor nutricional.

Tabela 18. Comparação da composição centesimal dos biscoitos sem e com alga.

Parâmetros (%)	Sem Algas	Com Algas
Umidade	7,08 ± 0,02 ^a	7,43 ± 0,11 ^b
Proteína	13,89 ± 0,14 ^a	15,26 ± 0,12 ^b
Lipídio	17,06 ± 0,65 ^a	17,10 ± 0,18 ^a
Cinzas	1,92 ± 0,00 ^a	2,85 ± 0,07 ^b

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Média ± SD, n=3.

A média da umidade do biscoito com alga (7,43%) foi maior do que o biscoito sem alga (7,08%). Estes dados diferiram significativamente ($p < 0,05$). Contudo, ambos produtos ficaram dentro do limite máximo (14%) estabelecido pela legislação para biscoito (BRASIL, 1978).

Apesar do processo tecnológico ter seguido o mesmo fluxograma operacional, os percentuais de umidade diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$) sendo que o biscoito

com algas o percentual de umidade é ligeiramente maior, provavelmente devido a incorporação de umidade ao longo do processo (maior tempo de exposição antes da embalagem) ou menor perda de umidade durante o forneamento.

Outros trabalhos que desenvolveram novas formulações de biscoitos encontraram valores de umidade semelhantes aos obtidos nesta pesquisa (PEREIRA *et al.*, 2005; SANTOS *et al.*, 2011; HAJ-IS *et al.*, 2011).

O percentual de proteína no biscoito com alga (15,26%) foi significativamente superior ($p < 0,05$) ao biscoito sem alga (13,89%) demonstrando que a adição da alga proporcionou um incremento proteico (~10%) ao produto.

Alguns autores desenvolveram formulações de biscoitos buscando aumento nos valores dos nutrientes. Maluf *et al.* (2010) estudando a elaboração de macarrão enriquecido com proteína de peixe conseguiu obter um percentual proteico de 15,21%, semelhante ao encontrado por Ribeiro *et al.* (2013) quando desenvolveram um biscoito enriquecido com carne moída de tilápia (15% de proteínas). Haj-Isa e Carvalho (2011) enriqueceram biscoito com filé de merluza e conseguiram percentual proteico entre 5-7%. Figueira *et al.* (2011) também enriqueceram pão com microalga (*Spirulina platensis*) visando o aumento do percentual de proteínas (9%). Pinto *et al.* (2011) desenvolveram um biscoito enriquecido com fibra de caju cujo percentual proteico médio foi de 7%.

Podemos observar que alguns novos produtos desenvolvidos utilizaram também peixe para elevar o percentual de nutrientes do biscoitos, bolos, macarrão e massas em geral. E os valores obtidos por eles em alguns casos foi semelhante ao encontrado neste estudo demonstrando a eficiência da alga como fonte nutricional.

De acordo com a recomendação mínima diária (BRASIL, 2006) de ingestão proteica (5-7,5%), o biscoito com algas pode ser considerado uma alternativa na dieta da população. Outra questão importante é o fato das proteínas oriundas de algas marinhas trazem benefícios a saúde, uma vez que a composição de aminoácidos é diferente da fonte proteica animal (Fitzgerald *et al.* 2014).

O percentual de lipídios do biscoito com alga (17,10%) não diferiu significativamente ($p > 0,05$) do biscoito sem alga (17,06%) (Tabela 13), pois a alga possuiu uma quantidade relativamente baixa de lipídios (4%). A incorporação dela na formulação do biscoito foi de

10%, ou seja, a quantidade de lipídios elevados pela adição da alga não ultrapassou 0,4%, e isso não foi suficiente para diferir significativamente.

O percentual lipídico encontrado nesta pesquisa corrobora com os dados de outros biscoitos desenvolvidos com adição ou substituição de ingredientes, como Clerici *et al.* (2013) que desenvolveu um biscoito tipo cookie adicionado de gergelim e obteve um percentual lipídico próximo a 17%. Fasolin *et al.* (2007) produziram um biscoito com farinha de banana com percentual lipídico semelhante (18%). Santos *et al.* (2011) desenvolveram um biscoito com farinha de buriti e percentual lipídico de 16%. Outros valores foram menores que o percentual encontrado neste trabalho, como Santana *et al.* (2011) para biscoito enriquecido com fibras (9-10% de lipídios), e Aquino *et al.* (2010) que encontrou um teor lipídico próximo a 11% para biscoito tipo “cookie”.

Essa diferença entre os percentuais lipídicos muito se deve as diferenças nas formulações para obtenção do biscoito, cada autor relata adição de quantidade diferentes de ingredientes, sendo esse o principal motivo da falta de homogeneidade de valores.

O conteúdo mineral (cinzas) do biscoito com alga (2,85%) apresentou um valor significativamente ($p < 0,05$) superior ao biscoito sem alga (1,92%). No entanto, ambos biscoitos permaneceram dentro do valor máximo permitido por lei, 3% (BRASIL, 1978).

A incorporação de alga no biscoito elevou o conteúdo de cinzas em 48%. Este enriquecimento alto deve-se ao fato da alga marinha possui um percentual de cinzas considerado alto (3,42% - ver Tabela 8).

No geral, outras formulações de biscoito apresentam percentuais bem menores (entre 1,1 - 1,6 %) do que o observado neste estudo (FASOLIN *et al.*, 2007; SANTOS *et al.*, 2011; SANTANA *et al.*, 2011). Provavelmente isso pois os ingredientes utilizados não possuíam grandes percentuais de cinzas, diferente da nossa matéria-prima (alga) que é rica em minerais.

5.9.2 – Bolinho de camarão empanado com alga marinha

A composição centesimal do bolinho de camarão empanado com e sem alga estão apresentados na Tabela 19.

Tabela 19. Composição centesimal do bolinho de camarão empanado com e sem alga.

Parâmetros (%)	Bolinhos	
	Sem alga	Com alga
Umidade	63,21 ± 0,54 ^a	64,28 ± 0,95 ^a
Proteínas	13,61 ± 0,34 ^a	16,73 ± 0,37 ^b
Lipídios	1,07 ± 0,10 ^a	1,83 ± 0,07 ^a
Cinzas	1,88 ± 0,05 ^a	2,24 ± 0,10 ^a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si ($p>0,05$), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Média±SD, n=3.

O percentual de umidade entre o bolinho de camarão empanado com alga (64%) e o bolinho sem alga (63%), não apresentou diferença significativa ($p>0,05$) (Tabela 19). O aumento da umidade no bolinho com alga pode estar associado ao percentual de umidade da alga desidratada que ainda contém uma pequena quantidade de água na sua composição.

O percentual de lipídios entre o bolinho empanado com alga (1,83%) e o bolinho empanado sem alga (1,07%), não houve diferença significativa ($p>0,05$). O baixo percentual de lipídios da alga desidratada não altera significativamente o conteúdo lipídico do bolinho.

O percentual de cinzas entre o bolinho empanado com alga (2,24%) e o bolinho empanado sem alga (1,88%), não diferiram significativamente ($p>0,05$) (Tabela 19), apesar do bolinho de camarão com alga apresentar percentuais de lipídios e cinzas superiores.

O camarão possui um percentual proteico próximo a 10%, contudo a adição da alga conseguiu incorporar 22% a mais de proteínas ao bolinho. Esse aumento no percentual de proteínas é muito bom, pois torna o bolinho um alimento rico em proteínas.

Damasceno (2007) produziu um hambúrguer com saborizante obtido a partir dos subprodutos do camarão e reportou valores de umidade (62%), proteínas (15%), lipídios (2%) e cinzas (3%).

Rosa *et al.* (2012) produziram um “nuggets” de tilápia, e encontraram uma composição centesimal semelhante ao produto desenvolvido nesta pesquisa (69% de umidade, 17% de proteína, 4% de lipídio e 2% de cinzas). O conteúdo lipídico foi bem superior ao do bolinho, isso porque a formulação difere do bolinho.

Gonçalves *et al.* (2009) desenvolveram uma salsicha de camarão que apresentava uma composição centesimal semelhante aos bolinhos (70% de umidade, 12% de proteínas, 4% de lipídios e 2% de cinzas). A matéria-prima utilizada (camarão) era a mesma do bolinho, por

isso a semelhança na composição, contudo observamos que o valor proteico da salsinha semelhante ao bolinho sem alga (13%), isto demonstra que a adição da alga elevou o percentual proteico do produto.

Khan *et al.* (2013) produziram um croquete com proporções distintas de camarão (3, 5 e 10%). A quantidade proteica foi o parâmetro nutricional que mais variou, o croquete com 10% de camarão na formulação apresentou o maior percentual de proteínas (11%), contudo ainda foi bem inferior ao obtido pelo bolinho de camarão com algas.

5.10 – ESTABILIDADE DOS PRODUTOS (VIDA DE PRATELEIRA)

5.10.1 – Biscoito com alga marinha

A vida de prateleira do biscoito com alga foi realizada para determinar o tempo em que o produto se mantinha estável química e microbiologicamente, e desta forma, seguro para consumo, mantendo as amostras livre de luz e em temperatura controlada para evitar alterações causadas por fatores externos.

Existe uma relação direta entre as alterações físico-químicas e o crescimento microbiano. Quanto maior a quantidade de microrganismos maiores serão as alterações físico-químicas, contudo podemos observar que após 6 meses de armazenamento o biscoito com alga não ultrapassou os limites estabelecidos na legislação, isto pode estar relacionado com a ausência de microrganismos (Mesófilos, *Salmonella* sp., Estafilococos coagulase positiva e coliformes termotolerantes) e baixa presença de bolores e leveduras (Tabela 20). Esta característica se deve principalmente às condições de armazenamento, pois o biscoito estava embalado em atmosfera modificada (100% N₂), o que pode ter impedido a proliferação bacteriana, e alterações físico-químicas.

A legislação brasileira determina limites de crescimento microbiano para biscoitos para coliformes (5×10^1 UFC/g), estafilococos (2×10^2 UFC/g) *Salmonella* sp. (ausência) e bolores e leveduras (10^3 UFC/g) (BRASIL, 2001 e BRASIL, 1978).

O baixo crescimento de fungos (bolores e leveduras) foi considerado normal, pois a pouca atividade de água presente nos biscoitos (baixa umidade – 7,43%) é suficiente para o desenvolvimento desse tipo de microrganismos. Ainda assim o crescimento dos fungos não

ultrapassou o limite máximo estabelecido por lei (10^3 UFC/g) (BRASIL, 1978). Ao final do processo de estocagem a quantidade de fungos foi 8 UFC/g ficando bem distante do limite.

Tabela 20. Parâmetros microbiológicos do Biscoito com alga embalado em atmosfera modificada (100% N₂) e armazenados por 180 dias.

Microrganismos (UFC/g)	TEMPO				
	T 0	T 45	T 90	T 135	T 180
Mesófilos (UFC/g)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>Salmonella</i> sp. (Ausência em 25g)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Estafilococos <i>coagulase positiva</i> (UFC/g)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Coliformes termotolerantes (UFC/g)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Bolores e leveduras (UFC/g)	1	2	5	5	8

Araújo *et al.* (2007) obtiveram resultados semelhantes ao analisar dez amostras de biscoitos doce sem recheio, demonstrando que não ocorreu crescimento de coliformes totais e nem a presença de *Salmonella* sp. O mesmo resultado também foi obtido por Krüger *et al.*, 2003 ao formular biscoitos tipo “cookie” e “snack” enriquecido.

Zuniga *et al.* (2011) demonstraram um crescimento bacteriano dentro dos padrões vigentes na legislação, com ausência de *Salmonella* sp. e coliformes. A quantidade de bolores e leveduras variou de $6,3 \times 10^3$ - $2,7 \times 10^5$. Apresentando valores maiores do que o observado neste estudo.

Os resultados das análises físico-químicas da vida de prateleira do biscoito estão reportados na Tabela 21.

O percentual de umidade do biscoito aumentou ao longo do tempo de armazenamento, permanecendo estável entre 45-90 dias, porém voltou a aumentar a partir de 90 dias. Apesar deste ganho de umidade, o produto manteve-se dentro dos padrões de 14% estabelecido pela legislação brasileira (BRASIL, 1978).

Deve-se destacar que os parâmetros da textura, cor e odor do biscoito, observados durante a abertura dos pacotes para análise físico-químicas e microbiológicas permaneceram inalterados durante o estudo de vida de prateleira (180 dias), o que pode indicar que o aumento de umidade não refletiu negativamente na qualidade do biscoito.

Tabela 21. Parâmetros químicos do biscoito com alga, embalado em atmosfera modificada (100% N₂) e armazenado em temperatura ambiente por 180 dias.

Parâmetros	TEMPO (Dias)				
	T 0	T 45	T 90	T 135	T 180
Umidade (%)	2,52 ± 0,52 ^a	4,56 ± 0,05 ^b	4,64 ± 0,08 ^b	5,62 ± 0,03 ^c	6,59 ± 0,50 ^d
Acidez (%)	0,65 ± 0,22 ^a	0,87 ± 0,11 ^a	0,95 ± 0,12 ^a	1,24 ± 0,12 ^b	1,35 ± 0,06 ^b
Índice de Peróxido (meq/kg)	2,33 ± 0,33 ^a	2,88 ± 0,19 ^a	3,44 ± 0,19 ^b	5,32 ± 0,33 ^c	8,71 ± 0,42 ^d

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Média ± SD, n=3.

Zuniga *et al.* (2011) estudaram a vida de prateleira de um biscoito de castanha de caju tipo integral embalados em sacolas plásticas durante 80 dias de armazenamento. Eles obtiveram um teor de umidade maior do que o observado no biscoito com alga, os autores conseguiram um percentual que variou no dia 0 de 5% a 7,72% no dia 80.

Chowdhury *et al.* (2012) estudaram a vida de prateleira de biscoitos comercializados em diversas localidades e com formulações diferentes e observaram que o percentual de umidade inicial era entre 1-4%, e ao final de três meses esse teor aumentou para 2-5% de umidade. Esse aumento foi bem menor quando comparado ao visto neste trabalho, o principal motivo foi o fato da embalagem do nosso estudo estar em atmosfera modificada (100% N₂) e não ter sido danificada.

A acidez no biscoito com alga manteve-se estável e com leve aumento ao longo dos 90 dias de armazenamento, sem diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tempos. A partir de 90 dias de armazenamento observou-se um aumento significativo no valor de acidez, demonstrando que houve início de uma oxidação lipídica, provavelmente devido a presença de luz, o que corrobora com os valores encontrados para Índice de Peróxido. A acidez é regulamentada pela legislação brasileira, e o limite máximo permitido é 2,0% (BRASIL, 1978). Durante o período de estocagem este valor não foi ultrapassado, portanto o consumo do biscoito pode ser realizado com toda a segurança.

Com relação ao índice de peróxido, outro parâmetro para avaliar o processo de oxidação lipídica, observa-se estabilidade nos primeiros 45 dias, com aumento significativo dos 90 aos 135 dias, permanecendo estável até o final do estudo (Tabela 18).

O índice de peróxido determina a oxidação lipídica inicial dos produtos, e o limite máximo permitido pela legislação brasileira para que o alimento seja considerado seguro é de 10 meq/kg. Observa-se na Tabela 18 que o biscoito com alga embalado em atmosfera modificada (100% N₂) não ultrapassou os limites da legislação, permanecendo seguro mesmo após 6 meses de estocagem.

Zuniga *et al* (2011) estudando a vida de prateleira do biscoito de caju embalados em sacos plásticos durante 80 dias de armazenamento obteve um percentual de acidez que variou de 0,6% - 1,23% do início ao final do período de estocagem, respectivamente. Valores bem semelhantes ao encontrado neste trabalho.

5.10.2 – Bolinho de camarão empanado com alga marinha

5.10.2.1 – Análise Microbiológica

A legislação brasileira não prevê limites para contagem em placa de bactérias mesófilas e nem psicrófilas para pescado, contudo a ICMSF (2002) indica que o valor máximo tolerado para ambos microrganismos é de 10⁷ UFC/g.

A quantidade de mesófilos ao longo do tempo de estocagem aumentou em todos tratamentos, contudo na ATM3 esse crescimento foi inferior os demais tratamentos, conforme apresentado na Tabela 22.

Tabela 22. Contagem de Mesófilos em bolinho empanado com algas armazenados em diferentes atmosferas sob refrigeração (4°C) durante 15 dias.

Mesófilos (UFC/g)	Período de Estocagem (DIAS)			
	T0	T5	T10	T15
CONTROLE (AR)	2	70	300	380
ATM 1	2	60	200	250
ATM 2	2	10	25	30
ATM 3	2	3	5	6

AR = ar atmosférico; ATM1 (75% CO₂ | 15% N₂ | 10% O₂); ATM2 (80% CO₂ | 15% N₂ | 5% O₂); ATM 3 (80% CO₂ | 20% N₂ | 0% O₂).

O grupo Controle apresentou no início do período de estocagem (T0) uma quantidade de bactérias baixa (2 UFC/g). Essa carga microbiana cresceu exponencialmente no T5

apresentando 70 UFC/g. No T10 as bactérias mesófilas obtiveram 300 UFC/g, e no período final de armazenamento (T15) o bolinho apresentava 380 UFC/g de mesófilos.

O grupo embalado com ATM 1 iniciou o período de estocagem (T0) com 2 UFC/g. Na avaliação do T5 a quantidade de mesófilos havia multiplicado para 60 UFC/g. No tempo T10 o crescimento bacteriano não cessou e a contagem de mesófilas indicou 200 UFC/g. O final do período de armazenamento a quantidade total de mesófilas foi 250 UFC/g.

O grupo embalado com ATM1 iniciou a estocagem (T0) com 2 UFC/g de bactérias. Quando houve avaliação no tempo subsequente (T5) o crescimento bacteriano havia se multiplicado (10 UFC/g). No T10 a quantidade de mesófilas era 25 UFC/g, o período de armazenamento foi finalizado (T15) com 30 UFC/g de mesófilas.

Para o grupo com ATM3 na embalagem o armazenamento iniciou (T0) com 2 UFC/g de mesófilas. No tempo T5 esse valor inicial aumentou pouco (3 UFC/g), o mesmo foi observado no T10 que apresentou apenas 5 UFC/g de mesófilas. No final do processo de armazenamento (T15) a quantidade de bactérias era apenas 6 UFC/g.

No nosso estudo observamos que as bactérias mesófilas cresceram proporcionalmente com o tempo de estocagem. Contudo, as atmosferas modificadas (EAM) demonstraram uma maior eficiência para controle do crescimento bacteriano no produto quando comparado com o grupo Controle, e dentre as atmosferas testadas a ATM3 apresentou uma eficiência bem superior as outras, sendo, portanto, a com maior poder bacteriostático.

Esse controle dos microrganismos aeróbios é importante, pois eles são os principais deteriorantes do pescado, a ausência de oxigênio na ATM3 não permitiu que esses microrganismos metabolizassem e isso favoreceu a manutenção na qualidade do produto (POLI, 2005; GONÇALVES, 2012).

O crescimento bacteriano está intimamente relacionado ao ambiente ao qual as cepas estão expostas, quando este é favorável a multiplicação ocorre facilmente, caso contrário as bactérias se mantêm em processo de adaptação por mais tempo esperando que o ambiente favoreça o seu desenvolvimento (NOSEDA *et. al.*, 2012).

Portanto o motivo pelo qual a ATM3 ser mais eficiente deveu-se ao uso de concentrações elevadas de CO₂ e ausência de O₂ em sua composição. O CO₂ estende significativamente o período de adaptação fazendo com que a multiplicação ocorra de forma mais lenta.

Os dados encontrados nesta pesquisa corroboram com o estudo de Soccol *et al.* (2005), os quais observaram diminuição do desenvolvimento bacteriano nas amostras embaladas em atmosfera modificada e concluíram que, quando comparado ao grupo controle, a EAM proporcionou melhor conservação dos filés de tilápia, fenômeno também observado em sardinha (LOPES, 2004), frango (MANTILLA *et al.*, 2009), camarão chinês (LU, 2009), files de tuna (TORRIERI *et. al.*, 2011), filé de Pangasius (NOSEDA *et. al.*, 2012) e lagosta da Noruega (GORNIK *et. al.*, 2013).

As bactérias psicrófilas se mantiveram ausentes durante todo o período de armazenamento em todos os tratamentos testados (Tabela 23).

Tabela 23. Contagem de Psicrófilos em bolinho empanado com algas armazenados em diferentes atmosferas sob refrigeração (4°C) durante 15 dias.

Psicrófilos (UFC/g)	Período de Estocagem			
	T0	T5	T10	T15
CONTROLE (AR)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
ATM 1	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
ATM 2	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
ATM 3	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

AR = ar atmosférico; ATM1 (75% CO₂ | 15% N₂ | 10% O₂); ATM2 (80% CO₂ | 15% N₂ | 5% O₂); ATM 3 (80% CO₂ | 20% N₂ | 0% O₂).

As bactérias psicrófilas tem como temperatura ótima para crescimento a faixa entre 15-20°C, contudo podem crescer entre 0-30°C (JAY, 2005). A ausência de crescimento destas bactérias ao longo do período de estocagem indica a eficiência da atmosfera modificada bem como a baixa carga microbiana na qual o produto foi exposto durante a manipulação. Outro fator foi a ausência da temperatura ótima de crescimento.

Outros trabalhos na literatura relatam o crescimento de psicrófilas em pescado, mesmo quando armazenados em atmosfera modificada (TORRIERI *et. al.*, 2011; NOSEDA *et. al.*, 2012; GORNIK *et. al.*, 2013) diferindo dos dados encontrados neste trabalho. Uma explicação pode ser a baixa carga microbiana inicial contida no camarão utilizado para produção do

bolinho, além dos cuidados em mantê-los refrigerados durante o processamento permitindo assim a não proliferação de psicrófilas.

Os outros três grupos de bactérias analisados (*Salmonella* sp., *Estafilococos coagulase positiva* e coliformes termotolerantes) são regulamentados pela legislação brasileira e *Salmonella* sp. deve estar ausente no alimento para este ser considerado seguro, isto porque esta bactéria é extremamente patogênica ao humano, e em casos graves pode levar a óbito. E todos eles mantiveram-se ausentes ao longo do período de armazenamento.

A legislação (BRASIL, 2008) estabelece que o limite máximo de *Estafilococos* em pescado resfriado é de 10^3 UFC/g. Sendo assim, as amostras permaneceram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação.

A ausência de crescimento de *Salmonella* sp, *Estafilococos coagulase positiva* e coliformes termotolerantes nas amostras indicam que elas estão seguras para o consumo. A *Salmonella* sp, é uma bactéria muito perigosa ao humano, pois tende a se desenvolver no sistema gastrointestinal causando problemas de infecções que podem em alguns casos causar a morte.

A *Estafilococos* é tão perigosa quanto a *Salmonella* sp., porém neste caso o perigo está na toxina estafilocócica, que causa danos grave a quem a consome, e grandes quantidades de estafilococos está relacionada a elevada concentração da toxina, portanto o ideal que se busque a menor quantidade ou ausência desta bactéria nos produtos. Ela é uma bactéria associada a pele e boca de humanos, portanto a sua ausência indica também que no processamento do camarão e produção dos bolinhos houve utilização de luvas e máscara para evitar contaminação, alegando a boa condição higiênico-sanitária na qual o bolinho foi desenvolvido.

A quantidade de coliformes termotolerantes, regulamentada pela legislação brasileira (BRASIL, 1997), sendo o limite máximo permitido é 10^2 UFC/g. Estas bactérias estão diretamente relacionadas a higiene do processamento.

Os dados encontrados nesta pesquisa corroboram com alguns relatos na literatura no qual o crescimento de *Salmonella* sp. é ausente em pescado, a presença de coliformes não ultrapassa 15 UFC/g e *Estafilococos coagulase positiva* tem crescimento inferior a 10 UFC/g. (SALGADO, 2006; SOMBRIO *et. al.*, 2008).

Os coliformes termotolerantes quando em grandes quantidades, acima de 10^2 UFC/g são prejudiciais à saúde humana, causando problemas gastrintestinais. Este microrganismo está muito associado as condições higiênicas–sanitárias na qual o alimento é processado.

Observamos que ao longo dos 15 dias de estocagem nenhuma amostra ultrapassou os limites estabelecidos pela legislação, portanto o produto estaria em perfeito estado para consumo. Além disso vale ressaltar que a ATM3 se destacou, mantendo os microrganismos ausentes ou controlando seu crescimento até o final do período de estocagem.

5.10.2.2 – Análises Físico-Químicas

O aumento nos valores do pH é causado pelo aumento da concentração de íons H^+ . Esta alteração na concentração de H^+ é ocasionada pela decomposição hidrolítica, oxidativa ou fermentativa do músculo do pescado, e estas decomposições são realizadas geralmente por microrganismos. Sendo assim, quanto maior o valor do pH maior a atividade bacteriana (JAY, 2005; TAVARES & GONÇALVES, 2011). Os valores de pH ao longo do período de armazenamento são apresentados na Tabela 24.

Tabela 24. Valores do pH do bolinho empanado com algas armazenados em diferentes atmosferas sob refrigeração ($4^{\circ}C$) durante 15 dias.

AMOSTRA	pH			
	T0	T5	T10	T15
CONTROLE (AR)	$6,0 \pm 0,00^a$	$6,1 \pm 0,06^a$	$6,4 \pm 0,12^b$	$6,6 \pm 0,12^c$
ATM 1	$6,0 \pm 0,00^a$	$6,2 \pm 0,24^b$	$6,2 \pm 0,21^b$	$6,3 \pm 0,15^b$
ATM 2	$6,0 \pm 0,00^a$	$6,0 \pm 0,02^a$	$6,2 \pm 0,00^b$	$6,3 \pm 0,01^c$
ATM 3	$6,0 \pm 0,00^a$	$6,1 \pm 0,12^{ab}$	$6,1 \pm 0,11^b$	$6,2 \pm 0,03^c$

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si ($p>0,05$), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Média $\pm$ SD, n=3. AR = ar atmosférico; ATM1 (75% CO_2 | 15% N_2 | 10% O_2); ATM2 (80% CO_2 | 15% N_2 | 5% O_2); ATM 3 (80% CO_2 | 20% N_2 | 0% O_2).

O valor de pH no grupo Controle aumentou ao longo do período de armazenamento. No tempo zero (T0) o pH era igual a 6,0 passando para 6,1 no tempo T5. No T10 o valor do pH aumentou para 6,4 e ao final o armazenamento (T15) o bolinho tinha pH igual a 6,6. Os tempos T0 e T5 não diferiram significativamente ($p>0,05$) entre si, enquanto o T10 diferiu significativamente ($p<0,05$) de todos os outros tempos, o mesmo ocorreu com T15.

Nos bolinhos embalados em ATM1 o valor de pH elevou-se ao longo do período de armazenamento. No tempo zero (T0) o pH era igual a 6,0 passando para 6,2 no tempo T5. No T10 o valor do pH estável (6,2), voltando a aumentar ao final do período de armazenamento

(T15) com valor igual a 6,3. O tempo T0 diferiu significativamente ($p < 0,05$) de todos os outros tempos; Os tempos T5, T10 e T15 não diferiram significativamente entre si ($p > 0,05$).

Os bolinhos embalados em ATM2 tiveram o valor do pH elevado ao longo do período de armazenamento. No tempo zero (T0) o pH era 6,0, esse valor se manteve no T5 (6,0). O valor do pH aumentou no T10 para 6,2. Ao final do período de armazenamento (T15) o pH era 6,3. Os tempos T0 e T5 não diferiram significativamente entre si ($p > 0,05$), o tempo T10 diferiu ($p < 0,05$) de todos os outros tempos, assim como o T15.

Nos bolinhos embalados em ATM3 o valor de pH aumentou ao longo do período de armazenamento. No tempo zero (T0) o pH foi 6,0 passando para 6,1 no tempo T5. No T10 o valor do pH ficou estável (6,1), voltando a aumentar ao final do período de armazenamento (T15) com valor de 6,2. Os tempos T0 e T5 não diferiram significativamente ($p > 0,05$) entre si; os tempos T5, T10 também não diferiram entre si ($p > 0,05$), contudo T0 e T10 diferiram significativamente ($p < 0,05$); T15 diferiu significativamente de todos os outros tempos ($p < 0,05$).

O grupo Controle obteve os maiores valores para pH ao final do período de armazenamento, passando de 6,0 a 6,6. Os bolinhos embalados nas ATM1 e 2 apresentaram os mesmos valores no T15 (6,0-6,3). E a ATM3 foi a atmosfera mais eficiente em manter os valores de pH baixo (6,0-6,2).

Ao longo do tempo de armazenamento o valor de pH no grupo controle aumentou 0,6 passando de 6,0 (T0) para 6,6 (T15). A ATM 1 e 2 elevou o pH em 0,3 passando de 6,0 (T0) para 6,3 (T15) e a ATM3 aumentou o pH em apenas 0,2 saindo de 6,0 (T0) e finalizando em 6,2 (T15). O grupo controle ao final dos 15 dias ultrapassou o limite máximo permitido pela legislação (6,5), enquanto os outros tratamentos permaneceram dentro do limite (BRASIL, 1952). De forma geral, ao longo do período de armazenamento houve aumento do pH em todos os tratamentos.

A legislação brasileira determina como valor limítrofe para o pescado pH 6,5 acima disso o pescado é considerado em deterioração (BRASIL, 1952).

Com isso podemos observar que apenas o grupo Controle ultrapassou o valor estabelecido por lei. Todos os outros tratamentos permaneceram com pH abaixo do limite máximo, indicando uma baixa decomposição no alimento.

O crescimento de mesófilo na amostra, principalmente no grupo Controle, ocasionou aumento nos valores do pH desse grupo. Portanto, quanto maior a contagem de bactérias a tendência é o aumento das alterações físico-químicas.

Monteiro *et. al.* (2012) estudando vida de prateleira de files de tilápias refrigerados em atmosfera modificada encontrou valores mais elevados. No grupo controle com 5 dias de armazenamento o valor do pH já era de 6,9 ultrapassando os limites permitidos na legislação.

Os baixos valores de pH estão associados ao resfriamento (4°C) ao qual as amostras estavam mantidas, as baixas temperaturas tendem a diminuir a velocidade das reações enzimáticas, como também retardar o crescimento bacteriano. Além disso, a aplicação de atmosfera modificada retarda o crescimento de bactérias, este potencial de retardo é principalmente devido ao potencial bacteriostático do gás carbônico e baixas quantidades de gás oxigênio (GORNIK *et. al.*, 2013). Por isso, o menor valor de pH está associado ao ATM3, foi esta atmosfera modificada que continha a maior concentração de CO₂ e ausência de O₂.

A análise de N-BVT ao longo do período de armazenamento é apresentada na Tabela 25.

Tabela 25. Valores de nitrogênio das bases voláteis totais (N-BVT) do bolinho empanado com algas armazenados em diferentes atmosferas sob refrigeração (4°C) durante 15 dias.

AMOSTRA	N-BVT (mg/100g amostra)			
	T0	T5	T10	T15
CONTROLE (AR)	1,6 ± 0,34 ^a	2,1 ± 0,08 ^{ab}	2,2 ± 0,15 ^b	2,7 ± 0,16 ^c
ATM 1	1,6 ± 0,34 ^a	2,0 ± 0,05 ^a	2,2 ± 0,12 ^a	2,4 ± 0,01 ^b
ATM 2	1,6 ± 0,34 ^a	1,9 ± 0,17 ^a	2,0 ± 0,22 ^a	2,1 ± 0,22 ^a
ATM 3	1,6 ± 0,34 ^a	1,8 ± 0,00 ^a	1,9 ± 0,17 ^a	2,0 ± 0,22 ^a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Média ± SD, n=3. AR = ar atmosférico; ATM1 (75% CO₂ | 15% N₂ | 10% O₂); ATM2 (80% CO₂ | 15% N₂ | 5% O₂); ATM 3 (80% CO₂ | 20% N₂ | 0% O₂).

O grupo Controle aumentou o valor do N-BVT ao longo do período de armazenamento. No tempo zero (T0) o valor era igual a 1,6 mg/100g amostra passando para 2,1 mg/100g amostra no tempo T5. No T10 a quantidade de N-BVT aumentou para 2,2 mg/100g amostra e ao final o armazenamento (T15) o bolinho tinha um valor de N-BVT igual a 2,7 mg/100g amostra. Os tempos T0 e T5 não diferiram significativamente ($p > 0,05$) entre

si; os tempos T5 e T10 também não diferiram ($p>0,05$) entre si, contudo T10 diferiu ($p<0,05$) de T0. O tempo T15 diferiu significativamente ($p<0,05$) de todos os outros tempos.

Nos bolinhos embalados em ATM1 a quantidade de N-BVT elevou-se ao longo do período de armazenamento. No tempo zero (T0) o valor foi igual a 1,6 mg/100g amostra passando para 2,0 mg/100g amostra no tempo T5. No T10 mg/100g amostra o valor aumentou um pouco mais, indo para 2,2 mg/100g amostra e ao final do período de armazenamento (T15) a quantidade de N-BVT foi igual a 2,4 mg/100g amostra. Os tempos T0, T5 e T10 não diferiram significativamente ($p>0,05$) entre si, contudo o tempo T15 diferiu ($p<0,05$) de todos os outros tempos.

Os bolinhos embalados em ATM2 apresentaram aumento na quantidade de N-BVT ao longo do período de armazenamento. No tempo zero (T0) o valor foi igual a 1,6 mg/100g amostra passando para 1,9 mg/100g amostra no tempo T5. No T10 o valor aumentou um pouco mais chegando a 2,0 mg/100g amostra e ao final do período de armazenamento (T15) a quantidade de N-BVT foi igual a 2,1 mg/100g amostra. Os tempos T0, T5, T10 e T15 não diferiram significativamente ($p>0,05$) entre si.

Com relação aos bolinhos embalados em ATM3, eles também apresentaram aumento na quantidade de N-BVT ao longo do período de armazenamento. No tempo zero (T0) o valor foi igual a 1,6 mg/100g amostra passando para 1,8 mg/100g amostra no tempo T5. No T10 o valor aumentou chegando a 1,9 mg/100g amostra e ao final do período de armazenamento (T15) a quantidade de N-BVT foi igual a 2,0 mg/100g amostra. Os tempos T0, T5, T10 e T15 não diferiram significativamente ($p>0,05$) entre si.

Observamos que em todos os tratamentos (Controle, ATM1, ATM2 e ATM3) houve aumento da quantidade de N-BVT nas amostras. O grupo Controle obteve o maior aumento (1,1 mg/100g amostra) passando de 1,6 mg/100g amostra (T0) para 2,7 mg/100g amostra (T15). O grupo ATM1 apresentou o segundo maior aumento (0,8) indo de 1,6 mg/100g amostra (T0) para 2,4 mg/100g amostra (T15). O ATM2 aumentou 0,5 mg/100g amostra durante o período de armazenamento passando de 1,6 mg/100g amostra (T0) para 2,1 mg/100g amostra (T15). O ATM3 obteve o menor aumento dentre os tratamentos (0,4 mg/100g amostra) indo de 1,6 mg/100g amostra (T0) para 2,0 mg/100g amostra (T15).

O valor do tempo T0 foi igual todos os tratamentos, isto porque no tempo inicial todos os bolinhos (amostras) estão expostos as mesmas condições, ou seja, no T0 nenhum bolinho

havia sido embalado ainda, portanto todos os tratamentos partiram das mesmas condições iniciais.

A legislação estabelece que o limite máximo de N-BVT para pescado refrigerado ou congelado é de 30 mg/100g amostra (BRASIL, 2008). O valor limite não foi atingido ao final dos 15 dias de armazenamento por nenhum dos tratamentos. Os valores encontrados nesta pesquisa foram bem baixo do padrão estabelecido por lei.

Podemos afirmar que o uso de atmosfera modificada conseguiu manter os níveis de N-BVT baixos quando comparado ao Controle, e a ATM3 foi a mais eficiente nesta função, sendo ela a que manteve os valores de N-BVT mais baixos. Isto demonstra que o uso de atmosfera modificada é importante para aumentar a vida de prateleira dos produtos à base de pescado.

Lu (2009) estudando a vida de prateleira de camarões chineses (*Fenneropenaeus chinensis*) embalados em atmosfera modificadas e tratado com bactericidas encontrou no grupo Controle valores de N-BVT acima de 30 mg/100g amostra no décimo dia de estocagem. Enquanto o tratamento com atmosfera modificada não atingiu o valor limite ao final do intervalo de análises (18 dias), ficando com valores em torno de 20 mg/100g amostra.

A manutenção dos baixos valores de N-BVT pela ATM3 deve-se ao fato de que esta atmosfera não continha oxigênio e apresentava uma elevada concentração de gás carbônico. Esta mistura de gases não permitiu o desenvolvimento de bactérias aeróbicas, principais responsáveis pela deterioração do pescado que devido a sua atividade proteolítica libera aminas e eleva quantidade de bases voláteis ((MONTEIRO et, al., 2012; GORNIK, 2013). De acordo com Teixeira (2009) a atmosfera modificada reduz a produção de N-BVT devido ao efeito bacteriostático sobre a microbiota.

A análise de Trimetilamina (TMA) ao longo do período de armazenamento é apresentada na Tabela 26.

O grupo Controle aumentou o valor do TMA ao longo do período de armazenamento. No tempo zero (T0) o valor foi igual a 0,4 mg/100g amostra passando para 0,6 mg/100g amostra no tempo T5. No T10 a quantidade de TMA aumentou para 0,8 mg/100g amostra e ao final o armazenamento (T15) o bolinho tinha um valor de TMA igual a 0,91 mg/100g amostra. Os tempos T0 diferiu significativamente ($p < 0,05$) de todos os tempos, o mesmo

ocorreu para o tempo T5. Os tempos T10 e T15 não diferiram ($p>0,05$) entre si, contudo diferiram ($p<0,05$) de T0 e T5.

Tabela 26. Valores de Trimetilamina (TMA) do bolinho empanado com algas armazenados em diferentes atmosferas sob refrigeração (4°C) durante 15 dias.

AMOSTRA	TMA (mg/100g amostra)			
	T0	T5	T10	T15
CONTROLE (AR)	0,40 ± 0,06 ^a	0,60 ± 0,09 ^b	0,80 ± 0,09 ^c	0,91 ± 0,03 ^c
ATM 1	0,40 ± 0,06 ^a	0,50 ± 0,09 ^a	0,70 ± 0,09 ^b	0,80 ± 0,09 ^b
ATM 2	0,40 ± 0,06 ^a	0,40 ± 0,10 ^a	0,60 ± 0,15 ^{ab}	0,77 ± 0,06 ^b
ATM 3	0,40 ± 0,06 ^a	0,40 ± 0,12 ^{ab}	0,50 ± 0,09 ^a	0,57 ± 0,09 ^b

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si ($p>0,05$), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Média±SD, n=3. AR = ar atmosférico; ATM1 (75% CO₂ | 15% N₂ | 10% O₂); ATM2 (80% CO₂ | 15% N₂ | 5% O₂); ATM 3 (80% CO₂ | 20% N₂ | 0% O₂).

Os bolinhos embalados em ATM1 apresentaram aumento na quantidade de TMA ao longo do período de armazenamento. No tempo zero (T0) o valor foi igual a 0,4 mg/100g amostra passando para 0,5 mg/100g amostra no tempo T5. No T10 o valor aumentou chegando a 0,7 mg/100g amostra e ao final do período de armazenamento (T15) a quantidade de TMA foi igual a 0,8 mg/100g amostra. Os tempos T0 e T5 não diferiram significativamente ($p>0,05$) entre si; os tempos T10 e T15 também não diferiram significativamente ($p>0,05$) entre si, contudo T0 e T5 diferiram significativamente ($p<0,05$) de T10 e T15.

Nos bolinhos embalados em ATM2 a quantidade de TMA também aumentou ao longo do período de armazenamento. No tempo zero (T0) o valor foi igual a 0,4 mg/100g amostra mantendo o mesmo valor no tempo T5. No T10 o valor aumentou indo para 0,6 mg/100g amostra e ao final do período de armazenamento (T15) a quantidade de TMA foi igual a 0,77 mg/100g amostra. Os tempos T0, T5 e T10 não diferiram significativamente ($p>0,05$) entre si. Os tempos T10 e T15 também não diferiram significativamente ($p>0,05$) entre si, contudo o tempo T15 diferiu ($p<0,05$) de T0 e T5.

Para os bolinhos embalados em ATM3 a quantidade de TMA elevou-se ao longo do período de armazenamento. No tempo zero (T0) o valor foi igual a 0,4 mg/100g amostra mantendo o mesmo valor no tempo T5. No T10 o valor aumentou indo para 0,5 mg/100g amostra e ao final do período de armazenamento (T15) a quantidade de TMA foi igual a 0,57 mg/100g amostra. Os tempos T0, T5 e T10 não diferiram significativamente ($p>0,05$) entre si.

Os tempos T5 e T15 também não diferiram significativamente ($p>0,05$) entre si, contudo o tempo T15 diferiu ($p<0,05$) de T0 e T10.

Podemos observar que todos os tratamentos (Controle, ATM1, ATM2 e ATM3) obtiveram aumento da quantidade de TMA nas amostras. O grupo Controle obteve o maior aumento (0,51 mg/100g amostra) passando de 0,4 mg/100g amostra (T0) para 0,91 mg/100g amostra (T15). O grupo ATM1 apresentou o segundo maior aumento (0,4) indo de 0,4 mg/100g amostra (T0) para 0,8 mg/100g amostra (T15). O ATM2 aumentou 0,37 mg/100g amostra durante o período de armazenamento passando de 0,4 mg/100g amostra (T0) para 0,77 mg/100g amostra (T15). O ATM3 obteve o menor aumento dentre os tratamentos (0,17 mg/100g amostra) indo de 0,4 mg/100g amostra (T0) para 0,57 mg/100g amostra (T15).

A trimetilamina (TMA) é a base volátil mais importante para identificar a qualidade do pescado. A legislação brasileira estabelece que 4 mg/100g amostra é o limite máximo permitido de TMA para pescado resfriado ou congelado (BRASIL, 2008).

Nenhum dos tratamentos ultrapassaram o limite máximo permitido por lei ao longo do período de estocagem. Porém os tratamentos com atmosfera modificada foram mais eficientes na manutenção dos baixos valores de TMA, tendo a ATM3 sido mais eficiente para aumentar a vida de prateleira do bolinho.

O pescado, incluindo os crustáceos, apresentam em sua carne uma quantidade alta de proteínas, sendo assim o teor de aminoácidos livres também é elevado, estas moléculas são metabolizadas em aminas e bases voláteis por microrganismo, principalmente bactérias. Portanto, a quantidade de bases voláteis total e trimetilamina (TMA) são parâmetros químicos para avaliar o frescor do pescado, quando menor a quantidade de bases voláteis e TMA mais fresco e mais seguro ele está (GONÇALVES, 2011).

Os valores de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) do bolinho ao longo do período de armazenamento são apresentados na Tabela 27.

O grupo Controle aumentou o valor do TBARS ao longo do período de armazenamento. No tempo zero (T0) o valor foi igual a 0,04 mg MA/kg amostra passando para 0,07 mg MA/kg amostra no tempo T5. A quantidade de TBARS se manteve estável (0,07 mg MA/kg amostra) no tempo subsequente (T10) até o final o armazenamento (T15). O tempo T0 diferiu significativamente ($p<0,05$) de todos os tempos, enquanto os tempos T5, T10 e T15 não diferiram significativamente ($p>0,05$).

Tabela 27. Valores de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) do bolinho empanado com algas armazenados em diferentes atmosferas sob refrigeração (4°C) durante 15 dias.

AMOSTRA	TBARS (mg MA/kg amostra)			
	T0	T5	T10	T15
CONTROLE (AR)	0,04 ± 0,01 ^a	0,07 ± 0,02 ^b	0,07 ± 0,01 ^b	0,07 ± 0,01 ^b
ATM 1	0,04 ± 0,01 ^a	0,06 ± 0,01 ^b	0,07 ± 0,01 ^b	0,07 ± 0,00 ^c
ATM 2	0,04 ± 0,01 ^a	0,06 ± 0,01 ^b	0,06 ± 0,01 ^{bc}	0,07 ± 0,02 ^c
ATM 3	0,04 ± 0,01 ^a	0,05 ± 0,00 ^b	0,05 ± 0,01 ^{bc}	0,06 ± 0,01 ^c

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Média ± SD, n=3. AR = ar atmosférico; ATM1 (75% CO₂ | 15% N₂ | 10% O₂); ATM2 (80% CO₂ | 15% N₂ | 5% O₂); ATM 3 (80% CO₂ | 20% N₂ | 0% O₂).

Os bolinhos embalados em ATM1 apresentaram aumento na quantidade de TBARS ao longo do período de armazenamento. No tempo zero (T0) o valor foi igual a 0,04 0,07 mg MA/kg amostra passando para 0,06 mg MA/kg amostra no tempo T5. No T10 o valor aumentou chegando a 0,07 mg MA/kg amostra e ao final do período de armazenamento (T15) a quantidade de TMA foi igual a 0,07 mg MA/kg amostra. O tempo T0 diferiu significativamente ($p < 0,05$) de todos os outros tempos; os tempos T5 e T10 não diferiram significativamente ($p > 0,05$) entre si, e o T5 diferiu significativamente ($p < 0,05$) de todos os outros tempos.

Nos bolinhos embalados em ATM2 a quantidade de TBARS também aumentou ao longo do período de armazenamento. No tempo zero (T0) o valor foi igual a 0,04 mg MA/kg amostra passando para 0,06 mg MA/kg amostra no tempo T5. No T10 o valor se manteve estável 0,06 mg MA/kg amostra e ao final do período de armazenamento (T15) a quantidade de TBARS foi igual a 0,07 mg MA/kg amostra. O tempo T0 diferiu significativamente ($p < 0,05$) de todos os outros tempos. Os tempos T5 e T10 não diferiram significativamente ($p > 0,05$) entre si, e os tempos T10 e T15 também não diferiram significativamente ($p > 0,05$) entre si, contudo o tempo T5 e T15 diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$).

Para os bolinhos embalados em ATM3 a quantidade de TBARS elevou-se ao longo do período de armazenamento. No tempo zero (T0) o valor foi igual a 0,04 mg MA/kg amostra passando para 0,05 mg MA/kg amostra no tempo T5. No T10 o valor manteve-se estável e ao final do período de armazenamento (T15) a quantidade de TBARS foi igual a 0,06 mg MA/kg amostra. O tempo T0 diferiu significativamente ($p < 0,05$) de todos os outros tempos. Os tempos T5 e T10 não diferiram significativamente ($p > 0,05$) entre si, e os tempos T10 e T15

também não diferiram significativamente ($p>0,05$) entre si, contudo o tempo T5 e T15 diferiram significativamente entre si ($p<0,05$).

Observamos que todos os tratamentos (Controle, ATM1, ATM2 e ATM3) obtiveram aumento da quantidade de TBARS nas amostras. Os grupos Controle, ATM 1 e 2 obtiveram o mesmo aumento (0,03 mg MA/kg amostra) passando de 0,04 mg MA/kg amostra (T0) para 0,07 mg MA/kg amostra (T15). O ATM3 obteve o menor aumento dentre os tratamentos (0,02 mg MA/kg amostra) indo de 0,04 mg MA/kg amostra (T0) para 0,06 mg MA/kg amostra (T15).

O uso de atmosfera modificada demonstrou ser eficiente para diminuir o processo oxidativo, quando o oxigênio está ausente na concentração, pois nas duas atmosferas (ATM 1 e 2) em que o oxigênio estava presente os valores de TBARS foram iguais ao controle. A ATM3 obteve destaque frente as outras atmosferas, ela deteve os menores valores ao longo dos 15 dias de armazenamento, principalmente devido à ausência de O_2 na sua mistura.

Quanto maior a concentração de oxigênio no meio mais rápido ocorre o processo oxidativo e maior é o teor de TBARS, portanto, ao retirar o oxigênio no ATM3, os valores de TBARS foram os menores dentre as amostras.

A degradação dos lipídios é o problema de qualidade afeta o pescado, principalmente o pescado gordo. O teste de TBARS quantifica o malonaldeído, um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poli-insaturados, formados durante o processo oxidativo (KIRSCHNIK *et. al.*, 2013).

A degradação lipídica é determinada pela quantidade de TBARS da amostra. A legislação não estipula nenhum valor máximo para TBARS na qual o pescado (ou produtos à base de pescado) seja considerada imprópria para o consumo humano. Contudo, segundo GILL (1990) os valores de TBARS acima de 2 mg MA/kg amostra é considerado impróprio ao consumo devido ao elevado sabor de ranço que apresenta.

Os crustáceos como um todo não apresentam grande quantidade de lipídio total (média de 0,5%), assim como o produto testado nesta pesquisa, contudo qualquer lipídio insaturado, mesmo que em menor quantidade, está sujeito a oxidação lipídica.

Os valores de TBARS não ultrapassaram os estipulados por GILL (1990) em nenhum dos tratamentos durante o período de estocagem.

Os valores encontrados nesta pesquisa foram semelhantes aos relatados por Seabra *et al.* (2011) quando estudava a oxidação lipídica de camarão (*Litopenaeus vannamei*) refrigerado e embalado a vácuo durante o estudo de vida de prateleira (180 dias – 4°C) encontraram valores de TBARS próximos de 0,05 mg MA/kg amostra (T0) e de 0,09 mg MA/kg amostra (T30).

Outro ponto importante é a presença de algas marinhas na composição do bolinho, estes vegetais aquáticos são conhecidos pelo seu alto potencial antioxidante (CABRAL, 2011), portanto ela pode ter atuado na redução da oxidação do bolinho, e desta forma os valores de TBARS foram baixos durante toda a estocagem.

6 – CONCLUSÕES

A alga *Gracilaria birdiae* apresentou percentual proteico elevado, podendo ser aplicada no desenvolvimento de novos produtos com foco no enriquecimento proteico.

A desidratação da *G. birdiae* deve ser realizada com cautela para que não ocorra perdas nutricionais. A secagem em estufa a 60°C foi o método mais eficiente e que gerou as menores perdas nutricionais.

A qualidade microbiológica da alga manteve-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, sendo possível a sua utilização no desenvolvimento de produtos.

Os produtos desenvolvidos apresentaram aumentos no percentual de proteínas mediante adição da alga. A composição centesimal dos produtos demonstraram elevada quantidade de proteína e minerais e baixo teor de lipídios.

A avaliação de vida de prateleira demonstrou que o biscoito com algas chegou aos 6 meses (tempo de avaliação) e as alterações físico-química e microbiológicas não tinham ultrapassado os valores máximos estabelecidos pela legislação, portanto sua validade pode ser de no mínimo 6 meses. O uso da embalagem em atmosfera modificada (100% N₂) para o biscoito promoveu uma estabilidade físico-química e microbiológica, isto auxiliou para uma vida de prateleira tão elevada.

O bolinho de camarão empanado com alga apresentou até os 15 dias de armazenamento, uma estabilidade físico-químico e microbiológica muito boa, não ultrapassando os limites máximos permitidos por lei. A ATM 3 foi a forma de embalagem mais eficiente para diminuir os efeitos das alterações microbiológicas e físico-químicas do alimento.

A alga é uma fonte nutricional rica em proteínas e pode ser incorporada a dieta alimentar, e ainda ser adicionada a novos produtos. O armazenamento em atmosfera modificada é uma importante estratégia para manter a qualidade do alimento por mais tempo.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCIOLY, M.C. & PAULA, E.J. 2002. Seleção de rodofíceas com potencial econômico para cultivo na região do baixo-sul baiano. **In: Anais da IX Reunião Brasileira de Ficologia**. Santa Cruz, Aracruz, Espírito Santo. Sociedade Brasileira de Ficologia & Fundação Ecossistemas do Espírito Santo. pp. 107, 2002.

ACCIOLY, M.C. Esforços para estabelecer cultivos artesanais de macroalgas marinhas na Bahia. **In: Anais da X Reunião Brasileira de Ficologia**. Salvador 2004. Rio de Janeiro, Museu Nacional. Série Livros 10. pp. 107-114, 2005.

AHN, C.B.; JEON, Y.J.; KANG, D.S.; SHIN, T.S.; JUNG, B.M. Free radical scavenging activity of enzymatic extracts from a brown seaweed *Scytosiphon lomentaria* by electron spin resonance spectrometry. **Food Research International**, v. 37, p. 253-258, 2004.

AHMAD, F.; SULAIMAN, M. R.; SAIMON, W.; YEE, C. F.; MATANJUN, P. Proximate compositions and total phenolic contents of selected edible seaweed from Semporna, Sabah, Malaysia. **Borneo science**. v.31, p. 74-83, 2012.

ALBINO, L. F. T.; FERES, F. A.; VARGAS JÚNIOR, J. G. de; DIONIZIO, M. A.; ROSTAGNO, H. S.; CARVALHO, D. C. O.; GOMES, P. C.; COSTA, C. H. R. Uso de prebióticos à base de mananoligossacarídeo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 3, p.742-749, jun. 2006. ALCANTARA et al., 1999.

ALGAS VERDES (2012). **Algas verdes: o que caracteriza?** Disponível em: <<http://www.dbi.uem.br/algas-verdes.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2013.

ALGINATOS. OS ALGINATOS E SUAS MÚLTIPLAS APLICAÇÕES. **Food Ingredients Brasil**, São Paulo, v. 26, p.34-39, 2013. Disponível em: <www.revista-fi.com>. Acesso em: 21 out. 2013.

ALVES-FILHO, F. M.; SANTOS, L. D. Dos; MEURER, F. Alga marrom (*Ascophyllum nodosum*) para alevinos de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 4, p.121-125, dez. 2011.

AMBAP. **Processamento de macroalgas cultivadas em Pitangui**. Comunicação pessoal, 2014.

ANASAC. Agrícola Nacional. In: MARTINS, D. A.. **Uso de extratos à base de algas para controlar a antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e a ferrugem (*Uromyces appendiculatus*) do feijoeiro**. 41f. Monografia de conclusão - Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

AOAC. **ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS**. Official methods of analysis. 19 ed. Arlington, 2011.

AQUINO, A. C. M. S.; MOES, R. S.; LEÃO, K. M. M.; FIGUEIREDO, A. V. D.; CASTRO, A. A. Physical-chemical and sensory characteristics of cookies formulated with acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) residues flour. **Rev Inst Adolfo Lutz**. 69(3):379-86, 2010.

ARAÚJO, E. L.B.; CASTRO, A. M. V.; NASCIMENTO, G. S. M. **Avaliação higiênico sanitária de 10 amostras de biscoito doce sem recheio fabricado por uma indústria do município de João Pessoa – PB**. In: IX Encontro de extensão e X encontro de iniciação a docência, 2007, João Pessoa. Catálogo de Resumos do X Encontro de Iniciação à Docência, 2007.

ARAÚJO, I. B.; PERUCH, L. A. M.; STADNIK, M. J. Efeito do extrato de alga e da argila silicatada na severidade da alternariose e na produtividade da cebolinha comum (*Allium fistulosum* L.). **Tropical Plant Pathology**, Brasil, v. 37, n. 5, p.363-367, out. 2012.

ARMISEN R. World-wide use and importance of *Gracilaria*. **Jour. of App. Phyc.**, v. 7, n. 1, p. 231-243, 1995.

ASGHAR, A., GRAY, J. I., BOOREN, A. M., GOMAA, E. A., ABOUZIED, M. M., MILLER, E. R., et al. Effects of supranutritional dietary vitamin E levels on subcellular deposition of tocopherol in the muscle and on pork quality. **Jour. of the Sci. of Food and Agric.**, 57(1), 31–41, 1991.

ASSIO, L. de O.; BENEVENUTO JÚNIOR, A. A.; RODRIGUES, L. M. A.; FASSIO, P. de O. Desenvolvimento de lingüiça de filé de Tilápia defumada por fumaça líquida: uma forma de agregar valor ao pescado no Brasil. **III Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG Campus Bambuí**, Bambuí, v. 4, n. 3, p.321-325, out. 2010.

BAGGIO, S. R.; BRAGAGNOLO, N. Lipid fraction quality evaluation of Brazilian meat-based products. **Journal of the Brazilian Chemistry Society**, v. 19, n. 3, p. 463-470, 2008.

BAGNI, M.; ROMANO, N.; FINOIA, M. G.; ABELLI, L.; SCAPIGLIATI, G.; ISCAR, P. G.; SARTI, M.; MARINO, G. Short and long term effects of a dietary yeast β -glucan (Macrogard) and alginic acid (Ergosan) preparation on immune response in sea bass (*Dicentrarchus labrax*). **Fish & Shellfish Immunology**, v.18, n. 4, p. 311-325, 2005.

BENJAMA, Ommee; MASNIYOM, Payap. Nutritional composition and physicochemical properties of two green seaweeds (*Ulva pertusa* and *U. intestinalis*) from the Pattani Bay in Southern Thailand. **Songklanakarin J. Sci. Technol.**, Songkla, n. , p.575-583, out. 2011.

BEZERRA, A.F. & MARINHO-SORIANO, E. Cultivation of the red seaweed *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta) in tropical waters of northeast Brasil. **Biomass and Bioenergy** 34: 1813-1817, 2010.

BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M. **Algas: Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2010. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB097963>. Acesso em 17 de nov de 2013.

BLAKISTONE, B. A. **Principles and applications of modified atmosphere packaging of Foods**. New York: Chapman & Hall, 1999. Disponível em: http://books.google.com.br/books?id=78sOfd9OgXYC&pg=PA1&dq=BLAKISTONE,+B.+A.+Principles+and+Applications+of+Modified+Atmosphere+Packaging+of+Foods.&hl=pt-R&ei=usrmTM2YJoOKlweU_922Cw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCsQ6AEwAA#v=onepage&q=BLAKISTONE%2C%20B.%20A.%20Principles%20and%20Applications%20of%20Modified%20Atmosphere%20Packaging%20of%20Foods.&f=false. Acesso em: 30 jun. 2014.

BONO, Gioacchino; BADALUCCO, Cinzia. Combining ozone and modified atmosphere packaging (MAP) to maximize shelf-life and quality of striped red mullet (*Mullus surmuletus*). **Lwt - Food Science And Technology**, Estados Unidos, v. 47, n. 8, p.500-504, nov. 2012. Disponível em: www.elsevier.com/locate/lwt>. Acesso em: 30 jul. 2014.

BORDERÍAS, A.J., PÉREZ-MATEOS, M., SOLAS, M., MONTERO, P. Frozen storage of high-pressure- and heat-induced gels of blue whiting (*Micromesistius poutassou*) muscle: rheological, chemical and ultrastructure studies. **Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung A**, 205: 335-342, 1997.

BORDERÍAS, A.J., SÁNCHEZ-ALONSO, I., PÉREZ-MATEOS, M. New applications of fibres in foods: addition to fishery products. **Trends in Food Science and Technology**, 16, 458-465, 2005.

BRANDENBURG, J. S.; ZAGORY, D. **Modified and Controlled Atmosphere Packaging Technology and Applications**. In: YAHIA, E. M. (Ed). *Modified and Controlled Atmospheres for the Storage, Transportation, and Packaging of Horticultural Commodities*, CRC Press, Boca Raton, cap 4, p. 74-94, 2009.

BRASIL MERGULHO. **Macroalgas marinhas do Brasil – Rhodophyta**. Disponível em: <http://www.brasilmergulho.com/port/biologia/catalogo/displayimage.php?album=106&pos=5> Acesso 12 ago 2013.

BRASIL. Resolução RDC N º. 12, DE 30/03/1978 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos - CNNPA. **Estabelece normas técnicas especiais relativas a alimentos** (e bebidas). Disponível em: < http://elegis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=16216&mode=PRINT_VERSION>. Acesso em: 20. Jan. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto-Lei n. 30.691, de 29 de março de 1952. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 1952.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA**. Brasília - D.F. 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC n. 12 de 02 de janeiro de 2001**. Dispõe sobre o regulamento técnico sobre padrões

microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 de jan. 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa N° 62, de 26 de agosto de 2003**. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de agosto de 2003.

BRASIL. **LEI N° 11.794, DE 8 DE OUTUBRO DE 2008**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11794.htm>. Acesso em: 23 nov. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. (Série A. Normas e Manuais técnicos). Disponível em: <http://www.sonutricao.com.br/downloads/Guia_Alimentar_Populacao_Brasileira.pdf> Acesso em: 10 dez. 2014.

BRODY, A. L. El mercado. In: PARRY, R. T. **Envasado de los alimentos en atmósfera modificada**. Zaragoza: Acribia, 1995. p. 32-55.

BUCKLEY, M.; COWAN, C.; MCCARTHY, M. The convenience food market in Great Britain: Convenience food lifestyle (CFL) segments. **Appetite**, London, v. 49, n. 3, p. 600-617, 2007.

CABRAL, G. (2011). Plantas multiuso. Algas podem ser usadas com fins alimentares, medicinais e cosméticos. Disponível em www.correiobraziliense.com.br/app/noticia182/2010/06/29/cienciaesaude,i=199904/plantas_multiuso.shtml . Acesso em 24 set 2013.

CABRAL, S. R. C.; SHIRAHIGUE, L. D.; ARRUDA, L. F.; CARPES, S.T.; OETTERER, M. Produtos naturais de algas marinhas e seu potencial antioxidante e antimicrobiano. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 181-192, jul./dez. 2011.

CALADO, C. M. B.; PIRES, V. C. F.; SANTOS, K. M. de A. Dos.; ALBUQUERQUE, A. P.; FLORENTINO, E. R. Algas comestíveis: comparação nutricional entre espécies de gracilaria (*G. cornea* e *G. domingensis*) de ocorrências no litoral nordestino. In: ENCONTRO

NACIONAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., 2012, Campina Grande. **Trabalho**. Campina Grande: Realize, 2012. p. 20 - 28.

CÂMARA-NETO C. Cultivo de agarófitas. Uma perspectiva econômica para o litoral do Nordeste. **Série Ciência & Tecnologia** 23p, 1982.

CAMPO, V.L.; KAWANO, D.F.; DA SILVA, J.R.; CARVALHO, I. Carrageenans: biological properties, chemical modifications and structural analysis - a review. **Carbohydrate Polymers**, v. 77, p. 167-180, 2009.

CARNEIRO, J. G.; CAVALCANTE, A. B. D.; TEIXEIRA, D. M. A.; PEREIRA, I. K. D.; CARNEIRO, M.A.; BARBOSA, M.C.F. Potencial nutricional das algas vermelhas *Hypnea musciformis* e *Solieria filiformis*: Análises da composição centesimal. In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7, 2012, Palmas. **Trabalho de Congresso**. Palmas: Propi, 2012. p. 1 - 5. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/1227/1765>>. Acesso em: 23 ago. 2013.

CARVALHO FILHO, J. (2004) Algas: Uma alternativa para as comunidades pesqueiras? Panorama da Aqüicultura. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/84/Algas84.asp>> Acesso em: 10. Abr. 2015.

CECCHI, Heloisa Márcia. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003.

CHANDINI, S. K., GANESAN, P., & BHASKAR, N. In vitro antioxidant activities of three selected brown seaweeds of India. **Food Chemistry**, 107(2), 707–713, 2008.

CHASTON, I.; MANGLES, T. **Small business marketing management**. New York: Palgrave, 2002.

CHIROL, K. A. RENDIMENTO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PERFIL LIPÍDICO DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL. 2007. 96 f. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)** - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.

CHOWDHURY, K; KHAN, S; KARIM, R; OBAID, M; HASAN, GMMA. Quality and Shelf-Life Evaluation of Packaged Biscuits Marketed in Bangladesh. Bangladesh **J. Sci. Ind. Res.** 47(1), 29-42, 2012.

CHURCH, I. J.; PARSONS, A. L. Modified atmosphere packaging tecnology: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 67, p. 143-152, 1995.

CHURCH, N. Developments in modified-atmosphere packaging and related technologies. **Trends in Food Science e Technology**, v. 5, p. 345-352, 1994.

CLERICI, M. T. P. S.; OLIVEIRA M. E.; NABESHIMA, E. H. Physical, chemical and sensory quality of cookies elaborated with partial substitution of wheat flour by defatted sesame flour. **Braz. J. Food Technol.** vol.16 no.2 Campinas Apr./June 2013 Epub June 25, 2013.

COMMISSION REGULATION (EC) No 2074/2005. Total volatile basic nitrogen (TVB-N) limit values for certain categories of fishery products and analysis methods to be used. **Official Journal of the European Union**, L 338/36, Chapter I, p.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE – CNS. RESOLUÇÃO Nº 196, de 10 de outubro de 1996. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. CNS, 10 de outubro de 1996.

COSTA NETO, J. M.; TEXEIRA, R. G.; SÁ, M. J. C.; LIMA, A. E.; JACINTO-ARAGÃO, G. S.; TEXEIRA, M. W.; FILHO, E. F. M.; TORÍBIO, J. M. M. L.; AZEVEDO, A. S. Farinha de algas marinhas (*Lithothamnium calcareum*) como suplemento mineral na cicatrização óssea de auto enxerto cortical de cães. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v.11, n. 1, p. 217 – 230, 2010.

COSTA V. L. & PLASTINO, E. M. Histórico de via de espécimes selvagens e variantes cromáticas de *Gracilaria* sp. **Revista Brasileira de Botânica** 24: 483-490, 2001.

DAMASCENO, Karla Suzanne Florentino da Silva Chaves. **Farinha de Resíduo do camarão *Litopenaeus vannamei*: caracterização e utilização na formulação de hamburguer**. 2007. 150 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007. Cap. 4.

DARCY-VRILLON, B. Nutritional aspects of the developing use of marine macroalgae for the human food industry. **International Journal of Food Science and Nutrition**, 44, p. 23–35. 1993.

DAWCZYNSKI, C.; SCHUBERT, R.; JAHREIS, G. Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. **Food Chem** 103: 891-899. 2007.

DENIS, C., MASS_E, A., FLEURENCE, J., & JAOUEN, P. Concentration and pre purification with ultrafiltration of a R-phycoerythrin solution extracted from macro-algae *Grateloupia turuturu*: process definition and up-scaling. **Separation and Purification Technology**, 69, 37-42, 2010.

DHARGALKAR, V.K.; VERLECAR, X.C. Southern Ocean seaweeds: a resource for exploration in food and drugs. **Aquaculture**, v. 287, n.1, p. 229 - 242, 2009.

DIAS, J. (2007) **A importância da segurança alimentar**. Jornal Hiperuper. Disponível em: < <http://www.hipersuper.pt/2007/06/01/aimportncia-da-seguranaalimentar/>>. Acesso em: 11. fev. 2015.

DUBBER, D.; HARDER, T. Extracts of *Ceramium rubrum*, *Mastocarpus stellatus* and *Laminaria digitata* inhibit growth of marine and fish pathogenic bacteria at ecologically realistic concentrations. **Aquac.**, v. 274, n. 1, p. 196-200, 2008.

ELLNER, S., NEORI, A., KROM, M.D., TSAI, K., EASTERLING, M.R. Simulation model of recirculating mariculture with seaweed biofilter: development and experimental test of model. **Aquac.** 143, 167–184, 1996.

EVANS, F., LANGDON, C.J. Co-culture of dulce *Palmaria mollis* and red abalone *Haliotis rufescens* under limited flow conditions. **Aquac.** 185, 137–158, 2000.

FAO: **Fisheries and Aquaculture Department** . 2013. Global Aquaculture Production Statistics for the year 2011. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/FI/news/>

FARIA, A. S. Q. **Avaliação do efeito da adição de extratos de algas (alga *Porphyra umbilicalis* e alga *Laminaria japonica*) na estabilidade de azeite aromatizado**. 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar, Leira,

2012.FAPERJ. Pesquisa avalia potencial do cultivo de algas. Disponível em: http://www.faperj.br/boletim_interna.phtml?obj_id=9386 Acesso 13 out 2013.

FARIA, J. A. F.; CRUZ, A. G. & GONÇALVES, A. A. **Embalagem Ativa e com Atmosfera Modificada** (Capítulo 2.2.1 – p. 209-216). In: Gonçalves, A. A. (Ed.). Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo, SP: Atheneu, 608 p., 2011.

FARIAS, M. C. A.; FREITAS, J. A. Avaliação sensorial e físico-química de pescado processado. **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, 2011;70(2):175-9.

FASOLIN, L. H.; ALMEIDA, G. C.; CASTANHO, P. S.; NETTO-OLIVEIRA, E. R. Cookies produced with banana meal: chemical, physical and sensory evaluation. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 27(3): 524-529, jul.-set. 2007.

FERDANDES, T. M.; SILVA, J. A.; SILVA, A. H. A.; CAVALHEIRO, J. M. O.; CONCEIÇÃO, M. L. Flour production from shrimp by-products and sensory evaluation of flour-based products. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.48, n.8, p.962-967, ago. 2013.

FERRARIO, M.; SAR, E. **Macroalgas de interesse econômico. Cultivo, manejo, industrialización**. Editorial de La Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina. 296p. 1996.

FIGUEIRA, F. S.; CRIZEL, T. M.; SILVA, C. R.; SALAS-MELLADO, M. M. Elaboration of gluten-free bread enriched with the microalgae *Spirulina platensis*. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 14, n. 4, p. 308-316, out./dez. 2011.

FINNE, G. Modified- and controlled-atmosphere storage of muscle foods, **Food Technology**, v. 36, n. 2, p. 128-133, 1982.

FITZGERALD, C.; GALLAGHER, E.; DORAN, L.; AUTY, M.; PRIETO, J.; HAYES, M. Increasing the health benefits of bread: Assessment of the physical and sensory qualities of bread formulated using a renin inhibitory *Palmaria palmata* protein hydrolysate. **Journal of Food Science and Technology**. V. 56, p 398-405, 2014.

FLEURENCE, J. Seaweed proteins: biochemical nutritional aspects and potential uses. **Trends in Food Science and Technology**. 10, 25–28. 1999.

FLEURENCE, J.; MORANÇAIS, M.; DUMAY, J.; DECOTTIGNIES, P; TURPIN, V.; MUNIER, M.; GARCIA-BUENO, N; JAOUEN, P. What are the prospects for using seaweed in human nutrition and for marine animals raised through aquaculture? **Trends In Food Science & Technology**, Estados Unidos, v. 27, n. , p.57-61, 2012.

FLICK, G.J.; BARUA, M.A.; ENRIQUEZ, L.G. **Processing finfish**. In: MARTIN, R.E.; FLICK, G.J. editors. The seafood industry. New York: Academic Press;1990.p.117-64. In: GONÇALVES, A. A. (Ed.). Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo, SP: Atheneu, 608 p., 2011.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182p.

FRIKHA, F; KAMMOUN, M; HAMMAMI, N.; MCHIRGUI, R.A; BELBAHRI, L; GARGOURI, Y; MILED, N.; BEN-REBAH, F. Chemical composition and some biological activities of marine algae collected in Tunisia. **Cienc. Mar**, Ensenada, v. 32, n. 2, p.113-124, 2011.

GALLAND-IRMOULI, A. V., FLEURENCE, J., LAMGHARI, R., LUCON, M., ROUXEL, C., BARBAROUX, O. Nutritional value of proteins from edible seaweed *Palmaria palmata* (Dulse). **Journal of Nutritional Biochemistry**, 10, 353-359, 1999.

GARCIA, F.; ABIMORAD, E. G.; ONAKA, E. M. Desempenho produtivo de tilápias alimentadas com suplemento alimentar à base de algas. **Bioikos**, Campinas, v. 23, n. 2, p.83-89, dez. 2009.

GARCIA-CRUZ, C.H.; FOGGETTI, U.; SILVA, A.N. Alginato Bacteriano: Aspectos tecnológicos, características e produção. **Química Nova**, vol. 31, nº 7, p. 1800-1806, 2008.

GILL, T.A. Objective analysis of seafood quality. **Food Reviews International**, v.6, p.681-714, 1990.

GOETZ, P. Phytothérapie de l'ostéoporose. **Phytothérapie**, Uberlândia, v.6, n.1, p.33-34, 2008.

GONÇALVES, A. A. **Packaging for chilled and frozen seafood** (PART SIX: SEAFOOD QUALITY, Chapter 31, p. 479-509). In: Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality, edited by Nollet, Leo et al., 2nd Ed., Iwoa (USA): John Wiley & Sons, Inc., 562 p., 2012.

GONÇALVES, A. A.; GOMES, P. A. DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO DE VALOR AGREGADO: CAMARÃO EMPANADO CORTE *BUTTERFLY*. **Rev. Bras. Eng^a. Pesca** 3(1), jan. 2008.

GONÇALVES, A. A.; NOGUEIRA, W. M.; LOURENÇO, L. F. H. APROVEITAMENTO DO DESCARTE DO PROCESSAMENTO DA PIRAMUTABA (*Brachyplatystoma vaillantii*) E DO CAMARÃO-ROSA (*Farfantepenaeus subtilis*) NA PRODUÇÃO DE SALSICHA SABOR CAMARÃO. **B. Inst. Pesca**, São Paulo, 35(4): 623 - 635, 2009.

GONÇALVES, A.A. **O processo de desenvolvimento de novos produtos** (Capítulo 3.1 – p. 274-290). In: GONÇALVES, A. A. (Ed.). Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo, SP: Atheneu, 608 p., 2011.

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

GONCALVES, A.A.; RUIZ, W.A. **Vida de prateleira do pescado** (Capítulo 3.6 – p. 338-360). In: GONÇALVES, A. A. (Ed.). Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo, SP: Atheneu, 608 p., 2011.

GORNIK, S. G.; ALBALAT, A.; THEETHAKAEW, C.; NEIL, D. M. Shelf life extension of whole Norway lobster *Nephrops norvegicus* using modified atmosphere packaging. **International Journal of Food Microbiology**. v. 167 p. 369–377, 2013.

GUND, J. et. al. **Avaliação Sensorial do comportamento da proteína do soro de leite bovino, como emulsificante em embutido de pescado**. In: 3º Simpósio de Ciência e Tecnologia de Alimentos- Simpocal. Universidade Federal de Santa Catarina. 2005.

GUPTA, S., & ABU-GHANNAM, N. Recent developments in the application of seaweeds or seaweed extracts as a means for enhancing the safety and quality attributes of foods. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, 12(4), 600–609, 2011.

HAI-ISA, N. M. A.; CARVALHO, E. S. Development of biscuits enriched with merluza. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 31(2): 313-318, abr.-jun. 2011.

HAYASHI L, SANTOS AA, FARIA GSM, NUNES BG, SOUZA MS, FONSECA ALD, BARRETO PLM, OLIVEIRA EC, BOUZON ZL. *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Areschougaceae) cultivadas em águas subtropicais do sul do Brasil. **J Appl Phycol** . 2010.

HONG, D. D.; HIEN, H. M.; SON, P. N. **Seaweeds from Vietnam used for functional food, medicine and biofertilizer**. Journal of Applied Phycology, v. 19, n. 6, p. 817-826, 2007.

HOSAKAWA, M., BHASKAR, N., SASHIMA, T., & MIYASHITA, K. Fucoxanthin as a bioactive and nutritionally beneficial marine carotenoid: A review. **Carotenoid Science**, 10(1), 15–28, 2006.

HOVDA, M. B.; SIVERTSVIK, M.; LUNESTAD, B. T.; LORENTZEN, G.; ROSNES, J. T. Characterisation of the dominant bacterial population in modified atmosphere packaged farmed halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) based on 16S rDNA-DGGE. **Food Microbiology**, London, v. 24, n. 4, p. 362-371, 2007.

HOWGATE, P. A critical review of total volatile bases and trimethylamine as indices of freshness of fish. **Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry**, 9(1): 58-88, 2010.

IAL - Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3ª ed, São Paulo, 1985.

IBERAGAR. Agar-Agar PODEROSO ESPESANTE E GELIFICANTE NATURAL. **Food Ingredients Brasil**, São Paulo, v. 14, p.49-50, nov. 2010. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/146.pdf>>. Acesso em: 24 out. 2013.

ICMSF, 2002. **Micro-organisms in Food 7: Microbiological Testing in Food Safety Management**. Kluwer Academic/Plenum Publishers, London, Great Britain.

JAPANESE FOOD (2011). **Aonori**. Disponível em: www.japanesefooddictionary.blogspot.com.br/2011/07/aonori.html. Acesso em: 12 set 2013.

JAPANESE GLOSSARY(2013). **SEA VEGETABLES**. Disponível em: <http://www.eat-japan.com/index.php?option=com_glossary&task=showterms&Itemid=47&catid=39>.

Acesso em: 25 ago. 2013.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F. et al. Physicochemical and sensory characteristics of restructured beef steak with added walnuts. **Meat Science**, v. 65, n. 4, p. 1391-1397, 2003.

JUNGWIRTH, J. (2010). **Seaweeds and human health**. Disponível em: www.naturespiritherbs.com/Seaweeds_and_Human_Health.pdf. Acesso em: 13 set 2013.

KADAM, S.U; PRABHASANKAR, P. Marine foods as functional ingredients in bakery and pasta products. **Food research international** 43 (8), 1975-1980, 2010.

KAJIMA, Shizuko; S.CRUZ, Wanise M. de; ANDRADE, Camila F.. UTILIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE ÁGAR-ÁGAR EM DIETOTERAPIA. **Nutrire**, São Paulo, v. 38, n. , p.260-260, out. 2013.

KHAN, M. I., ARSHAD, M. S., ANJUM, F. M., SAMEEN, A., UR-REHMAN, A., & GILL, W. T. Meat as a functional food with special reference to probiotic sausages. **Food Research International**, 44(10), 3125–3133, 2011.

KHAN, M.; RAHMAN, M. L.; RAHMAN, M. L.; ALAM, A. K. M. N. Development of protein enriched shrimp croquette from shrimp industry wastes. **J. Bangladesh Agril. Univ.** 11(2): 331–340, 2013.

KILCAST, D.; SUBRAMANIAM, P. The stability and shelf-life of food. Cambridge: **Woodhead Publishing Limited** and CRC Press LLC, 196, 2000.

KIRSCHNIK, P. G.; TRINDADE, M. A.; GOMIDE, C. A.; MORO, M. E. G.; VIEGAS, E. M. M. Estabilidade em armazenamento da carne de tilapia-do-nilo mecanicamente separada, lavada, adicionada de conservantes e congelada. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.48, n.8, p.935-942, ago. 2013.

KORHONEN, H. Technology options for new nutritional concepts. **International Journal of Dairy Technology**, Huntingdon, v. 55, n. 2, p. 79-88, 2002.

KOYAMA, R.; BETTONI, M. M.; RODER, C.; ASSIS, A. M.; ROBERTO, S. R.; MÓGOR, A. F. Extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis no desenvolvimento vegetativo e na produção do tomateiro. **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 55, n. 4, p. 282-287, out./dez. 2012.

KUMAR, M.; GUPTA, V.; KUMARI, P.; REDDY, C. R. K.; JHA, B. Assessment of Nutrient Composition and Antioxidant Potential of Caulerpaceae Seaweeds. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24 n. 2, p. 270-278, 2011.

KUMARI, P., KUMAR, M., GUPTA, V., REDDY, C.R.K. JHA, B. Tropical marine macroalgae as potential sources of nutritionally important PUFAs. **Food Chemistry**. 120, 749–757. 2010.

KURAISHI, C., SAKAMOTO, J., YAMANAZAKI, K., SUSAKI, Y., KUHARA, C., SOEDA, C. Production of restructured meat using microbial transglutaminase without salt or cooking. **Journal of Food Science**, 62: 488-490, 515, 1997.

LEE, S. B., LEE, J. Y., SONG, D-G., PAN, C.-H., NHO, C. W., KIM, M. C. Cancer chemopreventive effects of Korean seaweed extracts. **Food Science and Biotechnology**, 17(3), 613–622, 2008.

LIMA, A.M; CÂMERA-NETO, C.; OLIVEIRA, E.C.; ARAÚJO, R.A. **Cultivo experimental de *Hypnea musciformis* e *Gracilaria* sp. em áreas protegidas por antigas linhas de costa (recifes) no litoral do Rio Grande do Norte**. In: Projeto Algas. Estado do Rio Grande do Norte. Série: Brasil. SUDENE. Estudos de Pesca 9: 97-107, 1981.

LIMA, J. S.; ARAÚJO, J. M.; DIAS, S. S.; SILVA, E. A.; SANTOS, E. A. L.; AQUINO, A. B.; SANTANA, L. C. L. A. MICROBIOLOGICAL ANALYSIS AND SENSORY "fishburger" PREPARED WITH NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) WITH ADDITION OF NATURAL. **Revista GEINTEC**, Vol. 4/n.1/ p.560-567, 2014.

LIMA, M. M.; MUJICA, P. I. C.; LIMA, A. M. Chemical characterization and evaluation of yield in caranha fillets (*Piaractus mesopotamicus*). **Braz. J. Food Technol.** vol.15 no.spe Campinas, maio 2012.

LOPES, M.M. et al. Efeito da embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de sardinhas (*Sardinella brasiliensis*). **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.99, n.552, p.207-210, 2004.

LU, S. Effects of bactericides and modified atmosphere packaging on shelf-life of Chinese shrimp (*Fenneropenaeus chinensis*). **LWT - Food Science and Technology** n. 42 p. 286–291, 2009.

MABEAU, S. FLEURENCE, J. Seaweed in food products: Biochemical and nutritional aspects. **Trends in Food Science and Technology**. 4, 103–107, 1993.

MACHADO, A. (2012). **Fisiologia e Crescimento Bacteriano**. Disponível em: <http://www.ufjf.br/microbiologia/files/2012/11/Fisiologia-e-Crescimento-Bacteriano1-2.pdf> . Acesso em 15 jan 2015.

MALUF MLF, WEIRICH CE, DALLAGNOL JM, SIMÕES MR, FEIDEN A, BOSCOLO WR. Elaboração de massa fresca de macarrão enriquecida com pescado defumado. **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, 69(1):84-90; 2010.

MANO, S. B. et al. Aumento da vida útil e microbiologia da carne suína embalada em atmosfera modificada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 1-10, 2002.

MANTILLA, S. P. S; MANO, S.B.; VITAL, H.C.; FRANCO, R.M. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 437-448, out./dez. 2010

MANTILLA, S.P.S. et al. Bactérias deteriorantes em filés de frango embalados em ar, vácuo e irradiados: parâmetros bacteriológicos de desenvolvimento e prazo comercial. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, n.4, p.271-277, 2009.

MARFAING, H. (2011). **EU market opportunities for seaweed in food and nutritional products**. Disponível em: <http://www.seaweedforhealth.org/>. Acesso em: 16 ago. 2013.

MARINHO-SORIANO, E. Cultivo experimental de *Gracilaria* no Rio Grande do Norte. pp. 115-124. In: **Anais da X Reunião Brasileira de Ficologia**. Salvador 2004. Rio de Janeiro, Museu Nacional. Série Livros 10, 2005.

MARINHO-SORIANO, E.; PINTO, E.; YOKOYA, N. S.; COLEPICCOLO, P.; TEXEIRA, V. L.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y. Frontiers on algae bioactive compounds. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, Rio de Janeiro, p.1-1, abr. 2011.

MASNY, A.; BASAK, A.; ZURAWICZ, E. Effects of foliar application of Kelpak SL and Goemar BM 86 preparations on yield and fruit quality in two strawberry cultivars. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v. 12, p. 23-27, 2004.

MATANJUN, P.; MOHAMED, S.; MUSTAPHA, N. M.; MUHAMMAD, K. Nutrient content of tropical edible seaweeds, *Eucheuma cottonii*, *Caulerpa lentillifera* and *Sargassum polycystum*. **Journal of Applied Phycology**. v. 21, n. 1, pp 75-80, 2009.

MATSUKAWA, R.; DUBINSKY, Z.; KISHIMOTO, E.; MASAKI, K.; MASUDA, Y.; TAKEUCHI, T. A comparison of screening methods for antioxidant activity in seaweeds. **Journal of Applied Phycology**, v. 9, n. 1, p. 29-35, 1997.

MAURÍCIO A.; JACINTO, L.; SERÔDIO, L.; CLEMENTE, M. As algas na nossa alimentação. **Ciências da natureza**. p.1-10, 2011.

MCARTAIN, P., GILL, C.I., BROOKS, M., CAMPBELL, R; ROWLAND, I.R. Nutritional value of edible seaweeds. **Nutrition Reviews**, 65, 2007. p. 535-543.

McHUGH, D.J. **A guide to the seaweed industry**. Rome: Food and Agriculture Organization of The United Nations, FAO Fisheries Technical Paper 441, 111 p., 2003.

MELO, P.C., FRANCO C.A.R.; FRANCO E A.R. (2004). Uso de farinha de algas marinhas (*Lithothamnium* sp) na suplementação mineral de bovinos de corte. Disponível em: www.calmarmineracao.com.br/calmar/farinha1.htm. Acesso 23 ago 2013.

MELO, T.V.; MENDONÇA, P.P.; MOURA, A.M.A.; LOMBARDI, C.T.; FERREIRA, R.A.; NERY, V.L.H. Solubilidad in vitro de algunas fuentes de cálcio utilizadas em alimentacion animal. **Archivos de zootecnia, Cordoba**, v.55, n 211, p. 297-300, 2006.

MENDEZ, L. T. **Guia de Biodiversidad: Macrofaunas y Algas Marinas**. CREA, v.1, nº 4 2002.

MEYER, A. S.; SUHR, K. I.; NIELSEN, P.; LYNGBY, HOLM, F. **Natural food preservatives**. In: OHLSSON T.; BENGTSSON, N. (Ed.). Minimal processing technologies in the food industry, Cambridge, Woodhead publishing, 2002, cap. 6, p. 124- 174.

MÓGOR, A. F.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; MÓGOR, G. Aplicação foliar de extrato de alga, ácido L-glutâmico e cálcio em feijoeiro. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 431-437, 2008.

MONTEIRO, A. R. G.; MARTINS, M. F. Processo de desenvolvimento de produtos na indústria de alimentos: Estudo de caso em um fabricante de biscoitos de grande porte. **V CBGDP** Curitiba, PR, Brasil, 2005.

MONTEIRO, M. L. G.; MÁRSICO, E. T.; Teixeira, C. E.; MANO, S. B.; JÚNIOR, C. A. C.; VITAL, H. de C. Shelf life of refrigerated tilapia fillets (*Oreochromis niloticus*) packed in modified atmosphere and irradiated. *Ciência Rural*, v.42, n.4, abr, 2012.

MOREIRA, I. S.; SOUSA, F. C.; FEITOSA, M. K. S. B.; FERRAZ, R. R.; MATOS, A. S. Avaliação microbiológica e nutricional de biscoito e pão de mel. **Revista Verde**, v. 8, n. 1, p. 313-317, jan-mar, 2013.

MORONEY, N.C. et al. Addition of seaweed (*Laminaria digitata*) extracts containing laminarin and fucoidan to porcine diets: Influence on the quality and shelf-life of fresh pork. **Meat Science**, Estados Unidos, v. 92, n. , p.423-429, 2012.

MOTA, N.S.; FIGUEIREDO, T. V. B.; MACHADO, B. A. S.; DRUZIAN, J. I. MACROALGAS MARINHAS COMESTÍVEIS: TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS. **Cadernos de Prospecção**, vol.7, n.2, p.118-129, 2014.

MOTA, Natana Sá. **Valor nutricional das macroalgas marinhas *Ulva fasciata*, *Gracilaria cornea* e *Sargassum vulgare*, coletadas no litoral da bahia, brasil**. 2011. 124 f. Dissertação (Mestre) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Departamento de Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

MOURA, L. B. Avaliação do rendimento de filé e da composição lipídica do camarão nativo (*Penaeus schmidt*) e o cultivado (*Litopenaues vannamei*). 2004. 95 f. **Dissertação (Mestrado**

em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2004.

MPA. Ministério de Pesca e Aquicultura (2010). **Censo Aquícola Nacional: Ano 2008**. Disponível em: http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Censo_maio2013-2.pdf. Acesso em 23 nov. 2013.

NAGAI, T. & YUKIMOTO, T. Preparation and functional properties of beverages made from sea algae. **Food Chemistry**, 81(3), 327–332, 2003.

NAYLOR, J. Production, Trade and Utilization of Seaweeds and Seaweed Products. FAO Fisheries Technical Paper. Rome: **Food and Agriculture Organization**, n. 159, 1976.

NEIVA, C. R. P. **Valor agregado x qualidade do pescado**. Disponível em: <http://www.pesca.sp.gov.br/textos.php>. Acesso em: 05 jun. 2014.

NEORI, A., KROM, M.D., ELLENR, S.P., BOYD, C.E., POPPER, D., RABIONOVITCH, R., DAVISON, P.J., DVIR, O., ZUBER, D., UCKO, M., ANGEL, D., GORDEN, H. Seaweed biofilters as regulators of water quality in integrated fish-seaweed culture units. **Aquac.** 141, 183–199, 1996.

NEORI, A., MSUYA, F.E., SHAULI, L., SCHEUNHOFF, A., KOPEL, F., SHPIGEL, M. A novel three-stage seaweed (*Ulva lactuca*) biofilter design for integrated mariculture. **J. Appl. Phycol.** 15, 543–553, 2003.

NEORI, A., RAGG, N.L.C., SHPIGEL, M. The integrated culture of abalone, seaweed, fish and clams in a modular intensive land-based system: II performance and nitrogen partitioning within an abalone (*Haliotis tuberculata*) and macroalgae culture system. **Aquac. Eng.** 17, 215–239, 1998.

NEORI, A., SHPIGEL, M., BEN-EZRA, D. A sustainable integrated system for culture of fish, seaweed and abalone. **Aquac.** 186, 279–291, 2000.

NETO, A. C.; SILVA, C. G. M.; STAMFORD, T. L. M. Enterotoxigenic *Staphylococcus* in nature and processed foods in state of Pernambuco, Brazil. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** vol.22 no.3 Campinas Sept./Dec. 2002.

NOGUCHI, T., MATSUI, T., MIYAZAWA, K., ASAKAWA, M., IIJIMA, N., SHIDA, Y. Poisoning by the red alga “Ogonori” (*Gracilaria verrucosa*) on the Nojima coast Yokohama, Kanagawa Prefecture, **Japan. Toxicon**, 32, 1533-1538, 1994.

NORONHA, J. F. **Apontamentos de análise sensorial**, Coimbra, 2003. Disponível em <http://www.esac.pt/noronha/A.S/Apontamentos/sebenta_v_1_0.pdf>, Acesso em 14 jun. 2014.

NORRIE, J. **Advances in the use of *Ascophyllum nodosum* seaplant extracts for crop production**. Laboratory and Field Research. Acadian Seaplants Ltd., Dartmouth, Nova Scotia, Canada. 2008. Disponível em: <<http://www.fluidfertilizer.com/>>. Acesso em: 14.set.2013.

NOSEDA, B.; TARIQUL ISLAM, M. D.; ERIKSSON, M.; HEYNDRIKX, M.; REU, K. DE; LANGENHOVE, H. V.; DEVLIEGHERE, F. Microbiological spoilage of vacuum and modified atmosphere packaged Vietnamese *Pangasius hypophthalmus* fillets. **Food Microbiology**. n.30, p. 408-419, 2012.

O'DOHERTY, J. V., DILLON, S., FIGAT, S., CALLAN, J. J., & SWEENEY, T. The effects of lactose inclusion and seaweed extract derived from *Laminaria* spp. on performance, digestibility of diet components and microbial populations in newly weaned pigs. **Animal Feed Science and Technology**, 157(3–4), 173–180, 2010.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Química do pescado**. In: OGAWA, M.; MAIA, E. L. Manual de Pesca: Ciência e Tecnologia do Pescado. São Paulo: Varela, 1999. v. 1, cap. 4, p. 27-71.

OLIVEIRA, E. C. ; HORTA, P. A; AMÂNCIO, C. E.; SANT'ANNA, C. L. (2010). Algas e angiospermas marinhas bênticas do litoral brasileiro: diversidade, exploração e conservação. Disponível em http://www.plantas_marinhasbrasil.pdf. Acesso 23 set 2013.

OLIVEIRA, E.C. Algas marinhas: um recurso ainda pouco explorado pelo Brasil. **Panorama da Aquicultura**, v. 6, n. 7, p. 24-26, 1997.

OLIVEIRA, P. R.; JESUS, R. S.; BATISTA, G. M.; LESSI, E. Sensorial, physicochemical and microbiological assessment of pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) during ice storage. **Braz. J. Food Technol.** Campinas, v. 17, n. 1, p. 67-74, jan./mar. 2014

OLIVEIRA, S. N.; RODRIGUES, M. C. P. Papel da análise sensorial como ferramenta de apoio no processo de desenvolvimento de produtos alimentícios. **Revista Educação Agrícola Superior**, São Paulo, v.26, n.1, p.40-44, 2011.

OLIVO, R. **O Mundo do Frango: Cadeia Produtiva da Carne de Frango**. Criciúma, SC: Editora do autor, 2006.

ORNELLAS, L. H. **Técnica e dietética, seleção e preparo de alimentos**. Editora Atheneu. São Paulo, 8ª edição, 296p., 2006.

PASSOS, M. H. C. R.; KUAYE, A. Y. Influence of the formulation, cooking time and final internal temperature of beef hamburgers on the destruction of *Listeria monocytogenes*. **Food Control**, v. 13, n. 1, p. 33-40, 2002.

PATARRA, A.R.F. Pesquisa de Ácidos Gordos em macroalgas marinhas do litoral dos Açores. **Dissertação de mestrado**. Universidade do Porto, 2008.

PELÍCIA, K. Alternative Calcium Source Effects on Commercial Egg Production and Quality. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.9 / n.2 / 105 – 109, Apr – Jun, 2007.

PELLIZZARI, F. & REIS, R.P. Seaweed cultivation on the Southern and Southeastern Brazilian Coast. **Revista brasileira de farmacognosia** 21 (2): 305-312, 2011.

PERDONCINI, G.; FERREIRA, J. I.; LIMA, L. M.; ROCHA, D. T.; TEJKOWSKI, T. M.; PINTO, A. T.; NASCIMENTO, V. P. SALMONELLA SPP. EM OVOS PRODUZIDOS EM SISTEMA AGROECOLÓGICO. **Revista Agrocientífica**, v. 1, n. 1, p. 33-42, jan./jun. 2014.

PEREIRA, A. S. C. (2005). **Novas tecnologias de embalagens para produtos cárneos**. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br>>. Acesso em: 15 jul. 2014.

PEREIRA, C. A.; CARLI, L.; BEUX, S.; SANTOS, M. S.; BUSATO, S. B.; KOBELNIK, M.; BARANA, A. C. Utilização de farinha obtida a partir de rejeito de batata na elaboração

de biscoitos. **Publ. UEPG Ci. Exatas Terra**, Ci. Agr. Eng., Ponta Grossa, 11 (1): 19-26, abr. 2005.

PEREIRA, L (2009). **Extração, caracterização e utilização das carragenanas**. Disponível em <http://www.cienciaviva.pt/rede/oceanos.pdf>. Acesso em 12 nov. 2014.

PEREIRA, R. T. L.; PAULA, E. J. de. Cultivo de Algas - Da "Marinomia" à Maricultura da Alga Exótica, *Kappaphycus alvarezii* para produção de carragenanas no Brasil. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, n. 48, p.78-85, 13 jul. 1998. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/48/ALGAS.asp>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

PERES, J. C. F.; CARVALHO, L. R.; GONZALEZ, E.; BERIAN, L. O. S.; FELICIO, J. D. **Avaliação de atividade antifúngica de extratos de macroalgas marinhas**. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 36, n. 3, p. 294-299, maio/jun., 2012.

PIÑERO, M. P. et al. Effect of oat's soluble fibre (β -glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. **Meat Science**, v. 80, n. 3, p. 675-680, 2008.

PINTO, C. F.; MALTA, H. L.; CRUZ, R. S. (2011). **Desenvolvimento e avaliação de biscoito enriquecido com fibra de caju**. Disponível em: <http://www2.uefs.br/semic/upload/2011/2011XV-031CAT157-150.pdf> Acesso em 01 fev. 2015.

PIRES, V. C. F.; CALADO, C. M. B.; SANTOS, K. M. de A. Dos.; ALBUQUERQUE, A. P.; FLORENTINO, E. R. Caracterização físico-química da macroalga *Gracilaria birdiae*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 52., 2012, Recife. **Trabalho**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Química, 2012. v. 1, p. 1 - 1. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/10/1493-13804.html>>. Acesso em: 14 out. 2013.

PIZATO, S.; Efeito da aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação de maçãs 'Royal Gala' minimamente processadas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p.253-265, jan. 2013.

PLASTINO, E.M & COSTA, V.L. Ultrastructure of vegetative branches of the red macroalgae *Gracilaria* sp. (Gracilariales). **Acta Microscopica** 8: 793-794, 1999.

PLAZA, M., CIFUENTES, A., & IBANEZ, E. In the search of new functional food ingredients from algae. **Trends Food Science and Technology**, 19, 31, 2008.

PRABHASANKAR, P.; GANESAN, P.; BHASKAR, N.; HIROSE, A.; STEPHEN, N.; GOWDA, L. R.; HOSOKAWA, M.; MIYASHITA, K. Edible Japanese seaweed, wakame (*Undaria pinnatifida*) as an ingredient in pasta: Chemical, functional and structural evaluation. **Food Chemistry**, Canadá, v. 115, p.501-508, 2009.

RAGAERT, P.; VERBEKE, W.; DEVLIEGHERE, F.; DEBEVERE, J. Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits. **Food Quality and Preference**, Essex, v. 15, n. 3, p. 259-270, 2004.

RAMAZANOV, M.J.D.R., GARCIA-REINA, G. Optimization of yield and biofiltering efficiencies of *Ulva rigida* C. Ag. cultivated in *Sparus aurata* L. waste waters. **Sci. Mar.** 58, 329–335, 1994.

RANDALL, D.J., TSUI, T.K.N. Ammonia toxicity in fish. **Mar. Pollut. Bull.** 45, 17–23, 2002.

RANDALL, D.J., WRIGHT, P.A. Ammonia distribution and excretion in fish. **Fish Physiol. Biochem.** 3, 107–120, 1987.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. (1996). **Algas verdes, vermelhas e pardas**. Disponível em: <http://www.cienciasbiologicas.hpg.ig.com.br/algasciano.htm>. Acesso em 27 ago 2013.

RIBEIRO, A. S.; GUBERT, E. C. C.; BRUM, A. A. S.; ZIEGLER, V.; OLIVEIRA, M. S.; PREICHARDT, L. D. Elaboração de biscoito adicionado de polpa de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos (CT)** v. 06, n. 2: p. 342-353, 2013.

ROBERTSON, G. L. Modified atmosphere packaging. In: ROBERTSON, G. L. **Food packaging: principles and practice**. 2006. Disponível em: <<http://books.google.com.br>>. Acesso em: 12 jul. 2014.

ROCHA, A. et al. Análise sensorial de produto reestruturado (hambúrguer). **Cadernos Temáticos MEC**, n. 25, p. 21-24, 2010.

ROCHA, H.A.O.; ALVES, L.G.; LEITE, E.L. **Aproveitamento integral de algas marinhas** (Capítulo 4.10 – p. 454-463). In: GONÇALVES, A. A. (Ed.). *Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação*. São Paulo, SP: Atheneu, 608 p., 2011.

ROSA, A. F. **Estudo proteômico do efeito da atmosfera modificada na estabilidade da cor e na vida útil da carne suína acondicionada em embalagens de transporte tipo masterpack sob refrigeração**. 2009. 103 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

ROSA, C. A. da; FERRANDIN, D. C.; SOUSA, M. M. de. **DESENVOLVIMENTO DE NUGGETS DE FILÉ E POLPA DE TILÁPIA COM ADIÇÃO DE LINHAÇA (*Linum usitatissimum* L.)**. 2012. 75 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª ed. UFV, Imprensa Universitária, Viçosa, 252p. 2011.

RUPÉREZ, P. Mineral content of edible marine seaweeds. **Food Chemistry**. 79, 23–26. 2002.

RUPÉREZ, Pilar; GÓMEZ-ORDÓÑEZ, Eva; JIMÉNEZ-ESCRIG, Antonio. Dietary fibre and physicochemical properties of several edible seaweeds from the northwestern Spanish coast. **Food Research International**, Estados Unidos, n., p.2289-2294, 2010.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos**. 1ª ed., Jaboticabal: Fundação de Apoio à Pesquisa, Ensino e Extensão – FUNEP, 283 p. 2007.

SALGADO, R. L. **Efeito de embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de pargo (*Pagrus pagrus*)**. Dissertação. Faculdade de Veterinária, Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2006.

SALLES JP, SCHERNER F, FANGANIELLO M, BOUZON ZL, HORTA PA Cultivo de algas nativas *Gracilaria domingensis*(Rhodophyta) no Sul do Brasil. *Braz Arc Biol Tecno* 53 : 633-640, 2010.

SÁNCHEZ-MACHADO, D.I., LÓPEZ-HERNÁNDEZ, J. E PASEIRO- LOSADA, P. Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. **Food Chemistry**. 85, 439–444, 2004.

SANTANA, F. C.; SILVA, J. V.; SANTOS, A. J. A. O.; ALVES, A. R.; WARTHA, E. R. S. A.; MARCELLINI, P. S.; SILVA, M. A. A. P. Desenvolvimento de biscoito rico em fibras elaborado por substituição parcial da farinha de trigo por farinha da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* flavicarpa) e fécula de mandioca (*Manihot esculenta* crantz). **Alim. Nutr.**, Araraquara v. 22, n. 3, p. 391-399, jul./set. 2011.

SANTOS, C. A.; RIBEIRO, R. C.; SILVA, E. V. C.; SILVA, N. S.; SILVA, B. A.; SILVA, G. F.; BARROS, B. C. V. Elaboration of biscuit flour buriti (*Mauritia flexuosa* L. F) without added oat (*Avena sativa* L.). **Rev. Bras. de Tec. Agroind.** v. 05, n. 01: p. 262-273, 2011.

SANTOS, F. L.; LIMA-ARAÚJO, K. G. de; ROCHA-LEÃO, M. H. M. da.; SANTOS, B. N. C; ANDRADE, C. T. Composição centesimal da alga *Kappaphycus alvarezii*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FICOLOGIA, 14., 2012, João Pessoa. **Trabalho de Congresso**. João Pessoa: SBFIC, 2012. p. 1 - 5.

SANTOS, H. A. S.; LOURENÇO, J. A.; WIEGANDS, M. C.; PENAFORT, J. M.; IGARASHI, M. A. (2013). Aspectos do cultivo de algas marinhas com vistas a sustentabilidade da atividade. Disponível em: <http://www.almanaquedocampo.com.br/imagens/files/algas%20cultivo.pdf> Acesso em 10 de Fev. de 2015

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. Embalagens para vegetais minimamente processados – Fresh Cut. **Boletim de Tecnologia e Desenvolvimento de Embalagens**, v. 9, n. 5, p. 4, 1997.

SCHERING-PLOUGH Animal Health Corp. **Aquaculture Centre**, 556 Morris Ave Summit NJ 07901 USA. Disponível em: <<http://www.spaquaculture.com>>. Acesso em: 20 out. 2013.

SCHERR, C.; RIBEIRO, J. P. Influência do modo de preparo de alimentos na prevenção da aterosclerose. **Rev. Assoc. Med. Bras.** vol.59 no.2 São Paulo Mar./Apr. 2013.

SEABRA, L. M. J.; DAMASCENO, K. S. F. S. C.; ANDRADE, S. A. C.; DANTAS, M. M. G.; SOARES, N. K.M.; PEDROSA, L.F.C. Edect of Rosemary on the quality characteristics of White shrimp (*Litopenaeus vannamei*). **Journal of Food Quality**, n.34, p. 363-369, 2011.

SEAFOOD+ (2008). **Sea food plus**. Disponível em: www.seafoodplus.org/fileadmin/files/news/2004-01-22SFRTD1launchBrussels.pdf. Acesso em 12 set. 2013.

SEPÚLVEDA, M. C. (2015). **Produtos das macroalgas marinhas**. Disponível em: <http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/revistas/15/macroalgas.asp> Acesso em 15 de mar. de 2015.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS (SBRT). **Análise Sensorial**. CETEC - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 2007. Disponível em: <http://www.sbirt.ibict.br/upload/sbirt5887.pdf>. Acesso em 18 jun. de 2014.

SILVA, C. P.; GARCIA, K. G. V.; SILVA, R. M.; OLIVEIRA, L. A. A.; TOSTA, M. S. Desenvolvimento inicial de mudas de couve-folha em função do uso de extratos de algas (*Ascomyllum nodosum*). **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, Mossoró - RN, v.6, n.1, p. 07 – 11, 2012.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.C.; SILVEIRA, N.F.A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R.F.S. dos; GOMES, R.A.R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4Ed. São Paulo: Livraria Varela, 2010.

SILVA, S. R.; FERNANDES, E. C. S. Aproveitamento da corvina (*Argyrosomus regius*) para elaboração do fishburger. **Cad. Pesq.**, São Luís, v. 17, n. 3, set/dez. 2010.

SILVA, T. P. Características produtivas e físico-químicas de frutos de morangueiro orgânico cultivado com o uso de extrato de algas. **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba – PR, 2011.

Silva, J. S. B. Desenvolvimento de um produto com valor agregado: nuggets de camarão recheado com queijo provolone. **Monografia** (Graduação em Engenharia de Pesca), Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró: 34 p., 2013.

SIVERTSVIK, M.; JEKSRUD, W. K.; ROSNES, J. T. A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products-significance of microbial growth, activities and safety. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 37, n. 2, p. 107-127, 2002.

SMITH, J. P. et al. Developments in food packaging technology. Part II: storage aspects. **Trends in Food Science e Technology**, v. 1, p. 111-118, 1990.

SOARES, L. P.; FUJII, M. T. Novas ocorrências de macroalgas marinhas bentônicas no estado de Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, n.3, p.557-570, 20 jul. 2012.

SOCOL, M.C.H. et al. Effects of modified atmosphere and vacuum on the shelf life of tilapia fillets. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.8, n.1, p.7-15, 2005.

SOMBRI, P. S.; PRUDÊNCIO, E. S.; AMBONI, R. D. M. C.; BARRETO, P. L. M.; AMANTE, E. R. Avaliação tecnológica, microbiológica, química e física de conservas de mexilhões (*Perna perna*) embaladas a vácuo. **B.CEPPA**, Curitiba v. 26, n. 2, p. 277-286, jul./dez. 2008.

SOUSA, A. M. M. DE. **Aplicação de biopolímeros extraídos de algas na produção de embalagens biodegradáveis**. 2008. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Porto, Portugal, 2008.

STADNIK, M. J. **Potencial biotecnológico de algas para uso agrícola**. Oficina de trabalho potencial biotecnológico das macroalgas marinhas. Angra dos Reis, RJ, 2005, p. 13.

STADNIK, M. J. **Uso potencial de algas no controle de doenças de plantas**. In: VIII Reunião de controle biológico de fitopatógenos, Cepec, Ilhéus, p. 70-74. 2003.

STIRK, W. A., NOVAK, M. S., VAN STADEN, J. **Cytokinins in macroalgae**. **Plant Growth Regulation**, n. 41, 2003, p. 13-24.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. London: Academic Press. 311p., 2004.

TABARSA, M. REZAEI, M. RAMEZANPOUR, Z. ROBERTWAALAND. J. Chemical compositions of the marine algae *Gracilaria salicornia* (Rhodophyta) and *Ulva lactuca* (Chlorophyta) as a potential food source. **Journal Science Food Agriculture**, 2012.

TALAMINI, V.; STADNIK, M. J. **Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas**. In: STADNIK, M. J.; TALAMINI, V. **Manejo ecológico de doenças de plantas**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, cap. 3, 2004, p.45-62.

TAVARES, M.; GONCALVES, A.A. **Aspectos Físico-Químicos do Pescado**. In: GONÇALVES, A. A. (Ed.). **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo, SP: Atheneu, 608 p., 2011.

TEIXEIRA, C.E. **Avaliação do efeito combinado dos processos de irradiação e atmosfera modificada na qualidade bacteriológica, físico-química e sensorial do filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) resfriado**. 2009. 119f. Tese (Doutorado em Higiene Veterinária) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; & BARBETTA, P. A. **Análise Sensorial de Alimentos**. Série Didática. Florianópolis: Editora UFSC, 1987, p 18 - 102.

THURSTON, R.V.; RUSSO, R.C. Acute toxicity of ammonia to rainbow trout. T. **Am. Fish. Soc.** 112, 696–704, 1983.

TOLDRÁ, F. & REIG, M. Innovations for healthier processed meats. **Trends in Food Science and Technology**, 22(9), 517–522, 2011.

TORRIERI, E.; CARLINO, P. A.; CAVELLA, S.; FOGLIANO, V.; ATTIANESE, I.; BUONOCORE, G. G.; MASI P. Effect of modified atmosphere and active packaging on the shelf-life of fresh bluefin tuna fillets. **Journal of Food Engineering** n.105, p. 429–435, 2011.

TROELL, M., HALLING, C., NEORI, A., CHOPIN, T., BUSCHMANN, A.H., KAUTSKY, N., YARISH, C. Integrated mariculture: asking the right questions. **Aquac.** 226, 69–90, 2003.

UGARTE, R. A.; SHARP, G.; MOORE, B. **Changes in the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. Plant morphology and biomass produced by cutter rake harvests in southern New Brunswick, Canada.** *Journal of Applied Phycology*, v. 18, n. 3-5, p. 351-359, 2006.

VASCONCELOS, B. M. F. & GONÇALVES, A. A. Macroalgas e seus usos – alternativas para as indústrias brasileiras. **Revista Verde** (Mossoró – RN - BRASIL), v. 8, n. 5, p. 125 - 140, (Edição Especial) dezembro, 2013.

VAN GINNEKEN, V. J.T.; HELSPER, J.P.F.G.; VISSER, W. DE; KEULEN, H. VAN; BRANDENBURG, W.A. Polyunsaturated fatty acids in various macroalgal species from north Atlantic and tropical seas. **Lipids In Health And Disease**, Estados Unidos, n. , p.1-8, set. 2011. Disponível em: <http://www.lipidworld.com/content/10/1/104>>. Acesso em: 23 set. 2013.

VEIT, J. C.; FREITAS, M. B.; REIS, E. S.; MOORE, O. Q.; FINKLER, J. K.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Desenvolvimento de bolos contendo peixe. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 23, n. 3, p. 427-433, jul./set. 2012.

VIDOTTI, E.C.; ROLLEMBERG, M.C.E. Algas: da economia nos ambientes aquáticos à biorremediação e à química analítica. **Química Nova**, v. 27, n. 1, p.139-145, 2004.

VIEIRA, R.H.S.F. **Microbiologia do pescado** (Capítulo 1.4 – p. 33-42). In: GONÇALVES, A. A. (Ed.). *Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação*. São Paulo, SP: Atheneu, 608 p., 2011.

WOOD, J.D. Nitrogen excretion in some marine teleosts. **Biochem. Cell Biol.** 36,1237–1242, 1958.

WRIGHT, P.A. Nitrogen excretion: three end products, main physiological roles. **J. Exp. Biol.** 198, 273–281, 1995.

YAMADA

YAMASAKI, M.; OGURA, K.; HASHIMOTO, W.; MIKAMI, B.; MURATA, K. A structural basis for depolymerization of alginate by polysaccharide lyase family-7. **Journal of Molecular Biology**, v. 352, p. 11-21, 2005.

ZHOU, G.F.; SUN, Y.; XIN, H.; ZHANG, Y.; LI, Z.; XU, Z. “In vivo” antitumor and immunomodulation activities of different molecular weight lambda-carrageenans from *Chondrus Ocellatus*. **Pharmac. Res.**, v. 50, p. 47-53, 2004.

ZHOU, G.F.; XIN, H.; SHENG, W.; SUN, Y.; LI, Z.; XU, Z. “In vivo” growth-inhibition of S180 tumor by mixture of %-Fu and low molecular lambda-carrageenan from *Chondrus Ocellatus*. **Pharmac. Res.**, v. 51, p. 153-157, 2005.

ZUBIA, M., FABRE, M. S., KERJEAN, V., LANN, K. L., STIGER-POUVREAU, V., FAUCHON, M., et al. Antioxidant and antitumoural activities of some Phaeophyta from Brittany coasts. **Food Chem.**, 116(3), 693–701, 2009.

ZUNIGA, A. D. G.; COELHO, A. F. S.; FERREIRA, E. M. S.; RESENDE, E. A.; ALMEIDA, K. M. Avaliação da vida de prateleira de biscoito de castanha de caju tipo integral. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 3, p.251-256, jun. 2011.