

Tiago André da Silva Madeira

**Estudo da inclusão de macroalgas em massas
alimentícias e estudo da concentração de extratos de
Fucus vesiculosus por ultrafiltração**

Orientador: Professor Rui Costa

Coimbra, 2018

Tiago André da Silva Madeira

Estudo da inclusão de macroalgas em massas alimentícias e estudo da concentração de extratos de *Fucus vesiculosus* por ultrafiltração

Relatório de estágio apresentado à Escola Superior Agrária de Coimbra
para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do
grau de mestre em Engenharia Alimentar

Orientador: Professor Rui Costa

Coimbra, 2018

Agradecimentos

A realização deste trabalho foi possível devido ao apoio, ajuda e colaboração de diversas pessoas sem as quais foram fulcrais para a sua realização.

Gostaria de agradecer ao meu orientador o professor Rui Costa por toda a orientação, ajuda e conhecimentos partilhados ao longo do trabalho. Também fulcral para este trabalho experimental foi a contribuição da Ana Ramalho que sempre me apoiou e sempre esteve disponível para partilhar conhecimentos e ajudar na elaboração de todos os testes.

O apoio do Técnico Jorge Viegas foi determinante para a realização de variados testes, análises e manuseamento de equipamentos essenciais ao projeto.

O professor Licínio Ferreira do Departamento de Engenharia Química foi um apoio importante na realização de todos os testes de filtração que tiveram lugar naquela instituição, a ele o meu muito obrigado.

Também bastante importantes durante os vários meses de estágio foram os meus colegas de laboratório, em particular as minhas colegas Diana Maia, Raquel Borges, Sandrine Ressurreição e o meu colega Paulo Dias com os quais partilhei diversos momentos divertidos bem como me apoiaram em dúvidas que surgiam com o decorrer dos dias de trabalho.

Por último, mas obviamente não menos importante foi o apoio da minha família sem a qual seria impossível completar esta etapa da minha formação. Um muito obrigado aos meus pais e avós que sempre me apoiaram ao longo deste processo.

Este trabalho é cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), através do Acordo de Parceria Portugal 2020 – Programa Operacional Regional do Centro (CENTRO 2020), no âmbito do projeto CENTRO-01-0145-FEDER-023780 HEPA: Alimentação saudável de massa com algas, entidades a quem agradeço e sem as quais seria impossível realizar este projeto.

A todos o meu muito obrigado.



Resumo

As macroalgas marinhas possuem um elevado potencial nutricional e de efeitos bioativos. A sua incorporação na dieta é desejável e pode ser atingida pelo enriquecimento de alimentos já existentes. Os dois estudos aqui apresentados têm o objetivo de estudar a sua incorporação em massas alimentícia usando farinha de alga seca ou extratos aquosos de alga.

O primeiro estudo consistiu no teste da inclusão de algas marinhas *Fucus vesiculosus*, *Ulva rigida*, *Gracilaria sp.* e *Porphyra spp.* em massas alimentícias. Foram testadas concentrações de 1, 5,5 e 10% por substituição da sêmola e estudada a sua influência em indicadores de qualidade deste tipo de produtos. Conclui-se que a adição de algas nas massas é viável e que a mesma terá influência positiva na textura em cru o mesmo não se verificando no fim de cozinhado.

O segundo estudo consistiu na otimização das condições de filtração tangencial. Este estudo foi realizado com extratos de *Fucus* obtidos com a proporção de alga:água de 1:20 e sua filtração tangencial.

Foram determinados os vetores de tempo-temperatura a usar na produção do extrato bem como as membranas, velocidades de extração e pressões. Os extratos filtrados foram testados quanto aos seus valores de pH, teor de sólidos, turbidez, massa volúmica e viscosidade bem como a sua cor. É impossível traçar uma linha conclusiva quanto ao efeito dos cut-off de membrana nas amostras obtidas.

Palavras-Chave

- Macroalgas
- Massas alimentícias
- Ultrafiltração
- Membranas
- Extratos

Abstract

Marine macroalgae have a high nutritional potential and bioactive effects. Its incorporation into the diet is desirable and can be achieved by the enrichment of existing foods. The two studies presented here aim to study their incorporation into pasta using dry seaweed flour or aqueous extracts of seaweed.

The first study consisted in the test of the inclusion of *Fucus vesiculosus*, *Ulva rigida*, *Gracilaria sp.* and *Porphyra spp* seaweed in pasta. Concentrations of 1, 5.5 and 10% were tested by substitution of the semolina and its influence on the quality indicators of this type of products was studied. It was concluded that the addition of algae in the masses is feasible and that it will have a positive influence on the texture in raw the same not being verified at the end of cooking.

The second study consisted in optimizing the tangential filtration conditions. This study was carried out with *Fucus* extracts obtained with the proportion of algae: 1:20 water and its tangential filtration.

The time-temperature vectors to be used in the production of the extract as well as the membranes, extraction speeds and pressures were determined. The filtered extracts were tested for their PH values, solids content, turbidity, density and viscosity as well as their color. It is impossible to draw a conclusive line regarding the effect of the membrane cut-off in the samples obtained.

Key-Words

- Macroalgae
- Pasta
- Ultrafiltration
- Membranes
- Extracts

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abstract.....	v
Índice de figuras	viii
Índice de tabelas	ix
Capítulo I – Estudo da inclusão de macroalgas em massas alimentícias	1
1. Introdução.....	2
1.1 Massas Alimentícias	2
1.2 Qualidade do produto	3
1.3 Algas marinhas	8
2. Objetivos.....	15
3. Materiais e Métodos	16
3.1 Formulação e preparação de massa alimentícia	16
3.2 Testes de secagem	18
3.3 Capacidade de Retenção de Água	19
3.4 Determinação do tempo de cozedura ótimo (AACC 66-50).....	20
3.5 Perdas na cozedura (AACC 66-50)	20
3.6 Ganho de peso na cozedura (AACC 66-50)	21
3.7 Análise de textura	21
3.8 Análise estatística de dados	22
4. Resultados e Discussão.....	23
4.1 Capacidade de Retenção de Água	23
4.2 Formulação	24
4.3 Testes de secagem das massas com algas.....	26
4.4 Perdas de sólidos solúveis e aumento de peso da massa na cozedura.....	27
4.5 Testes de textura	29

5. Conclusão	34
Capítulo II - Concentração de extrato de <i>Fucus vesiculosus</i> por filtração tangencial....	36
1. Introdução.....	37
1.1 Extratos de <i>Fucus vesiculosus</i>	37
1.2 Filtração	38
2. Objetivos.....	51
3. Materiais e Métodos	52
3.1 Preparação de extratos de alga.....	52
3.2 Sistema de Membrana e condições estudadas	53
3.3 Tipo de membranas	54
3.4 Operações de limpeza.....	54
3.5 Análises físicas	55
3.6 Análise estatística	59
4. Resultados e Discussão.....	60
4.1 Rendimento do processo de extração	60
4.2 Permeabilidade da membrana à água	62
4.3 Testes de perda de fluxo de permeado.....	63
4.4 Análises físicas	65
5. Conclusão	77
Bibliografia.....	78
Anexos.....	85
Anexo I – Ficha técnica da alga <i>Gracilaria</i>	86
Anexo II – Ficha técnica da alga <i>Fucus</i>	90
Anexo III – Ficha técnica da alga <i>Ulva</i>	94
Anexo IV– Ficha técnica da alga <i>Porphyra</i>	98
Anexo V – Coeficientes de correlação de Pearson para o extrato filtrado	102
Anexo VI – Coeficientes de correlação de Pearson para o extrato retido (parte 1)	103

Anexo VII – Coeficientes de correlação de Pearson para o extrato retido (parte 2)	104
Anexo VIII – Coeficientes de correlação de Pearson para as massas com algas e controlo	105

Índice de figuras

Figura 1 - Fluxograma de produção	17
Figura 2 - Esquema do processo de filtração por membrana	39
Figura 3 – Modos de operação de filtração	41
Figura 4 - Quebras de caudal ao longo do tempo	42
Figura 5 – Esquema das morfologias de uma membrana.....	43
Figura 6 - Esquema de membrana em placa.....	44
Figura 7 - Esquema de membrana em cartucho espiral.....	45
Figura 8 - Esquema de um módulo tubular	45
Figura 9 - Diferentes cut-off dos vários tipos de membrana	46
Figura 10 - Esquema do sistema de membrana utilizado	53
Figura 11 – Rendimento das extrações de <i>Fucus vesiculosus</i>	61
Figura 12 - Curva de permeabilidade membrana 150kDa.....	62
Figura 13 - Curva de permeabilidade membrana 50kDa.....	63
Figura 14 - Perdas de fluxo na membrana de 150kDa	64
Figura 15 - Perdas de fluxo na membrana de 50kDa	64

Índice de tabelas

Tabela 1 - Características texturais.....	6
Tabela 2 - Capacidades de retenção de água	23
Tabela 3 - Formulações Utilizadas na produção das massas alimentícias	25
Tabela 4 – Teor de água das massas ao fim de 2 horas de secagem a 55°C.....	26
Tabela 5 – Ganho de massa e perda de sólidos na cozedura	28
Tabela 6 - Parâmetros de textura das massas alimentícias	32
Tabela 7 - Análise estatística aos testes de textura.....	33
Tabela 8 - Processos de separação por membranas	40
Tabela 9 - Características das membranas utilizadas	54
Tabela 10 - Tabela resumo das análises aos extratos	66
Tabela 11 - Análise de cor à solução filtrada	69
Tabela 12 - Análise de cor à solução retida.....	70
Tabela 13 – Massa volúmica e viscosidade dos extratos analisados.....	71
Tabela 14 - Análise estatística da solução de filtrado	73
Tabela 15 - Análise estatística da solução de retido.....	74

Capítulo I – Estudo da inclusão de macroalgas em massas alimentícias

1. Introdução

1.1 Massas Alimentícias

As massas alimentícias representam uma das bases da alimentação em grande parte do mundo apresentando-se de diversas formas, desde o tradicional espaguete até receitas mais elaboradas como ravioli ou lasanha. Mais de 40% dos produtos que tem como matéria prima o trigo são tipos de massas alimentícias tendo estas se tornado um dos pilares básicos da cadeia alimentar de grande parte dos países do continente asiático (Crosbie, 1991). Uma das razões para a grande popularidade das massas alimentícias passa pelo seu baixo preço, fácil preparação, versatilidade, características organolépticas e a sua grande facilidade de conservação devido ao baixo teor de humidade.

Este alimento é tradicionalmente preparado com sêmola de trigo duro uma vez que este apresenta as melhores características para a sua produção.

As massas alimentícias possuem um complexo sistema de macronutrientes consistindo de proteínas, carboidratos e lípidos (Kill, 2001) resultantes do uso da sêmola de trigo duro. Este ingrediente utilizado na produção de massa alimentícia tem como principais componentes nutricionais a proteína e o amido, onde este último representa entre 78 a 82% dos componentes presentes na farinha. Estes dois agentes desempenham um papel preponderante em todo o processo confeção da massa bem como nas suas qualidades organolépticas respetivamente, as proteínas do trigo duro têm um efeito funcional, as gliadinas, proteínas monoméricas do glúten, conferem a viscosidade necessária à massa crua enquanto que as proteínas poliméricas do glúten são responsáveis pela elasticidade da mesma (Veraverbeke et al., 2002; Don et al., 2005; Marchetti et al., 2012).

O amido de milho apresentasse como um *filler* na rede glúten proteica, a sua relativamente baixa temperatura de gelatinização permite que as massas sejam cozinhadas facilmente e ao mesmo tempo mantenham as suas propriedades de textura.

Devido às transformações físicas resultantes do processo de produção e moldagem da massa é formada uma matriz de proteína que encapsula o amido presente na sêmola o que contribui positivamente para a estrutura e coesão do produto final (Dexter et al., 1978; Resmini e Pagani, 1983).

Esta capacidade de formação de uma rede é uma habilidade intrínseca do glúten presente no produto. Mesmo antes da secagem a altas ou baixas temperaturas a glutamina (subunidade do glúten) está habilitada para a formação desta estrutura molecular. Estas redes são transientes uma vez que têm origem num entrelaçar dos polímeros formados por esta subunidade bem como reações de troca dinâmicas de tiol-dissulfito. (Veraverbeke et al., 2002)

1.2 Qualidade do produto

Vários estudos tiveram como objetivo determinar quais os parâmetros que influenciam a qualidade da massa processada bem como do produto final. Uma massa corretamente cozinhada tem como definição comum o termo *al dente*, caracteriza-se como sendo um produto firme e resiliente, que não apresenta grandes perdas ao ser cozinhado e que possui uma superfície pouco colante (Dexter et al., 1985; Sissons et al., 2005; Wood et al., 2001). Estudos evidenciam que consumidores regulares de massa conseguem diferenciar produtos que tiveram como sua matéria prima diferentes espécies de trigo unicamente pelas suas características organoléticas (Toyokawa et al., 1989).

Os fatores que podem influenciar a qualidade de uma massa alimentícia antes e depois de cozinhada são bastante variados e podem ter a sua origem na produção do produto em si, tais como a qualidade do trigo usado, ou podem-se evidenciar na etapa de cozedura do produto por parte do consumidor final. São exemplos disso o tempo de cozedura, as perdas nesta etapa de confeção, o ganho de peso através da absorção de água, a sua textura no fim de cozinhadas, entre outras.

É por isto da maior importância o estudo destes diversos fatores influenciadores da qualidade do produto final durante o processo de testes e desenvolvimento de um novo produto neste sector de mercado.

1.2.1 Secagem de massas

Tradicionalmente este produto é seco a temperaturas a abaixo de 60°C. No entanto, com o avanço da tecnologia, uma das técnicas usadas atualmente na indústria de produção de massas alimentícias envolve a secagem a altas temperaturas do produto cru (Pollini, 1996; Conde-Petit, 2003). Estas temperaturas situam-se em valores superiores a 60°C e são combinadas com humidades relativas de 74% a 90%. O produto poderá ser exposto a este binómio de temperatura/humidade quer no início do processo de secagem, quando este possui um teor de humidade de cerca de 30% (m/m), ou no fim do processo de secagem onde preferencialmente o mesmo se encontra perto dos 15%, ou seja, o produto possui uma humidade relativa baixa (Resmini e Pagani, 1983; Zweifel et al., 2003).

Vários estudos indicam que uma combinação destes dois fatores, secagem a altas temperaturas e uma baixa humidade relativa do produto, contribuem muito positivamente para uma textura firme e uma baixa adesividade da massa alimentícia no fim de cozinhada (Baiano e Del Nobile, 2006; Dexter et al., 1981; Dexter et al., 1983; Zweifel et al., 2003).

A qualidade dos produtos obtidos através destas duas temperaturas de secagem vai estar dependente de fatores diferentes. No caso da secagem a baixas temperaturas o principal responsável pelas características favoráveis do produto final será a qualidade do glúten da sêmola que está a ser utilizada (Lucisano, 2012), em comparação, no caso da secagem a altas temperaturas o fator determinante será a quantidade de proteínas presentes.

O facto de a massa ser sujeita a altas temperaturas de secagem induz um efeito de coagulação no glúten mesmo antes da etapa de cozimento final do produto imediatamente antes de ser consumido, o que vai reduzir a necessidade de existir uma rede forte de glúten no produto em fresco (D'Egidio et al., 1990). Este efeito é especialmente notado no caso de se tratar de um produto produzido através de uma sêmola não tão rica em glúten capaz de formar redes fortes (Cubadda et al., 2007).

No entanto, e apesar de industrialmente a secagem a altas temperaturas ser preferida devido ao seu efeito positivo no combate aos microrganismos presentes no produto e na redução do tempo de secagem, produtos secos a baixas temperaturas continuam a ser bastante comercializados em vários países o que sugere que as condições ótimas de secagem estão, primeiramente, dependentes das características que conferem ao produto

que irão dar resposta as necessidades e desejos dos consumidores a que este se destina (Ogawa, 2017).

Durante este processo de secagem ocorre uma competição entre alguns dos componentes do produto mais especificamente entre a gelatinização do amido presente e as propriedades das proteínas polimerizadas e polimerizadoras. Quando desta competição resulta uma rede de proteínas forte e as partículas de amido se encontram retidas dentro da mesma, obtemos um produto firme e elástico tal como desejado, ao contrário do que ocorre caso esta competição não termine com o resultado desejado, obtendo um produto colante e mole resultado de uma gelatinização exagerada do amido presente (Delcour et al., 2000; Resmini e Pagani, 1983).

Uma massa de boa qualidade deve aumentar o seu peso em cerca de 3 vezes durante o processo de cozedura através da reidratação (Kadam e Prabhasankar, 2012). Um baixo peso depois da cozedura pode indicar a formação de grumos no produto, enquanto que um peso mais elevado depois de cozinhado indica uma grande extensão de gelatinização por parte do amido (Dexter et al., 1983).

1.2.2 Análise de textura

Um dos principais fatores para a determinação da qualidade de uma massa alimentícia são as suas características texturais pois elas dominam na decisão de aceitação por parte do consumidor final (Dexter, 2004).

As diferentes propriedades texturais de um qualquer alimento podem ter diversas definições consoante o tipo de contexto em que são aplicadas. Na Tabela 1 encontra-se uma demonstração dos diversos significados de um mesmo atributo.

Tabela 1 - Características texturais (Li et al., 2017)

Propriedade/Atributo	Fisicamente	Avaliação Sensorial
Dureza/Firmeza (hardness)	Força necessária para ocorrer uma deformação	Força necessária para trincar uma amostra de massa
Adesividade (adhesiveness)	Trabalho necessário para vencer as forças de tensão superficial entre a amostra e a superfície dos dentes	Força necessária para remover a massa que adere ao céu da boca durante o consumo
Elasticidade (springiness)	Taxa a que uma amostra deformada demora a obter a sua condição inicial depois de aplicada a força deformadora	A elasticidade sentida ao mastigar, ajustada a amostra entre a língua e o céu da boca
Coesividade (cohesiveness)	Deformação máxima da amostra imediatamente antes de se atingir o seu ponto de rutura	A adesividade sentida nos dentes durante o mastigar
Gomosidade (gumminess)	Energia necessária para desintegrar uma amostra até um estado que permita o seu deglutir	Elevada densidade que persiste durante o mastigar da amostra; energia necessária para desintegrar uma amostra até um estado que permita o seu deglutir
Mastigabilidade (chewiness)	Energia necessária para mastigar uma amostra até um estado que permita o seu deglutir	O tempo necessário para mastigar uma amostra até um estado que permita o seu deglutir

1.2.3 Análise de cor

Um dos fatores que influenciam a aceitação do produto por parte do consumidor será a cor do mesmo pois é responsável por um dos primeiros impactos e contactos do mesmo com o produto em questão. Uma cor amarela brilhante é associada por parte do consumidor a um produto de boa qualidade e que desperta uma vontade de ser consumido. Esta cor amarela esta também associada como sendo um dos principais vetores de informação quanto a qualidade do trigo usado nos produtos de massa alimentícia (Madhumitha et al., 2011).

No entanto, esta apreciação de cor é subjetiva e difere de consumidor em consumidor, de cultura em cultura, de uma localização geográfica para outra. Como exemplo disto temos as diferenças de aceitação bem como os espectros de cores associados a um produto de qualidade entre dois povos asiáticos de uma zona do globo bastante próxima. Consumidores chineses preferem massas alimentícias, especificamente *noodles*, com uma cor branco clara ou amarelo clara enquanto que os consumidores do Japão preferem os seus *noodles* com uma cor branca cremosa (Li et al., 2017).

De modo a ser possível definir de forma precisa a cor de um qualquer objeto, foi criado o espaço de cor $L^*a^*b^*$ baseado na teoria das cores opostas, ou seja, na teoria de que duas cores não podem ser verdes e vermelhas ao mesmo tempo, ou amarelas e azuis também ao mesmo tempo. Neste modelo a letra L^* representa a luminosidade do objeto, a letra a^* representa as coordenadas vermelho/verde onde valores positivos de a^* indicam uma predominância da cor vermelha enquanto que valores negativos indicam uma presença da cor verde, por fim, a letra b^* representa as coordenadas do eixo amarelo/azul onde valores positivos e negativos representam predominâncias de cores diferente, neste caso, valores positivos indicam a presença de amarelos em oposição aos azuis presentes quando são obtidos valores negativos de b^* .

1.3 Algas marinhas

Uma das principais fontes de muitos recursos naturais essenciais para o homem são os ecossistemas marinhos (Anandhan e Sorna, 2011). Dentro destes sistemas, as algas marinhas ocupam uma posição de base na cadeia alimentar aquática tendo como um dos seus principais papéis na filtração de fósforo e nitrogénio dos ecossistemas aquáticos (Sabater e Carrasco, 2001). Estima-se que existam cerca de 150 mil espécies de macroalgas nos oceanos do globo terrestre. No entanto, apenas uma ínfima parte está identificada e catalogada (Harvey, 1988). As algas marinhas têm vindo cada vez mais a ser apontadas como um dos principais alimentos vegetais tendo em vista o futuro da alimentação humana uma vez que não competem em espaço ou outras culturas terrestres e por isso também promove um estilo de agricultura mais amiga do ambiente, pois não existe a necessidade de se proceder à destruição de habitats naturais para o aumento da área de cultivo. Aliado a este lado mais “verde” da sua exploração, este alimento possui um largo espectro de componentes que promovem um estilo de vida e uma alimentação mais saudáveis (Cardoso, 2015).

Do ponto de vista taxonómico as algas marinhas podem ser classificadas quanto à sua cor. As algas vermelhas são conhecidas como Rhophyta, algas castanhas conhecidas como Phaeophyta e algas verdes classificadas como Chlorophyta, dependendo dos seus nutrientes, pigmentos e composição química. Tal como outras plantas, as algas contêm várias substâncias orgânicas e inorgânicas que apresentam benefícios para a saúde humana (Kuda et al., 2002). As algas marinhas são organismos bastante valorizados uma vez que são multifacetados possuindo interesse económico e nutricional para diversas áreas industriais tais como a indústria alimentar, farmacêutica, têxtil, química e médica (Dhargalkar, 2004).

Estes organismos são utilizados maioritariamente como fontes de hidrocolóides, espessantes ou agentes gelificantes nas indústrias alimentares e químicas (Mabeau e Fleurence, 1993; Abbott, 1996). Nas indústrias agrícolas, as algas apresentam-se como a base de extratos de substâncias bioativas usadas nas culturas hortícolas com efeitos benéficos no rendimento e qualidade dos produtos (Blunden, 1991; Crouch e Van Staden, 1994).

De um ponto de vista nutricional, as algas são alimentos bastante interessantes pois possuem um baixo conteúdo de calorias, são ricas em vitaminas, minerais e apresentam-se como uma interessante fonte de fibras alimentares (Jimenez-Escrig e Sánchez-Muniz, 2000).

A maioria destas fibras solúveis presentes neste alimento incluem alginatos com origem em macroalgas castanhas, carragenato e agar originários de algas vermelhas, que representam mais de metade do peso seco das algas, o que se apresenta como um dos principais responsáveis para que estas sejam uma das principais fontes vegetais de fibra em comparação com outros vegetais e frutas (Misurcová et al., 2012; Holdt e Kraan, 2011; Dawczynski et al., 2011).

O estatuto de alimento com propriedades funcionais aplicado às macroalgas marinhas tem, para além das fibras mencionadas anteriormente, outros compostos tais como as fucoïdanas e as ulvanas que têm vindo a ser associados a vários benefícios para a saúde humana (Raposo, 2015; Patel, 2012).

Também os lípidos originários nas algas marinhas podem ser alvo de aplicações e exploração na indústria alimentar uma vez que representam 1 a 5% do peso seco deste produto, dos quais cerca de metade destes são polinsaturados, onde os ómega-3 e 6 são abundantes (Cardoso, 2015).

O carotenoide fucoxantina é mais um dos nutrientes benéficos especificamente no tratamento da obesidade e doenças associadas (Cardoso, 2015)

Estes vegetais contêm um grande número de polissacáridos sulfatados que não podem ser encontrados em plantas terrestres (Kloareg e Quatrano, 1988).

Devido a estes nutrientes, as algas podem ser consideradas como um novo alimento saudável com efeitos positivos na possível redução do número de ocorrências de algumas doenças crónicas tais como doenças cardiovasculares, obesidade, alguns tipos de cancro e diabetes (Chang, 2008). Este facto tem encontrado nas populações do este asiático uma das maiores provas da sua veracidade pois desde tempos antigos tem sido uma das bases da culinária destas culturas e onde se encontram estudos epidemiológicos que indicam uma correlação entre o seu consumo e vários benefícios para a saúde (Brownlee et al., 2012).

Como exemplo prático temos a população do Japão que apresenta uma das maiores esperanças médias de vida bem como uma das mais baixas taxas de acidentes cardiovasculares a nível mundial. Estes dois indicadores bastante positivos quanto à saúde da população nipónica têm sido parcialmente associados aos seus diferentes padrões de alimentação que incluem o consumo regular de macroalgas (Shimazu et al., 2007; Yamori et al., 2001).

O crescimento da preocupação das populações ocidentais com uma alimentação saudável, bem como todos estes factos relacionados com os benefícios do consumo de algas marinhas e da sua inclusão na dieta regular, provoca um aumento no interesse das indústrias na produção e desenvolvimento de produtos de alto valor nutricional e monetário que possuam na sua constituição macroalgas ou seus derivados.

Nos últimos anos temos assistido ao crescimento exponencial do sector dos alimentos funcionais dentro do gigante sector que é o alimentar. À data de 2013, esta fatia de mercado estava avaliada em cerca de 168 biliões de dólares e com uma previsão de crescimento de mais de 305,4 biliões pelo ano de 2020 (Cardoso, 2015).

As fontes principais dos polissacáridos com propriedades gelificantes são algas marinhas castanhas ou vermelhas, em comparação, existem muito poucos estudos quanto ao uso de algas do tipo verde como base para a extração destes componentes (Chang, 2008). Apesar desta resistência ao uso de algas verdes para estes fins existem estudos que indicam que os polissacáridos extraídos da espécie verde *Ulva* possuem características gelificantes de qualidade semelhante aos obtidos de maneira comum através de algas castanhas ou vermelhas (Lahaye, 1993).

Outra aplicação das algas na indústria alimentar encontra-se na produção de suplementos alimentares devido à sua riqueza em minerais que representam entre 8 a 40% do peso seco da alga, entre eles destacam-se nomeadamente Na, K, Mg, P, I, Zn e Fe. Muitas algas apresentam altos níveis de Na e K, contudo, o seu rácio de Na/K é normalmente baixo o que é importante para compensar os elevados níveis de NaCl consumidos pelas dietas ocidentais (Bocanegra, 2009; Rupérez, 2002).

1.3.1 *Porphyra*

A *Porphyra*, espécie *Porphyra umbilicalis*, apresenta-se como uma alga vermelha de pequenas dimensões e com uma forma circular ou irregular com uma folha larga e rígida ainda que algo membranosa. Tem um porte relativamente pequeno possuindo dimensões médias de entre 5 a 10 centímetros de altura e cerca de 20 centímetros de largura. Estas plantas são constituídas por uma camada de células espessa e translúcida. Contudo, demonstram uma grande resistência à agitação marinha conseguindo fixar-se as pedras presentes no seu habitat (MACOI, 2008).

Apesar de ser considerada alga vermelha, a *Porphyra* apresenta um grande espectro de cores sendo que, quando jovens, apresentam cores esverdeadas e ao longo da sua vida e maturação adquirem cores no espectro do vermelho, roxo e castanho.

Estes seres têm um ciclo de vida curto. No entanto, e devido à sua rápida reprodução, podem ser encontrados durante todo o ano normalmente crescendo em superfícies rochosas ou outras igualmente duras, podem mesmo se fixar e crescer associadas a outras espécies de algas.

Como principais utilizações temos o uso direto como alimento seja como ingrediente ou consumida por si só, a utilização como suplemento de minerais, proteína, vitaminas A, B, C, E e ómega-3 (MACOI, 2008).

Estes constituintes presentes nesta alga conferem-lhe algumas propriedades desejáveis para os consumidores e público em geral. Um dos principais sectores para o qual a *Porphyra* possui um elevado valor é o sector de cosméticos e produtos de cuidado pessoal, uma vez que os compostos presentes nesta alga têm propriedades muito benéficas para a pele tais como efeito renovador, reparador e protetor deste órgão do corpo humano.

1.3.2 *Ulva*

A *Ulva*, espécie *Ulva rígida*, é uma alga verde brilhante e que pode apresentar-se de diversas formas. Possui folhas espessas com uma estrutura de lamina constituídas por duas camadas de células. Estas folhas podem ser mais ou menos pequenas conforme a planta em questão tendo a alga, em média, uma altura de 10 centímetros. Ainda que bastante rígidas e espessas a dupla camada de células é facilmente separável quando o espécime atinge a maturidade (MACOI, 2008).

Esta alga é característica de zonas entremarés, ou seja, zonas que ficam expostas ao ar unicamente durante períodos de maré baixa, ou em zonas de águas pouco profundas características de zonas subtidais, ou seja, zonas abaixo da zona de maré baixa, mas que ainda se encontram perto da costa.

Apesar de ser uma alga marinha, a *Ulva* é capaz de resistir a uma grande variação na salinidade da água, onde se encontra sendo que algumas espécies chegam mesmo a preferir áreas onde exista uma entrada de água doce no ecossistema.

Estas algas possuem um ritmo reprodutivo muito elevado sendo consideradas algas oportunistas adotando um papel importante como produtores primários do ecossistema. No entanto, no caso de existir uma elevada concentração de nutrientes devido a poluição ou outras causas externas, o elevado ritmo reprodutivo destas plantas poderá contribuir para que as mesmas se tornem um problema.

A *Ulva rígida* é consumida maioritariamente a fresco como sendo um vegetal do mar, sendo por isso e também pela sua cor vulgarmente conhecida como alface do mar, com um grande valor nutricional e sabor fresco (MACOI, 2008).

Os extratos obtidos através desta alga apresentam-se como muito ricos em nutrientes sendo de grande valor para diversas indústrias e, mais uma vez, com a indústria de cosméticos como principal foco.

1.3.3 *Fucus*

A *Fucus*, espécie *Fucus vesiculosus*, tem uma cor característica castanho-amarelada e tem como traço identificador as pequenas e quase esféricas vesículas com gás no seu interior dispostas ao longo do caule da folha desta alga. A cor castanha desta alga deriva da presença do pigmento fucoxantina na sua composição. Esta alga encontra-se acoplada a pequenas formações rochosas características da zona entremarés. O número de pequenas vesículas presente em cada indivíduo está diretamente dependente da zona onde o mesmo se desenvolveu. Algas que se encontrem em zonas mais abrigadas irão possuir um maior número destas formações em comparação com algas que se tenham encontrado mais expostas aos elementos. Esta alga encontra-se espalhada por grande parte do globo terrestre principalmente em zonas temperadas ou frias do oceano Pacífico e Atlântico (MACOI, 2008).

Estas algas normalmente atingem dimensões de cerca de 15 a 20 centímetros. Estas algas são ricas em compostos que se apresentam interessantes para aplicações na indústria dos suplementos alimentares, indústria farmacêutica ou na utilização dos próprios indivíduos como substrato para a produção de biomassa e bioenergia.

Existem na composição química desta alga diversos compostos com um elevado interesse para o desenvolvimento de suplementos com características dietéticas, são exemplo de alguns destes a algina, manitol, betacaroteno, bromo, potássio e o iodo (Almeida, 2011).

No caso do iodo esta alga desempenhou um papel de elevada importância na descoberta deste elemento químico uma vez que foi através de extratos produzidos através da *Fucus vesiculosus* que o mesmo foi descoberto em 1811. A elevada concentração de iodo nestas algas faz com que as mesmas sejam de elevado interesse no tratamento de doenças caracterizadas por uma deficiência deste composto no organismo tal como o bócio (Almeida, 2011).

1.3.4 *Gracilaria*

A *Gracilaria*, espécie *Gracilaria spp.*, tem uma cor roxa avermelhada característica das suas folhas, que apresentam uma estrutura cartilaginosa, cilíndrica com dimensões médias de 500 mm (MACOI, s. d.). São algas típicas de climas temperados quentes e que se podem encontrar em muitos pontos do globo. Habitam, normalmente, em formações rochosas que se encontrem preferencialmente em zonas entremarés ou subtidais especialmente em praias arenosas (MACOI, 2008).

Como principais aplicações da *Gracilaria* destacam-se a alimentação animal em aquaculturas e, no caso da indústria alimentar, a sua utilização como fonte de hidrocolóides e espessantes.

O uso de *Gracilaria* na indústria alimentar foca-se principalmente no agar obtido através desta que é usado nas indústrias de panificação e de doces devido as suas capacidades gelificantes e estabilizadoras bem como a sua elevada resistência às temperaturas altas usadas na confeção dos produtos.

Nas cozinhas asiáticas tais como a japonesa e filipina este produto é amplamente utilizado na produção de *ogonori* na cozinha nipónica ou de *gulaman* no caso das filipinas.

A nível laboratorial o agar obtido através da *Gracilaria* é bastante interessante na criação de meios de cultura bacteriológica uma vez que pequenas quantidades permitem obter um meio de cultura com as características desejadas (Almeida, 2011)

Estas algas também possuem metabolitos bioativos importantes.

Os polissacáridos possíveis de obter a partir deste vegetal marítimo apresentam capacidades profiláticas tendo se demonstrado eficazes na supressão do agente viral responsável pela propagação da encefalite japonesa (Botany, s. d.).

2. Objetivos

Como forma de enriquecer as massas alimentícias que, por si só, são um dos principais pilares da alimentação a nível mundial, procedeu-se ao estudo da influência do teor de farinha de alga seca em substituição do trigo duro em indicadores de qualidade físicos de massas alimentícias. Os indicadores testados foram a textura do produto produzido, o seu ganho de peso durante a etapa de cozedura e também as suas perdas de material para a água de cozedura. O objetivo foi conhecer o limite tecnológico do teor de alga seca da que pode ser introduzida em massas alimentícias.

3. Materiais e Métodos

3.1 Formulação e preparação de massa alimentícia

A formulação inicialmente escolhida para a elaboração da massa alimentícia foi uma proporção de 2:1 de sêmola de trigo duro para água na massa de controlo. Esta proporção foi baseada em diversas receitas consultadas para este tipo de produto. Não foram usados quaisquer outros ingredientes.

Numa primeira fase do processo de produção a farinha de trigo foi transformada em massa através da sua hidratação e mistura com a água (Figura 1). Para isto foi utilizado o equipamento Philips Pastamaker Avance Collection (Alemanha) adequado à produção de massas alimentícias.

Esta massa, depois de um período de descanso de 30 minutos, foi extrudida formando placas de massa no equipamento Philips Pastamaker Avance Collection (Alemanha), que foram depois cortadas nas dimensões e formatos desejados, *tagliatelle*, num equipamento doméstico de moldagem de massas (Figura 1).

Foram preparadas massas com a adição de farinha de algas em que uma percentagem de farinha de trigo duro foi substituída pela farinha da alga em teste. As percentagens mássicas testadas foram 1, 5,5 e 10% (m/m). Feita esta substituição é necessário alterar as proporções de água a adicionar devido à diferente capacidade de retenção de água (CRA) de cada alga e ao teor da mesma.

Esta alteração tem como responsável os diferentes valores de retenção de água da alga em relação à sêmola de trigo. Valores maiores de CRA nas algas tornam com que seja necessário adicionar um maior volume de água ao produto para a sua correta hidratação e assim levar à formação de uma rede de glúten responsável pela textura e integridade do alimento final.

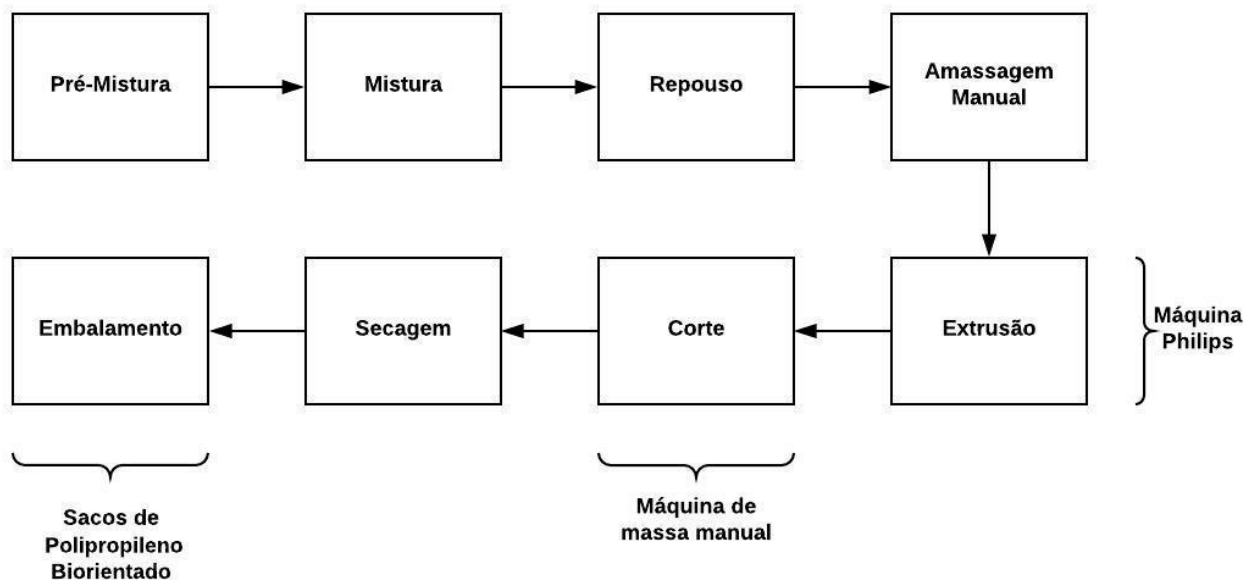


Figura 1 - Fluxograma de produção

As algas *Fucus*, *Ulva*, *Gracilaria* e *Porphyra* foram fornecidas pela empresa Alga+ no estado de farinha (secas e grânulos menores que 250 micrómetros). As fichas técnicas das algas encontram-se nos anexos I, II, III e IV.

3.2 Testes de secagem

A determinação das condições ótimas para a secagem correta da massa é essencial para obtenção de uma massa estável no armazenamento, que deve possuir um teor de humidade após secagem de 13% (Bruneel, 2010)

Foram testadas varias combinações de vetores de tempo e temperatura procedendo-se aos testes necessários ao longo e no fim da secagem do produto. Foram testados tempos de que variaram de 1 a 6 horas e temperaturas de 50, 80 e 100°C.

De modo a traçar curvas de secagem para cada conjunto de tempo/temperatura foram recolhidas amostras em intervalos de tempo pré-determinados de 30 minutos.

Estas amostras foram colocadas a secar em estufa a 105°C até peso constante. No fim foram pesadas e comparado o peso antes e depois da secagem em estufa obtendo-se assim o valor de humidade quando da recolha da amostra durante a secagem.

Traçadas as curvas de secagem foi possível determinar qual o tempo necessário para obter o valor de humidade desejado.

3.3 Capacidade de Retenção de Água

De modo a determinar qual a quantidade de água necessária adicionar as massas com farinha de algas, em comparação com a massa tradicional produzida unicamente utilizando a sêmola de trigo duro e água, foi obtida experimentalmente a capacidade de retenção de água (CRA) de cada alga em estudo bem como da sêmola.

A CRA de um determinado material é definida como a máxima quantidade de água que um grama desse mesmo material irá absorver e reter sob o efeito de uma força de centrifugação baixa.

O método utilizado no caso das algas foi o método internacional AACC 56-30.01 que tem como focos da sua aplicação farinhas de proteína, concentrados e isolados de origem vegetal ou animal que consistem de proteínas nativas ou desnaturadas bem como produtos resultantes da gelatinização do amido.

Neste método começa-se por pesar 5 g de material a testar para um tubo de centrifugação previamente pesado, de seguida adicionam-se pequenas porções de água destilada até conseguirmos humedecer na totalidade a amostra. Este tubo com a amostra é de seguida centrifugado e descartado o sobrenadante, caso exista. Caso não exista, o processo repete-se. Depois do aparecimento de sobrenadante o tubo é pesado e comparado com o peso do tubo mais 5 g de material antes do mesmo ser humedecido.

É de seguida aplicada a equação 1 (AACC 56-30.01) de modo a determinar a CRA do material em estudo.

$$CRA\left(\frac{ml}{g}\right) = \frac{(massa\ do\ tubo + sedimento\ humido) - (massa\ do\ tubo + 5)}{5} \quad (1)$$

Quanto à CRA da sêmola de trigo foi utilizado o método AACC 56-20.01 que é o indicado internacionalmente para o uso em produtos de cereais. Este método difere do AACC 56-30.01 na quantidade de água adicionada. Enquanto que no método utilizado para as algas marinhas foi-se adicionando pequenas quantidade de água até se obter sobrenadante no fim de uma centrifugação neste método usado na sêmola de trigo adiciona-se um valor suficiente de água para submergir todo o produto procedendo depois a, tal como no

método anterior, uma centrifugação, descarte do sobrenadante e peso da matéria húmida como termo de comparação com a matéria seca.

3.4 Determinação do tempo de cozedura ótimo (AACC 66-50)

Este tempo ótimo de cozedura caracteriza-se como sendo o tempo necessário para que ocorra a gelatinização do amido no centro de cada fio de massa, ou seja, a massa atinge o ponto *al dente*.

Como forma de determinar qual o tempo ótimo de cozedura para as várias massas obtidas através dos diferentes métodos de secagem foi aplicado o método de análise descrito no método internacional AACC 66-50.

Cerca de 15g de massa seca foram colocadas em 150ml de água filtrada depois de esta atingir uma temperatura de fervura (100°C).

De seguida, em intervalos de 30 segundos, foi retirado um fio de massa que foi seguidamente esmagado entre duas placas de petri de modo a se conseguir observar o interior do mesmo. Quando se deixar de observar uma zona branca no interior dos fios de massa significa que atingimos o ponto ótimo de cozedura.

3.5 Perdas na cozedura (AACC 66-50)

De modo a determinar as perdas na cozedura das massas foram colocadas 15 g de massa em 150 ml de água a ferver e deixadas em ebulição até se atingir o tempo ótimo de cozedura previamente determinado. De seguida, e de modo a parar o processo de cozedura, o conteúdo do recipiente de cozedura foi transferido para um funil de *Büchner* procedendo-se à imediata lavagem das amostras de massa alimentícia com água filtrada fria. As amostras repousaram neste escorredor durante dois minutos antes de serem recolhidas para a análise da sua capacidade de absorção de água durante a cozedura, e a água de lavagem e cozedura foram recolhidas num recipiente adequado.

A quantidade de material perdido para a água de cozedura por parte das massas foi determinada através da secagem a 105°C durante pelo menos 24h do conjunto água de cozedura/água de lavagem e posterior secagem do material obtido (equação 2).

$$\text{Perdas na cozedura (\%)} = \frac{\text{Residuo Seco Água de cozedura}}{\text{Peso da amostra antes de cozinhado}} \quad (2)$$

3.6 Ganho de peso na cozedura (AACC 66-50)

De modo a calcular a percentagem de aumento de peso durante a cozedura, foi feita uma comparação simples entre o peso da massa seca antes de cozida e o seu peso no fim de cozida e lavada como descrito no processo de determinação das perdas de cozedura. Esta determinação foi realizada em triplicado.

3.7 Análise de textura

A textura da massa depois de cozida foi determinada usando diferentes métodos para diferentes características em análise e usando o equipamento Stable Micro System Texture Analyzer (modelo TA. XT Express Enhanced, Stable Micro Systems LTD, UK).

De modo a analisar a firmeza do produto cozido e em cru um único fio de massa foi colocada no centro da área de medição e cortada por uma sonda plástica em forma de lâmina de 1 mm de espessura que consiste numa pequena lamina de acrílico que possui um encaixe direto à célula de medição do equipamento. Foi medida a força máxima necessária para proceder ao corte da peça de massa sendo este pico identificado como a firmeza do produto cozido. Os parâmetros utilizados no teste foram 1 mm/s de velocidade pré-teste, 0,1 mm/s de velocidade durante o teste, 10 mm/s de velocidade pós-teste; a distância foi ajustada para um máximo de 1mm e 0,01 N foi fixado como a força de ativação (força a partir do qual o texturómetro regista força e deslocação) a ser usada.

No caso dos outros parâmetros de textura que não a firmeza foi usada uma sonda plástica circular com um diâmetro de 35mm. Para este teste foram colocados 5 fios de massa lado

a lado de modo a serem comprimidos por toda a área da sonda. Os parâmetros utilizados foram semelhantes, uma velocidade pré-teste de 1mm/s, 0,1mm/s de velocidade durante o teste, 10mm/s de velocidade pós-teste, a distância máxima da sonda foi determinada de modo a que a mesma comprima as peças de massa até um máximo de 75% da espessura da mesma, este valor foi determinado através da medição média da espessura da massa em teste através de uma craveira. A força de ativação foi também ela de 0,01 N.

Ambos os testes foram realizados com 5 repetições para cada massa de modo a reduzir ao máximo os erros de medição.

3.8 Análise estatística de dados

As medições de textura foram realizadas em triplicado no caso das medições utilizando a sonda circular plástica e em quintuplicado no caso das medições de firmeza em cru e em cozinhado. De modo a verificar a correlação entre dados bem como a sua variância foi utilizado o software estatístico IBM SPSS Statistics (v24, IBM, Armonk, USA).

Foi realizado um estudo das médias dos dados através da aplicação do teste da ANOVA a dois fatores. As médias, no caso do estudo dos dados influenciados pelas combinações aplicadas, foram separadas através do método de Tukey. O nível de significância aplicada aos testes foi de 0,05.

De modo a testar a correlação entre os diferentes dados e os fatores de variação independentes foi também realizado um estudo de correlação aplicando o método de Pearson.

4. Resultados e Discussão

4.1 Capacidade de Retenção de Água

As algas apresentaram um valor de CRA muito maior que o da sêmola de trigo (Tabela 2) sendo por isso necessário compensar esse facto adicionando um maior volume de água na receita proporcionalmente à percentagem de incorporação de cada alga.

Dentro das algas podemos observar que a Ulva se destaca como sendo a que apresenta um índice de absorção de água maior enquanto que a Gracilaria se encontra no polo oposto sendo a alga com o menor CRA.

Um das conclusões possíveis de tirar através destes dados será que as algas possuem uma maior quantidade de matéria orgânica que a sêmola uma vez que, regra geral, um maior nível de matéria orgânica num composto possibilita que o mesmo seja capaz de reter uma maior quantidade de água devida à afinidade da matéria orgânica por água (Agvise, s.d.).

Tabela 2 - Capacidades de retenção de água

Ingrediente	CRA (g/g)
Sêmola	1,737
Fucus	5,212
Ulva	6,380
Gracilaria	4,986
Porphyra	5,774

4.2 Formulação

De modo a atingir uma consistência ideal na massa crua antes de ser moldada e seca, foi necessário testar vários tipos de formulações diferentes. O facto de se incluir algas de diferentes tipos e em diferentes proporções influencia largamente a quantidade de água que será necessária adicionar a cada receita. As algas, uma vez que possuem uma maior CRA, tiveram de ser hidratadas com uma maior quantidade de água em relação à sêmola de trigo duro.

Partindo de uma formulação de controlo em que se usava uma proporção de 2:1 de sêmola de trigo para água, ou seja, por cada 200 gramas de sêmola adiciona-se 100 gramas de água, foi possível verificar que com os métodos de trabalho utilizados essa proporção se apresentava exagerada não sendo possível proceder a um correto manusear da massa e moldagem da mesma. Foi por isso reduzida a quantidade de água adicionada na receita de controlo. Foram também realizados diversos testes onde esta proporção foi alterada para dar resposta ao adicionar de cada alga em diferentes quantidades. Conseguiu-se, pois, obter as proporções de farinha/alga:água apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Formulações Utilizadas na produção das massas alimentícias

Amostra	Sêmola de trigo (g)	Alga (g)	Água (ml)	Proporção inicial de água por sêmola (g/100g)
Controlo	300,0	0,0	120,0	40
Fucus 1	297,0	3,0	135,0	45
Fucus 5,5	283,5	16,5	145,0	48
Fucus 10	270,0	30,0	159,0	53
Ulva 1	297,0	3,0	135,0	45
Ulva 5,5	283,5	16,5	159,0	53
Ulva 10	270,0	30,0	180,0	60
Gracilaria 1	297,0	3,0	128,0	43
Gracilaria 5,5	283,5	16,5	144,0	48
Gracilaria 10	270,0	30,0	158,0	53
Porphyra 1	297,0	3,0	128,0	43
Porphyra 5,5	283,5	16,5	144,0	48
Porphyra 10	270,0	30,0	159,0	53

A Ulva apresenta-se como a alga que necessita de uma maior quantidade de água quanto maior for a sua proporção na receita, este facto pode ser justificado pela sua maior CRA o que fará com que seja necessária uma maior quantidade de água uma vez que a alga consegue reter uma maior quantidade de água.

4.3 Testes de secagem das massas com algas

Depois de obtidos os dados da evolução do teor de água da massa controlo ao longo do tempo a uma temperatura escolhida de 55°C foi necessário realizar os mesmos testes de secagem, mas desta vez adicionando as diversas concentrações de cada alga em estudo. Este estudo foi necessário pois as características de cada alga poderão influenciar positiva ou negativamente o tempo de secagem de cada receita de massa.

Depois de recolhidas amostras em intervalos de 1 hora e feita a análise da humidade de cada amostra, foi possível concluir que 2 horas era o tempo ótimo de secagem para cada tipo de massa alimentícia de forma a se obter um teor de humidade próximo de 13% (Tabela 4).

Tabela 4 – Teor de água das massas ao fim de 2 horas de secagem a 55°C

Amostra	Teor de água (g/100 g)	Desvio padrão
Fucus 1	11.81	0.04
Fucus 5,5	13.91	0.68
Fucus 10	11.71	0.59
Ulva 1	13.78	0.32
Ulva 5,5	15.15	0.30
Ulva 10	13.58	0.24
Gracilaria 1	11.70	0.1
Gracilaria 5,5	12.99	0.02
Gracilaria 10	14.14	0.29
Porphyra 1	12.01	0.21
Porphyra 5,5	12.14	0.10
Porphyra 10	12.26	0.08

Como é possível observar, e tendo em conta os métodos experimentais utilizados, é difícil conseguir resultados uniformes e atingir com elevada exatidão os 13% de humidade desejados.

Contudo, de entre os quatro tipos de algas estudados a *Porphyra* apresenta-se como a que possui uma menor variação de humidade entre os vários tipos de formulações onde está incluída.

O binómio de tempo e temperatura determinado como ótimo foi o usado na confeção das massas para a realização dos testes físicos de textura.

4.4 Perdas de sólidos solúveis e aumento de peso da massa na cozedura

Na Tabela 5 são apresentados os resultados do ganho de peso e das perdas de sólidos solúveis na cozedura. Sabendo que uma massa de boa qualidade deve aumentar o seu peso em cerca de 3 vezes em relação ao valor em seca (Kadam, 2012) pode-se concluir que as amostras produzidas com os diversos tipos e proporções de alga conseguem cumprir razoavelmente essa expectativa apresentando-se como principais focos de preocupação a alga *Fucus* uma vez que foi a que produziu os valores mais baixos para este indicador.

Quanto às perdas na cozedura observa-se que quanto maior a proporção de alga adicionada mais alto será a massa de resíduos perdidos ao longo do tempo de cozedura e que fica disponíveis na água de cozedura. Este poderá ser um foco de preocupação pois poderá levar a uma perda exagerada de nutrientes e componentes benéficos presentes nestas massas alimentícias. A alga *Fucus* foi também a alga que mais perdas originou. Devido ao facto de se possuir pouca alga *Porphyra* estes testes de cozedura bem como os de textura não foram realizados com a mesma.

Tabela 5 – Ganho de massa e perda de sólidos na cozedura

Amostra	% ganho de massa (g/100g)	% perda de sólidos (g/100g)
Fucus 1	277,21	5,71
Fucus 5,5	284,62	7,60
Fucus 10	267,98	8,84
Ulva 1	286,07	5,24
Ulva 5,5	303,79	6,64
Ulva 10	320,79	8,15
Gracilaria 1	280,82	4,89
Gracilaria 5,5	266,94	4,70
Gracilaria 10	317,33	7,53

Os dois indicadores de qualidade parecem estar relacionados pois uma maior perda de nutrientes origina um menor ganho de peso. A perda de nutrientes pode estar relacionada com o teor em fibras de cada alga. Enquanto as proteínas podem mudar de fase e envolver o amido, as fibras não se ligam nem ficam aprisionadas, originando perdas. De acordo com as fichas técnicas de empresa Alga+, a alga Fucus é a que apresenta maior teor de fibras.

4.5 Testes de textura

Depois de determinados todos os fatores necessários para a elaboração das massas alimentícias com algas, tais como a formulação de cada receita, o tempo de secagem e a CRA de cada ingrediente, procedeu-se à produção de várias receitas para que fosse possível realizar testes de textura e assim observar a influência das diversas algas e suas quantidades nas características texturais do produto final.

Neste trabalho foram utilizadas unicamente três tipos de algas ao contrário das quatro usadas nos testes de formulações, este facto deveu-se à não existência de Porphyra suficiente para a realização de testes de textura.

É possível observar (Tabela 6) que ao alterar a receita também os valores dos diversos fatores vão sofrer modificações.

Depois de realizada uma análise estatística aos dados obtidos através dos testes de textura usados (Tabela 7) é possível verificar que existem diferenças significativas entre alguns fatores dos diversos tipos de massa produzido.

Olhando primeiramente de uma maneira geral para a inclusão de alga na receita e qual o seu efeito na textura do produto pode observar-se que quanto aos valores de firmeza em cru não se notam diferenças significativas nos produtos que possuem na sua constituição algas ou não, contudo, no caso da firmeza no fim do produto ser cozinhado já é possível observar diferenças significativas entre produtos com algas e massa de controlo bem como entre produtos com diferentes algas na sua constituição. Neste parâmetro as massas de controlo aparecem num grupo separado possuindo diferenças significativas para todas as massas que têm algas na sua constituição. No caso das massas com algas as produzidas com *Ulva* apresentam também elas diferenças significativas para com as massas produzidas com a alga do género *Gracilaria*. A massa com *Fucus* apresenta-se como um ponto intermédio entre ambos não possuindo diferenças significativas para nenhuma das outras duas massas com alga em estudo. A diferença neste parâmetro entre as massas com algas para com o controlo pode ser justificada pelo elevado teor de fibra presente nas farinhas de alga.

Outro parâmetro onde se observaram diferenças significativas entre as diferentes massas foi o da dureza, neste caso, a massa produzida com *Fucus* apresenta valores semelhantes

aos da massa de controlo bem como da massa produzida com Ulva não apresentando diferenças significativas para estas duas. Contudo a massa de controlo é significativamente diferente da com Ulva na sua constituição bem como da com Gracilaria sendo esta última semelhante à de Ulva, mas diferente das restantes.

Por fim, os valores da elasticidade apresentam valores onde a massa de controlo e Gracilaria são significativamente diferentes entre si, contudo, as restantes (Ulva e Fucus) não apresentam qualquer diferença significativa para estas duas.

Analisando os dados obtidos quanto a relação da percentagem de alga adicionada na receita é possível retirar algumas conclusões interessantes.

Para valores de firmeza em cru pode se observar que para percentagens mais baixas de alga este indicador possui valores mais altos que a massa de controlo, contudo, com o aumento da percentagem de alga presente na receita esta diferença vai se diluindo chegando até a se obter valores mais baixos. É possível confirmar isto observando os resultados do teste da ANOVA realizado (Tabela 7) através do qual é possível determinar que existem diferenças significativas entre as percentagens de incorporação mais baixas para com a massa de controlo. Contudo quando atingidos níveis de incorporação de 10% estas diferenças desaparecem.

No caso da firmeza em cozinhado podemos observar diferenças significativas entre o controlo e todas as massas com alguma alga na sua constituição. Olhando unicamente para as massas com alga pode observar-se que as duas percentagens em polos opostos possuem diferenças significativas entre si, contudo o mesmo não acontece entre elas e a percentagem intermedia de 5,5%.

Estudando as correlações entre os diversos parâmetros usando o método de Pearson (Anexo III) foi possível observar alguns dados interessantes, olhando para o nível de incorporação de alga na receita podemos concluir, através do coeficiente de correlação obtido que o aumento do nível de incorporação de alga na receita terá efeitos negativos nos valores de firmeza quer em cru quer em cozinhado.

Quanto aos valores de correlação entre a alga usada e os valores de firmeza em cozinhado pode ver-se que as massas produzidas com a farinha de Gracilaria possuíram valores de firmeza no fim de cozinhadas mais baixos que as massas de controlo ou produzidas com outro tipo de alga em estudo.

Através destes valores será possível concluir que caso exista uma progressão dos resultados observados, no caso dos parâmetros de avaliação de textura, conforme se for aumentando o nível de incorporação da farinha de algas uma percentagem superior a 10% iria ter consequências negativas na textura em seco do produto. O elevado teor de fibra presente nas farinhas de alga contribuirá para que o amido não consiga criar uma rede tão forte quanto nos outros produtos com um conteúdo de fibras mais baixo. Diferenças nas características texturais de um produto poderão levar a uma rejeição por parte do consumidor uma vez que a textura, a par do sabor, será um dos principais fatores com influência na escolha de um produto em detrimento de outro por parte do mesmo. Para além desta influência na dureza em cru do produto o facto de se aumentar ainda mais a percentagem de incorporação da farinha de algas na receita poderia levar a uma ainda maior percentagem de perdas para a água de cozedura.

Tabela 6 - Parâmetros de textura das massas alimentícias

Amostra	Firmeza em cru (N)	Firmeza após cozedura (N)	Dureza	Coabilidade	Adesividade	Viscosidade	Elasticidade
Controlo	7,108	2,430	5,359	1,101	0,138	5,507	0,924
Ulva 1	11,379	1,895	3,742	1,185	0,191	4,039	1,070
Ulva 5	8,941	1,300	4,040	1,051	0,156	4,245	1,088
Ulva 10	7,448	1,147	3,951	1,098	0,152	4,343	1,047
Fucus 1	10,970	1,336	5,003	1,253	0,152	6,076	1,067
Fucus 5	9,475	1,245	5,257	1,156	0,146	6,045	1,028
Fucus 10	6,750	1,085	5,538	1,107	0,142	6,125	1,036
Gracilaria 1	10,065	1,130	3,945	1,402	0,178	5,462	1,178
Gracilaria 5	7,767	1,102	4,209	1,101	0,141	4,589	1,152
Gracilaria 10	5,039	1,092	4,472	1,198	0,157	5,239	1,030

	Tipo de Massa					Percentagem de incorporação				
	Controlo	Ulva	Fucus	Gracilaria	<i>P</i> <i>value</i>	0	1	5,5	10	<i>P</i> <i>value</i>
Firmeza em cru (N)	7,108±0,636	9,256±1,752	9,065±2,223	7,624±2,251	0,047	7,108±0,636 ^a	10,805±1,067 ^b	8,728±1,155 ^c	6,413±1,403 ^a	0,000
Firmeza cozinhada (N)	2,430±0,190 ^a	1,448±0,344 ^b	1,222±0,123 ^{bc}	1,108±0,099 ^c	0,000	2,430±0,190 ^a	1,453±0,343 ^b	1,216±0,111 ^b	1,108±0,099 ^c	0,000
Dureza	5,359±0,129 ^a	3,911±0,946 ^{bc}	5,266±0,506 ^{ab}	3,825±1,349 ^c	0,003	5,359±0,129	3,847±1,709	4,502±0,629	4,654±0,843	0,146
Coesividade	1,101±0,224	1,111±0,183	1,172±0,247	6,207±14,984	0,515	1,101±0,224	6,253±14,968	1,103±0,142	2,657±8,219	0,503
Adesividade	0,138±0,016	0,166±0,029	0,147±0,008	0,170±0,047	0,204	0,138±0,016 ^a	0,185±0,049 ^b	0,148±0,008 ^a	0,150±0,009 ^{ab}	0,014
Viscosidade	5,507±0,666	4,209±0,741	6,082±0,741	7,044±6,002	0,352	5,507±0,666	7,140±6,080	4,960±0,927	5,236±0,896	0,536
Elasticidade	0,924±0,101 ^a	1,068±0,045 ^a	1,044±0,093 ^{ab}	1,103±0,160 ^b	0,126	0,924±0,101	1,088±0,152	1,089±0,115	1,038±0,018	0,129

Tabela 7 - Análise estatística aos testes de textura

5. Conclusão

A partir da análise dos resultados obtidos é possível retirar algumas conclusões quanto à viabilidade e ao efeito da inclusão de macroalgas marinhas na produção de massas alimentícias.

É possível observar que o facto de as algas marinhas possuírem valores distintos de capacidade de retenção de água contribui para que seja necessário alterar receitas e formulações, de modo a acomodar estas diferenças e, assim, conseguir-se obter um produto final com as características desejadas. Este facto deve também ser tido em conta na escolha dos tempos de secagem a utilizar na produção deste alimento, uma vez que valores iniciais de humidade diferentes provenientes de diferentes quantidades de água adicionadas conforme o tipo de alga em uso levarão a um maior ou menor tempo de secagem para as mesmas condições de temperatura. Ainda que as diferenças a uma escala laboratorial não tenham sido muito acentuadas, quando de um aumento de escala para uma indústria alimentar será necessário um novo estudo destes tempos ótimos de secagem.

Um aumento da quantidade de algas adicionado não terá qualquer influência quanto à capacidade de o produto cumprir com os de peso tipicamente desejáveis para um produto de massa alimentícia, contudo, um foco de preocupação, poderá ser a elevada perda de material para a água de cozedura.

No campo da textura foi possível observar que a característica mais influenciável pela inclusão de algas no produto foi a firmeza. Esta característica foi afetada positivamente pela adição de algas quando o produto se encontrava cru, no entanto, no fim de cozinhado o mesmo possui-o valores de firmeza menores em comparação com as massas típicas.

Tendo em conta a tendência apresentada ao longo dos testes será de esperar que uma percentagem superior a 10% de alga no produto poderia levar a que se obtivesse valores de dureza em cru a baixo dos valores da massa de controlo o que, tendo em conta os gostos dos consumidores, poderia levar a uma rejeição do produto.

Seria interessante num trabalho futuro estudar mais intensivamente a influência das algas na textura de outros tipos de massa ou mesmo a inclusão de vários tipos de alga numa

mesma massa. Outra solução interessante seria a inclusão de algas não só em farinha, mas também em pedaços mais grosseiros ou através de extratos.

Capítulo II - Concentração de extrato de *Fucus vesiculosus* por filtração tangencial

1. Introdução

1.1 Extratos de *Fucus vesiculosus*

Os extratos de algas são já usados para a produção de suplementos alimentares devido à sua rica composição nutricional. Estes são têm sido estudados em diversos solventes e obtidos a temperaturas que vão desde a temperatura ambiente até altas temperaturas de 120°C, com rácio de alga para solvente tipicamente de 1:20. No final, o extrato está bastante diluído, mas a sua concentração e purificação por um processo de secagem torna-se um processo dispendioso. A concentração do extrato via filtração tangencial antes de se proceder à secagem, é um processo que reduz tempo de processamento, degradação de nutrientes que ocorrem na secagem e custos de operação.

Extratos produzidos tendo por base algas marinhas têm na sua constituição macro e micro nutrientes tais como aminoácidos, vitaminas, citoquininas e ácido abscísico (Mooney, 1986), têm se mostrado responsáveis por resultados satisfatórios no que toca ao estímulo do crescimento e rendimento das plantas onde os mesmos são aplicados (Rama Rao, 1991), ao aumento da resistência ao stress ambiental do meio onde estão inseridas (Zhang e Schmidt, 2000), ao aumento da quantidade de nutrientes absorvidos do solo pelas culturas (Verkleij, 1992; Turan e Köse, 2004) e o melhoramento das suas capacidades antioxidantes (Verkleij, 1992).

Estes extratos utilizados como fertilizantes de culturas são comumente conhecidos como *Seaweed Liquid Fertilizer* (SLF), ou seja, fertilizantes líquidos de extratos de algas. (Ganapathy et al., 2013).

Do ponto de vista nutricional e alimentar, alguns dos compostos com maior interesse são os florotaninos. Estes são compostos fenólicos exclusivos das algas castanhas que consistem em polímeros de floroglucinol. Podendo ocorrer num vasto leque de organizações moleculares, estes compostos fenólicos são conhecidos por se acumularem principalmente no citoplasma da célula em vesículas de secreção especializadas chamadas fisoides e representando até 25% do seu peso seco (Freile-Pelerguin, 2013).

Muitos destes compostos têm sido estudados e a eles têm sido associados variados benefícios biológicos, como por exemplo um forte poder antioxidante. Contudo, o

número de estudos que se têm focado nesta investigação, estudo e caracterização dos florotaninos ainda é limitado (Li et al., 2011).

O trabalho aqui apresentado é um estudo da influência das condições de filtração tangencial na concentração de extrato de *Fucus vesiculosus*.

1.2 Filtração

No início, filtração, ou também designada como tecnologia de membranas constava da utilização de membranas naturais que existiam naturalmente no meio envolvente, sendo esta uma tecnologia muito rudimentar e pouco utilizada (Hsieh, 1996). A partir de meio do século XX, a indústria de membranas começou a sua expansão e sedimentação no meio industrial e tecnológico até atingir o ponto em que se encontra atualmente e que permite obter membranas sintéticas a preços bastante competitivos e capazes de serem economicamente viáveis em comparação com outros processos de separação sólido-líquido clássicos tais como a destilação e cristalização (Hsieh, 1996).

1.2.1 Processos de membrana

Um processo de membranas pode ser descrito simplificadaamente como sendo um processo de separação dos componentes de uma solução através de uma barreira semipermeável devido ao trabalho de uma força, permitindo assim obter dois fluxos, sendo um com partículas maiores que o limite de separação dos poros da membrana e outro com partículas com uma dimensão menor que os poros da membrana utilizada (Carvalho, 2008) (Figura 2).

Os componentes podem ser separados tendo em conta as suas características sendo exemplos disso partículas, polímeros, pequenas moléculas, ou gases e líquidos.

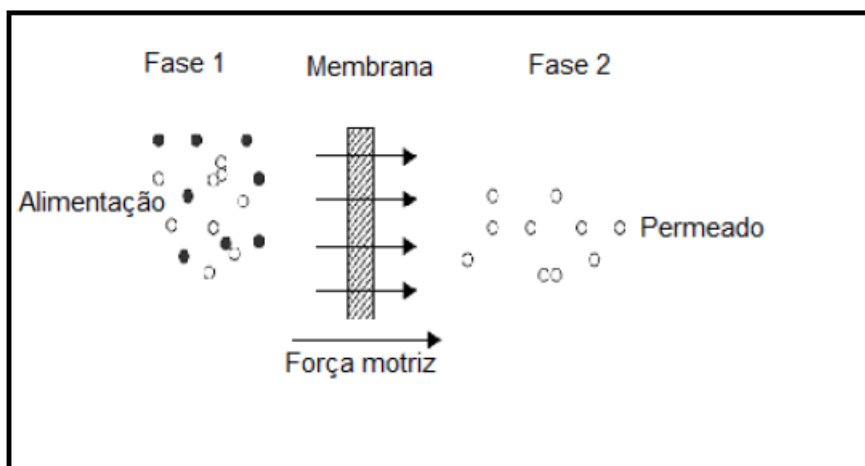


Figura 2 - Esquema do processo de filtração por membrana (adaptado de Mulder (1997))

Os fluxos intervenientes num processo de separação por membranas podem ser classificados como: alimentação para o fluxo de entrada no processo antes de o mesmo ser separado; o fluxo capaz de permear a membrana é classificado como permeado; enquanto que as partículas que não conseguem atravessar a barreira escolhida têm o nome de concentrado ou retido (Hsieh, 1996).

A força necessária para a ocorrência do processo de separação pode ser fornecida através de diversos métodos tais como as diferenças de pressão entre as duas fases da membrana, diferenças de concentração ou de voltagem.

O processo de separação por membranas pode assim ser classificado de diversas formas tendo em conta o tamanho das partículas a separar ou o tipo de força motriz usada no processo (Hsieh, 1996).

Quanto ao tamanho dos poros da membrana usada, o processo pode ser classificado como microfiltração (MF), ultrafiltração (UF), osmose inversa (OI) dialise, eletrodialise ou separação por gás (Tabela 8).

Tabela 8 - Processos de separação por membranas (adaptado de Lonsdale (1982))

Processo	Força Motriz	Permeado Típico	Retido Típico
Microfiltração	Diferença de pressão, 10 psi	Água e materiais dissolvidos	Materiais em suspensão
Ultrafiltração	Diferença de pressão, 10-100 psi	Água e sais	Coloides, macromoléculas e material orgânico
Separação gasosa	Diferença de pressão, 1-100 atm	Gases e vapores	Gases e vapores que não conseguem permear a membrana
Osmose Inversa	Diferença de pressão 100-800 psi	Água	Quase totalidade de sólidos dissolvidos e em suspensão
Diálise	Diferenças de concentração	Iões e moléculas de baixo peso molecular	Material com um peso molecular superior a 1 000 Da
Eletrodiálise	Diferença de voltagem	Iões	Todo o material não iónico

Depois de escolhida a barreira a utilizar, bem como a força motriz mais adequada, é necessário seleccionar qual o modo de operação a aplicar no sistema de filtração. Um processo de membranas pode operar de duas maneiras principais. São elas a filtração clássica ou convencional e a filtração tangencial.

No caso da filtração clássica, o fluxo de alimentação chega em contacto com a membrana perpendicularmente e encontra-se em paralelo ao fluxo de permeado. Em oposição, no caso da filtração tangencial, o fluxo de alimentação circula paralelamente à membrana enquanto que, neste caso, é o fluxo de permeado que se encontra perpendicular à membrana (Figura 3).

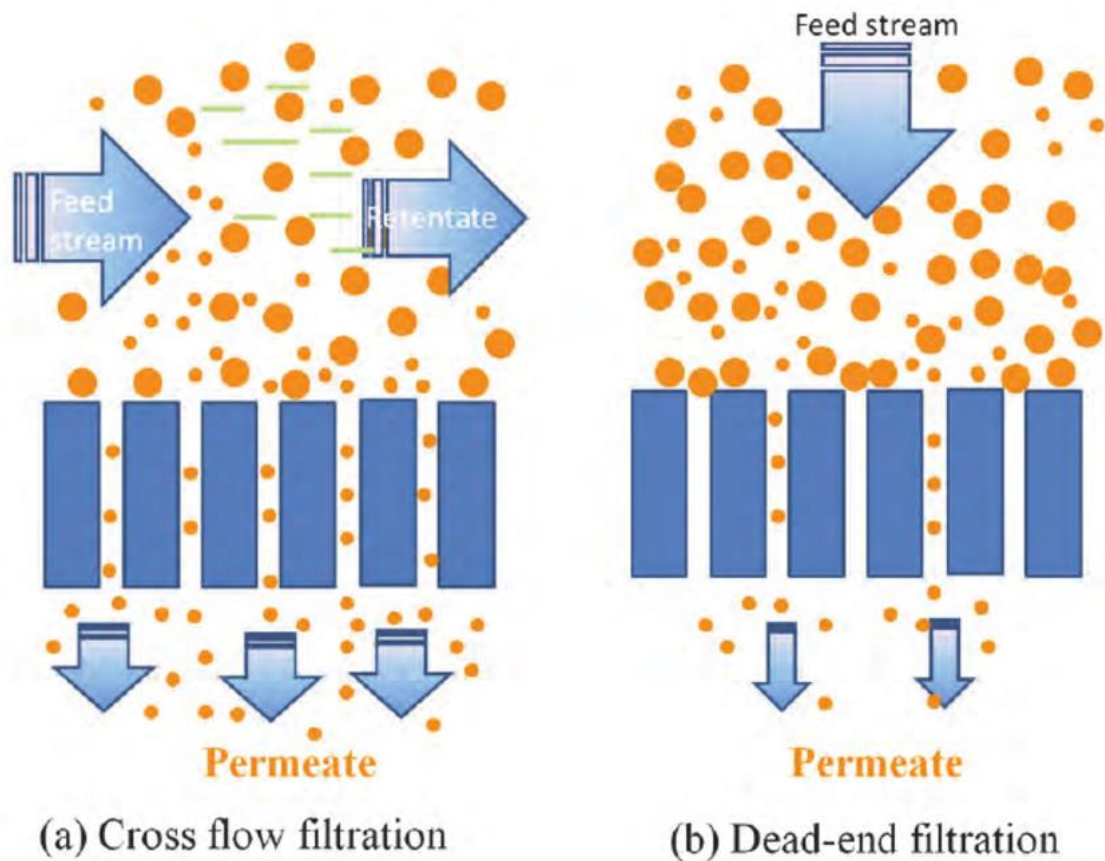


Figura 3 – Modos de operação de filtração: a) filtração tangencial, b) filtração convencional (adaptado de (Nguyen, 2012))

A grande maioria dos processos atuais de separação por membranas operam em modo tangencial. Isto é facilmente explicado pelas perdas de fluxo que se obtêm a trabalhar no modo clássico.

No método clássico, fruto do facto de o fluxo de alimentação ser efetuado em perpendicular à superfície da membrana, ocorre a formação de uma camada de material retido na superfície da mesma que irá aumentar ao longo do processo de filtração. Este acumular de material e a formação deste bolo irá criar uma barreira extra à circulação de fluxo entre as duas fases da membrana. Isto irá provocar uma diminuição acentuada do fluxo de permeado caso a pressão se mantenha constante ou levar a um aumento da pressão no caso de se querer manter um caudal de permeado constante.

O facto de se operar em sistema de fluxo tangencial, combate este acumular de material na superfície membranar, uma vez que a própria força motriz do fluxo de alimentação ajuda a remover algum material estagnado e acumulado na superfície da mesma. Apesar de também ocorrer algum tipo de acumulação de material neste modo de operação, o volume do mesmo está limitado pois as tensões de corte originadas pelo fluxo de alimentação ajudam a transportar partículas ou macro solutos depositados, levando os mesmos de volta ao fluido do processo (Carvalho, 2008). As quebras de caudal ao longo do tempo, num processo a operar em regime de fluxo tangencial, serão muito menos acentuadas comparadas com binómios de pressão/caudal iguais, mas aplicados a um sistema clássico de fluxo perpendicular (Figura 4).

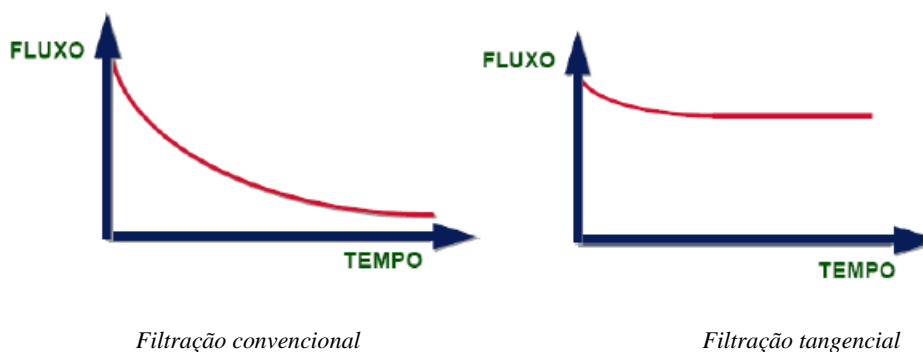


Figura 4 - Quebras de caudal ao longo do tempo (adaptado de Carvalho (2008))

A filtração tangencial apresenta-se assim como um processo ótimo para a separação de materiais em diversas partículas dissolvidas e suspensões, sendo necessário apenas adaptar o tamanho dos poros da membrana utilizada e as pressões aplicadas.

Um processo de filtração tangencial opera normalmente através de meios hidrodinâmicos, como uma bomba, a elevadas velocidades ao longo da superfície da membrana e perpendicular ao fluxo de permeado.

Quanto à morfologia das membranas, elas podem ser classificadas e agrupadas em dois grupos conforme o tamanho dos seus poros e a sua simetria e consistência ao longo da espessura da membrana (Figura 5). No caso de os poros manterem uma abertura constante ao longo da espessura da membrana, a mesma é classificada como sendo uma membrana simétrica ou isotrópica. No caso oposto de ocorrer uma diferença no tamanho dos poros ao longo da membrana, esta será classificada como assimétrica ou anisotrópica. Estas membranas possuem uma camada homogénea bastante fina de entre 0,1 e 1 μm e uma

camada porosa com dimensões de poros normalmente maiores e com uma espessura bem mais elevada de entre 100 a 200 μm . A camada homogénea ou ativa é a responsável pelo cut-off de separação sendo o tamanho dos poros desta camada a barreira limitante ao tamanho das partículas obtidas no fluxo de permeado (Carvalho, 2008).

A diferença de tamanhos entre as duas camadas permite que as partículas de maiores dimensões sejam eliminadas antes de entrarem em contacto com os poros mais pequenos da fase ativa da membrana atuando assim como uma primeira filtração e servindo para evitar a colmatação da membrana.

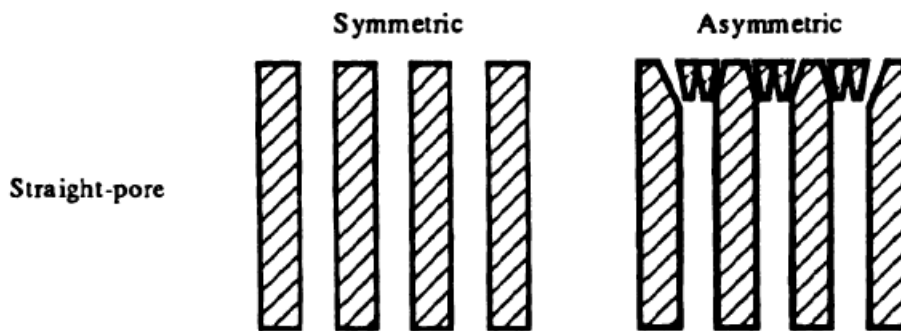


Figura 5 – Esquema das morfologias de uma membrana

Olhando à composição química das membranas, constata-se que nos diversos tipos de indústria as membranas mais utilizadas são poliméricas. Estas são construídas através de diversos materiais sintéticos, inorgânicos ou cerâmicos tais como as polissulfonas, poliamidas, poliésteres entre outros (Hsieh, 1996). Estes materiais conferem à membrana resistência a altas temperaturas bem como a diferenças de pH elevadas.

1.2.2 Modos de operação

As membranas escolhidas podem operar em diversas configurações modulares tendo em conta a configuração e o modo como as membranas estão dispostas no sistema.

Como principais módulos de membrana existem os de membranas planas e os de membranas tubulares.

No primeiro caso as membranas são dispostas em forma de placa sendo uma folha de membrana colocada entre espaçadores e o material de suporte do sistema.

Estes módulos podem apresentar uma configuração em placa ou quadro (Figura 6) ou em forma de cartucho em espiral (Figura 7), sendo estes caracterizados por serem mais económicos do ponto de vista de produção do próprio módulo bem como por possuírem uma maior área de filtração.

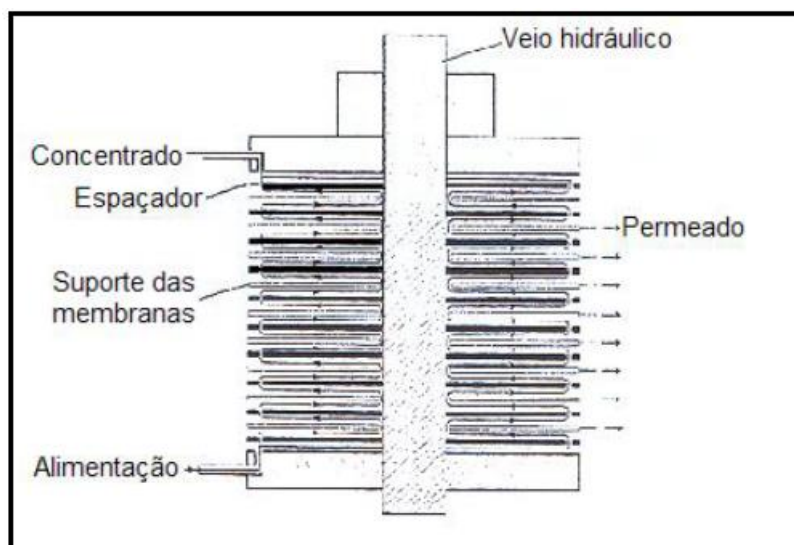


Figura 6 - Esquema de membrana em placa (adaptado de (Aptel e Buckley, 1999))

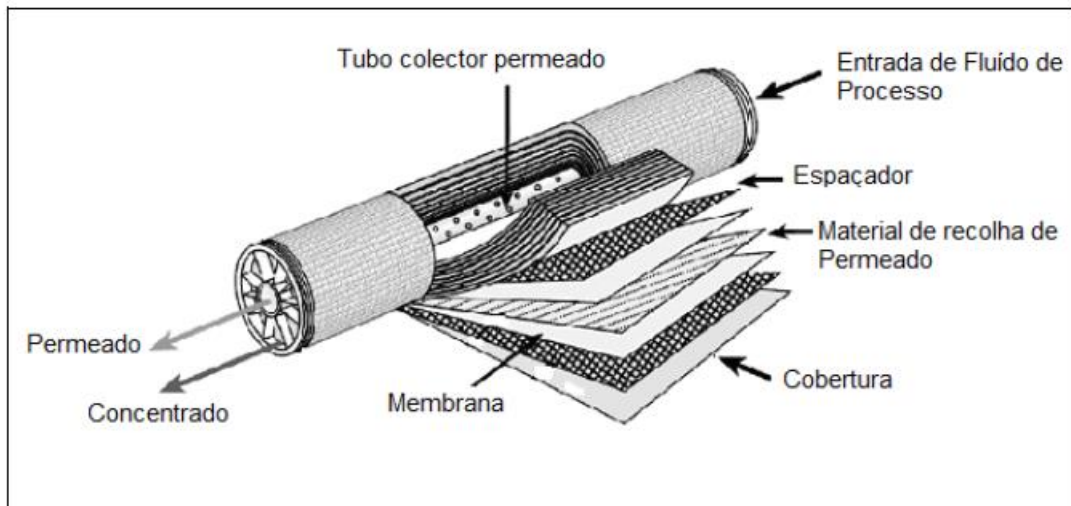


Figura 7 - Esquema de membrana em cartucho espiral (adaptado (Amicon, s.d.))

No caso dos módulos de membranas tubulares as membranas encontram-se no interior de tubos porosos (Figura 8).

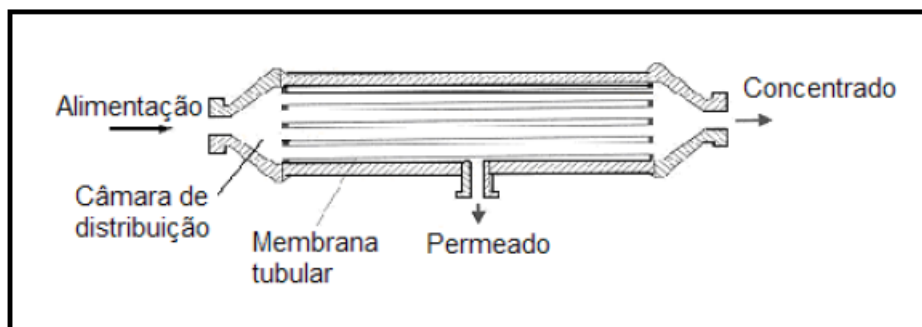


Figura 8 - Esquema de um módulo tubular (adaptado de (Carvalho, 2008))

1.2.3 Tipos de membrana consoante o tamanho dos poros

As membranas utilizadas em processos de filtração tangencial podem ser também agrupadas quanto ao tamanho dos seus poros, uma vez que diferentes tamanhos de poros resultam em diferente separação de materiais. As membranas podem então ser agrupadas em membranas de ultrafiltração (UF), nanofiltração (NF), microfiltração (MF) e osmose inversa (OI).

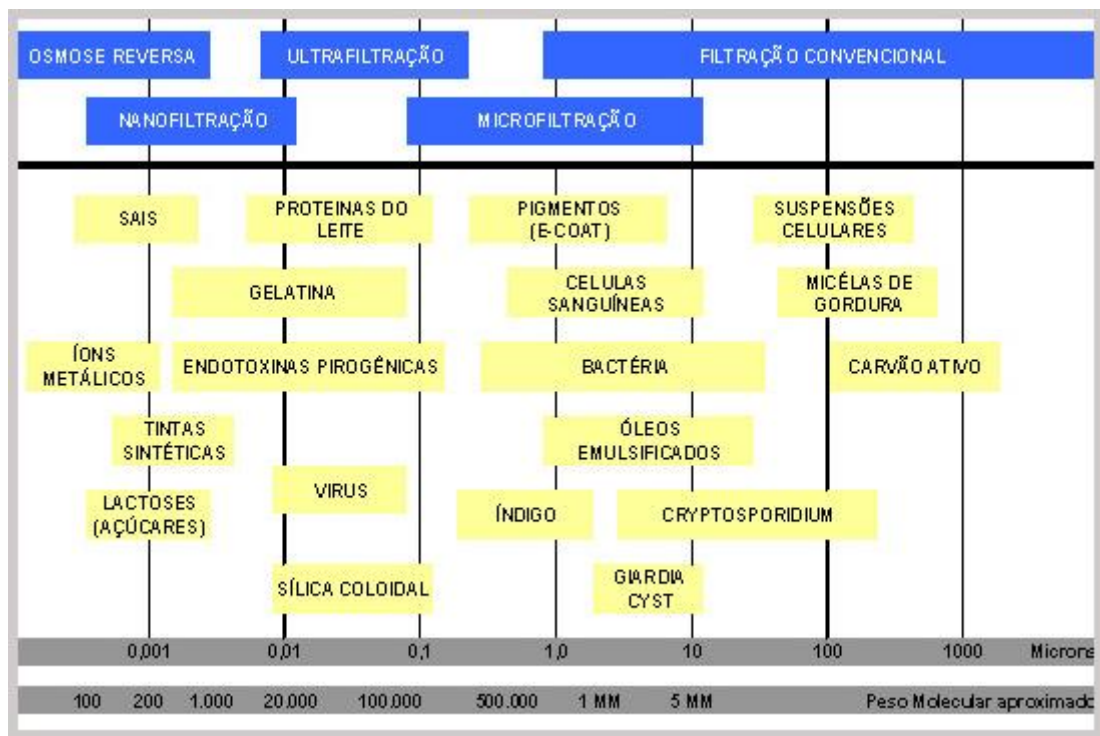


Figura 9 - Diferentes cut-off dos vários tipos de membrana (adaptado de (WGM sistemas, s.d.))

Na Figura 9 são ilustrados os diversos cut-off dos vários tipos de membranas sendo, de entre as categorias apresentadas, a microfiltração a com os tamanhos de poros mais elevados e por isso a que é atravessada por compostos com maiores pesos moleculares tais como células sanguíneas e alguns tipos de bactérias, de seguida temos as membranas de ultrafiltração que geralmente possuem cut-off na ordem de 10^3 a 10^6 Da, sendo exemplos de compostos nesta ordem de grandeza as proteínas do leite, alguns vírus e gelatinas. A nanofiltração apresenta-se como sendo o tipo de separação intermédio entre a osmose inversa e a ultrafiltração, este tipo de membranas possui poros com cut-offs de separação compreendidos entre 200 e 1000 Da e são utilizadas para a separação de solutos orgânicos de baixo peso molecular tais como sais, tintas sintéticas ou lactose.

Por fim, a osmose inversa apresenta-se como a membrana com os poros mais pequenos deste grupo, com diâmetros de 0,5 a 1 nm sendo capaz de reter moléculas pequenas e iões. Para a ocorrência de separação por osmose inversa será necessário fornecer uma pressão transmembranar, a diferença de pressão entre os dois lados da membrana, superior à diferença de pressão osmótica do fluido.

1.2.4 Permeabilidade da membrana

O calculo da permeabilidade de uma membrana permite que seja possível quantificar o material que consegue atravessar essa mesma membrana em cada intervalo de tempo.

Esta grandeza é normalmente expressa em litro de solução por unidade de tempo (h) e por área de membrana (m^2), tornando assim possível de comparar as permeabilidades de diferentes membranas de diferentes tamanhos para uma mesma solução em condições de temperatura idênticas.

O fator temperatura assume um papel importante na permeabilidade de uma membrana a um determinado fluxo uma vez que o aumento da mesma tornará mais fácil a passagem desse mesmo fluxo pela membrana uma vez que diminuirá a viscosidade do mesmo.

1.2.5 Obstáculos que podem ocorrer num processo de filtração

Durante um processo de filtração existem diversos fatores que podem levar a uma perda de desempenho por parte do sistema de filtração que está a ser usado, são exemplo disso as deteriorações físicas da membrana bem como o fenómeno de acumulação sobre a membrana conhecido por *fouling*.

1.2.5.1 Deterioração física da membrana

A deterioração de uma membrana pode ter a sua origem em fenómenos físicos ou químicos. Exemplos de agentes físicos são a pressão e temperatura inadequadas durante o processo de filtração. Uma pressão demasiado elevada pode levar à ocorrência de colmatação dos poros da membrana através da passagem forçada de algumas partículas demasiadamente grandes para os poros da membrana que está a ser utilizada, podendo ocorrer em casos extremos o rompimento da mesma, danificando assim irreversivelmente a membrana.

Uma elevada temperatura que ultrapasse os limites definidos pelos produtores da membrana a utilizar pode também levar a alterações irrecuperáveis na sua integridade.

No campo dos fenómenos químicos temos como principal fator o uso de soluções com valores de pH demasiado altos ou baixos e que não se enquadrem nos valores referenciados pelo fabricante no catálogo do produto. Para além da solução a ser filtrada, também os agentes de limpeza devem ser adequados à membrana onde serão utilizados.

1.2.5.2 *Fouling*

O *fouling* é um fenómeno que ocorre durante o processo de separação sendo caracterizado pela perda de performance da membrana, ou seja, com o passar do tempo e com a acumulação de material na superfície da membrana irá ocorrer uma redução gradual do fluxo de permeado.

Esta redução pode ser reversível ou irreversível conforme seja possível, através de processos de limpeza, recuperar a membrana de modo a que esta apresente um rendimento semelhante ao verificado no início do processo.

1.2.6 Pré-tratamento da solução de alimentação

De modo a minimizar estes fenómenos que afetam negativamente o processo de separação por membranas, pode proceder-se a um pré-tratamento da solução de alimentação do sistema.

De entre os pré-tratamentos utilizados com regularidade temos os tratamentos térmicos, ajuste de pH, a adição de agentes complexantes, a clarificação química ou processos de pré-filtração e centrifugação (Carvalho, 2008).

Os pré-tratamentos a aplicar bem como a sua severidade deverão ser adequados ao tipo de solução que se pretende separar, bem como as características do material do qual a membrana é composta e a sua interação com o material de alimentação.

1.2.7 Limpeza da membrana e equipamento

Uma limpeza adequada do sistema de filtração bem como da membrana utilizada após uma atividade de filtração apresenta-se como um dos principais fatores no combate à ocorrência de processos de *fouling* e danos na membrana.

Os diversos métodos de limpeza podem ser agrupados em métodos de limpeza hidráulicos, mecânicos ou químicos. No caso da limpeza de matérias orgânicas que se acumulem na superfície de uma membrana, os processos de limpeza químicos apresentam um papel preponderante na recuperação de uma membrana no fim de um processo de filtração.

Esta limpeza química pode ser conseguida através da utilização de diversos agentes, tais como ácidos fortes ou fracos, bases, enzimas e agentes complexantes (Mulder, 1991).

Tal como no caso das soluções de alimentação, também os agentes de limpeza químicos devem ser adequados à membrana onde serão utilizados para que não sejam eles mesmos um perigo para a integridade da mesma.

1.2.8 Pressão transmembranar

Um dos parâmetros com maior importância num processo de separação tangencial por membranas é a pressão transmembranar (equação 3).

Este parâmetro caracteriza-se como sendo a diferença de pressão do fluxo à entrada do módulo (P_e) de filtração e a pressão deste à saída (P_s).

$$\Delta P = P_e - P_s \quad (3)$$

Esta diferença de pressão é observável ao longo da superfície da membrana e variável ao longo do comprimento da mesma devido ao atrito entre a sua superfície e a solução.

2. Objetivos

O objetivo deste trabalho foi o estudo das condições ideais para a maximização e otimização do processo de extração de extrato de *Fucus vesiculosus*.

Foi estudada a influência de diferentes cut-off de membranas, diferenças de pressão transmembranar e de caudal de alimentação nas características das soluções retidas e permeadas no fim do processo de filtração tangencial.

Perviamente foi otimizado o binómio tempo-temperatura do processo de extração para a obtenção do maior teor de sólidos dissolvidos.

3. Materiais e Métodos

3.1 Preparação de extratos de alga

De modo a determinar qual o binómio de tempo e temperatura ideal para a obtenção de uma maior massa de extrato liofilizado foram realizados diversos testes. Os mesmos consistiram na produção de extratos usando uma proporção de 1 para 20 de farinha de alga para massa de água.

De modo a obter esta proporção foram utilizados 140 ml de água destilada à qual foram adicionados 7 gramas de farinha de *Fucus vesiculosus* em frascos Schott. Foram realizados ensaios a quatro temperaturas diferentes, 25, 50, 75, 100 e 120°C sendo a suspensão de alga exposta a estas diferentes temperaturas durante intervalos de tempo de 5, 60 e 120 minutos numa autoclave modelo Raypa RES-75 (Espanha).

Terminado o processo de extração, a solução foi centrifugada numa centrifugadora Rotanta 460R (Alemanha) durante 10 minutos e sujeita a pressões de 6780 rpm. Findado este processo foi recolhido o sobrenadante dos tubos de centrifugações e rejeitado o pellet formado. Este sobrenadante foi depois pesado e colocado em caixas de alumínio para ser liofilizado sendo depois pesado novamente no fim do processo.

3.2 Sistema de Membrana e condições estudadas

A filtração realizada neste trabalho realizou-se através da passagem de diversos extratos de algas produzidos através do aquecimento de uma solução de água destilada e farinha de algas durante 120 minutos a uma temperatura de 120°C.

O sistema de filtração usada foi um sistema de membrana Sepa CF II Membrane Cell (Estados Unidos da América) (Figura 10) com recirculação de concentrado até se obter um volume de permeado de 500 ml e partindo de um volume de solução de alimentação de 2000 ml.

O fluxo de permeado foi medido ao longo tempo em intervalos de 2 e 3 minutos alternados de modo a ser possível realizar o cálculo do caudal de permeado e tendo assim dados sobre o acontecimento de fenómenos de *fouling* que diminuirão a performance da membrana. O retido sai da célula de titânio onde se encontra a membrana passando de seguida por um rotâmetro que mede o caudal de retido, sendo possível assim controlar e testar o sistema e a membrana a diferentes velocidades de caudal. Depois de passar pelo rotâmetro, o fluxo de retido volta de novo ao recipiente de alimentação.

Foram testadas membranas de cut-offs de 150 kDa e de 50 kDa. Os caudais testados foram de 8,84 ml/min que equivale a uma medição de 4,5 no rotâmetro do sistema e um caudal de 10,36 ml/min equivalente a uma medição de 5,5. As pressões transmembranares testadas foram de 2, 5 e 8 bar. Devido à restrição de tempo proveniente do fim de período de estágio não foi possível concluir os estudos da membrana de 50 kDa tendo por isso sido realizados unicamente testes a um caudal de 5,5.

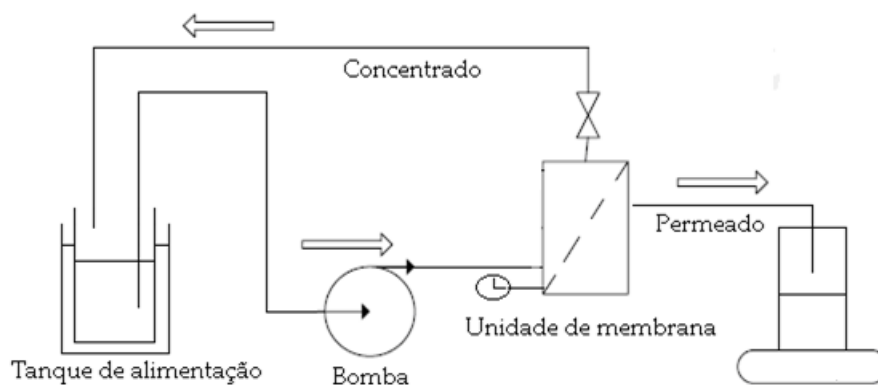


Figura 10 - Esquema do sistema de membrana utilizado (adaptado de (Carvalho, 2008))

3.3 Tipo de membranas

As membranas utilizadas foram membranas em folha da marca Nadir, de polietérsulfona, com cut-off de 50 e 150 kDa. Estas membranas conseguem trabalhar com gamas de pH e temperatura bastante elevados (Tabela 9)

Tabela 9 - Características das membranas utilizadas

Designação	Marca	Polímero	Cut-off (kDa)	Gama de pH	Fluxo típico (litro/m ² .h)
UH050	Nadir	polietérsulfona	50	0-14	2121
UP150	Nadir	polietérsulfona	150	0-14	7136

3.4 Operações de limpeza

De modo a manter a membrana e o sistema nas melhores condições para uma futura utilização e para permitir recuperar parcialmente a performance da membrana para valores próximos dos obtidos antes da filtração, foi necessário proceder a uma correta limpeza do sistema após cada utilização.

Numa primeira fase procedeu-se à retirada do máximo de solução de alimentação do sistema. Este processo foi conseguido através da circulação de grandes volumes de água no sistema alternado a abertura ou fecho do canal de fluxo de filtrado de modo a se realizar a limpeza do mesmo.

Depois de feita esta primeira limpeza superficial, foi necessário proceder a uma limpeza mais profunda utilizando um agente de limpeza capaz de deteriorar material orgânico que terá ficado alojado no sistema. Para isto foi utilizada uma solução de P3 ultrasil 11 produzida através da dissolução de 300 gramas deste agente de limpeza por cada 6 litros de água.

Esta solução é depois feita circular no sistema durante alguns minutos alternado as velocidades de caudal bem como abrindo e fechando o canal do fluxo de permeado de maneira a limpar o sistema de filtração.

Por último, procedeu-se a nova limpeza do sistema usando desta vez água destilada para expulsar todos os resíduos da solução de limpeza e possível material orgânico ainda existente no sistema.

3.5 Análises físicas

De modo a caracterizar os extratos obtidos pelas diversas combinações de membrana/velocidade/pressão foram realizadas diversas análises físicas aos mesmos.

Estas análises têm em vista determinar a influência dos diversos fatores escolhidos em cada teste sobre as várias características físicas de um líquido, neste caso, os extratos de algas.

Os extratos foram analisados quando ao seu valor de pH, sólidos totais, turbidez, massa volúmica, viscosidade e cor no sistema $L^*a^*b^*$.

3.5.1 pH

O pH caracteriza-se como sendo uma medida da concentração de iões de hidrogénio num determinado líquido apresentando-se como um parâmetro importante para a determinação da acidez dos mesmos sendo desejado ou não que a sua concentração seja elevada consoante e pretenda uma solução acida ou básica.

Os testes de pH foram feitos utilizando um equipamento de medição de pH, PHM61 da Radiometer Copenhagen.

A análise consistiu numa primeira lavagem da sonda de medição com água destilada de modo a remover quaisquer detritos que se encontrassem na mesma, de seguida a sonda foi colocado na amostra em análise e feita a medição do valor de pH numa escala de 1 a 14 no visor do equipamento, a sonda foi depois retirada da amostra e mais uma vez limpa. Este processo foi feito em triplicado para cada amostra.

3.5.2 Sólidos totais

Do ponto de vista teórico toda a matéria existente em líquido com a exceção da própria água pode ser classificada como material sólido. Contudo, do ponto de vista analítico, este indicador classifica-se como toda a matéria que permanece após a evaporação da fase líquida de determinada solução depois da mesma ser exposta a elevadas temperaturas durante um período de tempo (Sousa, 2001).

De modo a determinar a quantidade de sólidos totais nas diversas soluções, foram realizados ensaios de secagem onde foram colocados cerca de 5 gramas de cada solução em caixas de Petri. Estas caixas foram depois colocadas a secar durante 16 h a uma temperatura de 105°C até que toda a água presente tenha sido evaporada. Foram realizadas determinações ensaios em triplicado.

3.5.3 Turbidez

Um fluido pode ver a sua transparência diminuída pela presença de materiais em suspensão. Estes materiais presentes no fluido interferem grandemente com a passagem de luz através do mesmo.

São várias as matérias que se podem encontrar em suspensão podem elas ser orgânicas ou inorgânicas variando em tamanho entre partículas coloidais até sólidos de maiores dimensões. (Sousa, 2001)

No caso dos extratos, e mesmo após a etapa centrifugação pré-filtração, estão presentes vários componentes que podem influenciar a passagem da luz pela solução.

Na análise de turbidez foi utilizado um turbidímetro HI 83749 da HANNA Instruments (Portugal). Foi necessário numa primeira fase proceder à calibração do equipamento em questão, para isso foram usadas 4 soluções de calibração com valores de 0,10, 15, 100 e 500 unidades neflométricas de turbidez (UNT).

Feita a calibração foram colocados cerca de 10 ml da amostra em estudo em pequenos fracos de quartzo sendo os mesmos limpos com papel antes de serem colocados no

aparelho de medição de modo a que possíveis detritos ou dedadas no exterior não tenham influência na medição obtida.

Esta análise foi realizada em triplicado.

3.5.4 Análise de Cor

A cor dos extratos produzidos foi analisada no sistema L*a*b* sendo medida em triplicado para cada amostra de extrato filtrado e de extrato retido de cada combinação de fatores.

Nesta análise foi utilizado um equipamento CT-310 Chroma Meter da Konika Minolta.

O procedimento experimental consistiu numa primeira fase na calibração do equipamento usando água destilada como amostra padrão. De seguida, amostras de extrato foram colocadas na célula de quartzo utilizada pelo equipamento para a leitura da cor no sistema L*a*b*.

3.5.5 Massa volúmica

A massa volúmica foi obtida através da utilização de picnómetros de 100ml. Estes picnómetros foram primeiramente pesados vazios sendo de seguida cheios de extrato e foi retirado o extrato em excesso até ao nível do mesmo se encontrar na marca presente no picnómetro. Foram depois pesados e foi comparado o seu peso quando cheio de extrato com o seu peso quando vazios, o que em conjunto com o volume usado que era de 100 ml para o picnómetro em questão, permite obter o valor da massa volúmica do extrato em estudo (equação 4).

$$\text{massa volúmica} = \frac{(\text{Peso picnómetro cheio} - \text{Peso picnómetro vazio})}{\text{Volume do picnómetro}} \quad (4)$$

3.5.6 Viscosidade

A viscosidade foi determinada através da utilização de viscosímetros capilares de vidro.

Estes viscosímetros foram mergulhados num banho de modo a que fosse possível controlar a temperatura do extrato. Esta temperatura foi estabelecida em 25°C.

Foi colocado um volume previamente estabelecido de extrato no interior do capilar, de 9 ml, e depois deixado no interior do mesmo, mergulhado no banho de modo a atingir e estabilizar na temperatura pretendida.

O teste foi realizado através da sucção do extrato até o mesmo se encontrar acima da marca superior de leitura. De seguida o líquido foi deixado escoar tendo sido cronometrado o tempo que o mesmo demorou a escoar da marca superior de leitura até a marca final. Esta leitura foi realizada em quintuplicado para cada solução de extrato retido e filtrado.

Obtidos os dados do tempo de escoamento foi feita uma média aritmética dos mesmos procedendo-se depois ao cálculo da viscosidade aplicando a equação 5.

Nesta equação entram também os valores da massa volúmica previamente calculada bem como a constante associada ao viscosímetro escolhido.

$$\text{Viscosidade} = \text{Tempo de escoamento} \times \text{Massa volúmica do extrato} \times \text{Constante do capilar (5)}$$

3.6 Análise estatística

De modo a estudar mais aprofundadamente as relações entre as diversas variáveis obtidas através das análises realizadas aos extratos produzidos e correspondentes filtrados, procedeu-se a um tratamento estatísticos dos dados obtidos.

Todas as medições, como já foi demonstrado, foram feitas em triplicado e foram testadas quanto a sua variância e correlação entre elas utilizando o software estatístico IBM SPSS Statistics (v24, IBM, Armonk, USA).

Foi realizado um estudo das médias dos dados através da aplicação do teste ANOVA a dois fatores. As médias, no caso do estudo dos dados influenciados pelas pressões aplicadas, foram separadas através do método de Tukey. O nível de significância aplicada aos testes foi de 0,05.

De modo a testar a correlação entre os diferentes dados e os fatores de variação independentes (membrana, velocidade e pressão) foi também realizado um estudo de correlação aplicando o método de Pearson.

4. Resultados e Discussão

4.1 Rendimento do processo de extração

O rendimento do processo de extração é claramente afetado pela temperatura e tempo de extração. Foi possível observar que uma maior temperatura contribui muito positivamente para um maior teor de sólidos no extrato (Figura 11). Um maior valor de temperatura de extração tem efeitos positivos na solubilidade e rácio de transferência de massa. De um modo geral é possível afirmar que quanto maior for a temperatura de um líquido de extração maior será o seu poder penetrante resultando assim numa maior eficiência e velocidade de extração (Ali e Ahmand, 2011).

Este aumento elevado do rendimento do processo com a temperatura e tempo de extração é bastante positivo do ponto de vista da otimização da produção de volumes elevados de extrato. As elevadas temperaturas contribuirão para uma maior facilidade na quebra de ligações dos compostos da farinha de algas contribuindo assim para um maior rendimento nos extratos no fim de liofilizados. Existirá uma maior quantidade de material extraído de uma mesma quantidade de farinha de *Fucus* inicial, no entanto, poderá ser um problema devido à possível deterioração de algum componente bioativo que se apresente como desejável que não consiga resistir a estas condições extremas de tempo de temperatura.

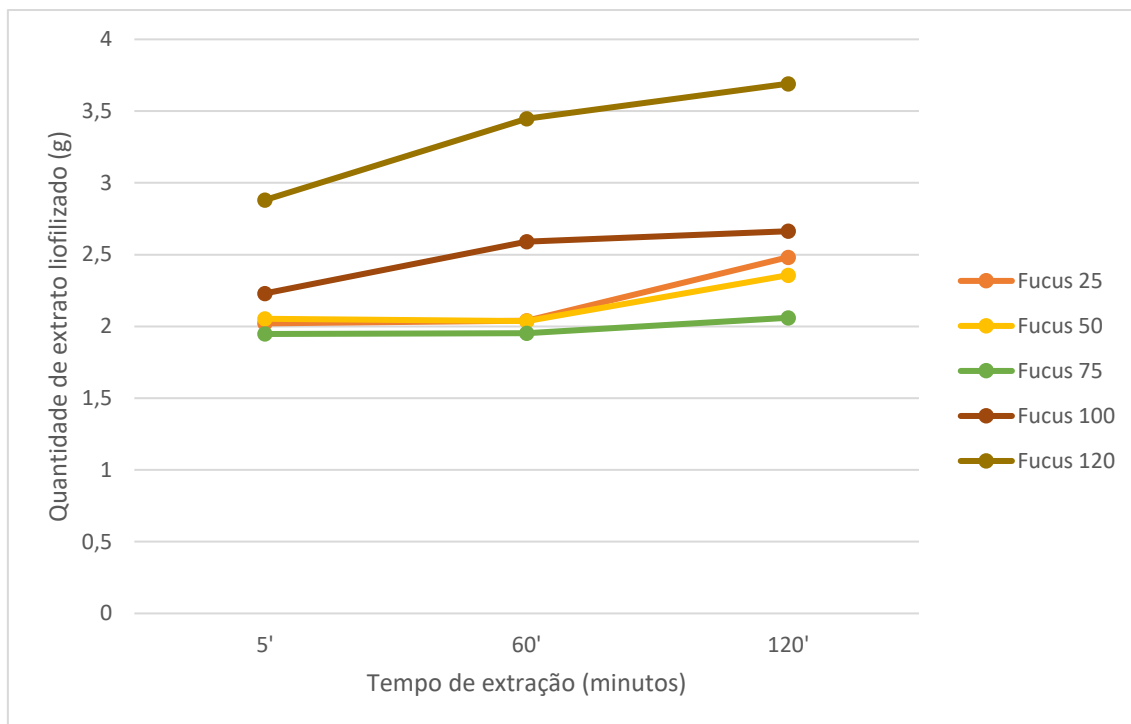


Figura 11 – Rendimento das extrações de *Fucus vesiculosus*

Com base nestes resultados, selecionou-se a extração a 120°C durante 2 h para obtenção dos extratos sujeitos ao processo de filtração.

Seria interessante proceder a um estudo futuro onde fosse comparado a quantidade dos vários constituintes do extrato de *Fucus* ao longo dos diversos valores de temperatura de modo a determinar qual a temperatura máxima que esses compostos seriam capazes de sustentar antes de se desnaturarem sendo depois possível obter a melhor combinação entre o rendimento e quantidade de compostos obtidos.

4.2 Permeabilidade da membrana à água

De modo a testar a permeabilidade intrínseca de cada membrana, foram realizados diversos testes com água destilada de modo a se poder proceder ao traçar de uma reta de calibração e através da equação da mesma poderemos calcular a permeabilidade da membrana a utilizar.

Este trabalho foi realizado para as duas membranas em estudo, 150 kDa (Figura 12) e 50 kDa (Figura 13). As permeabilidades obtidas foram, respetivamente, 36,692 e 146,65 litros por metro quadrado por hora (LMH). Estes valores são surpreendentes uma vez que seria de esperar que fossem obtidos resultados contrários, onde a membrana de 150kDa possui-se uma permeabilidade mais baixa, estes resultados poderão se dever a algum tipo de erro de leitura, contaminação do sistema ou um possível erro de identificação das membranas por parte do fabricante.

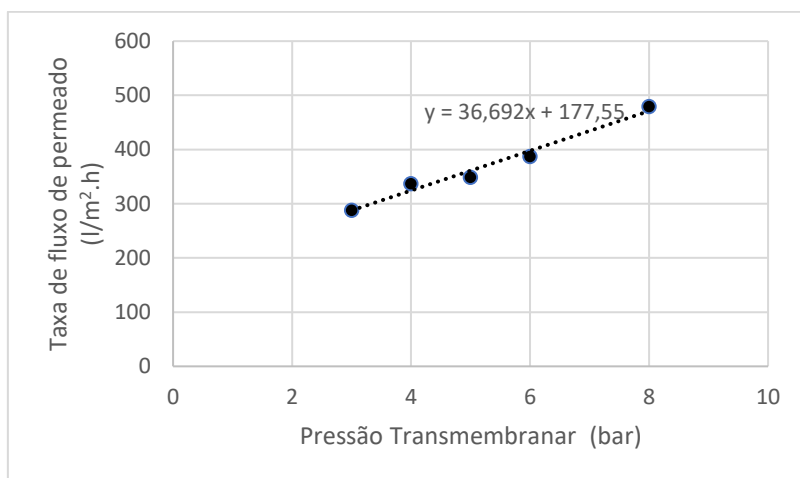


Figura 12 - Curva de permeabilidade membrana 150kDa

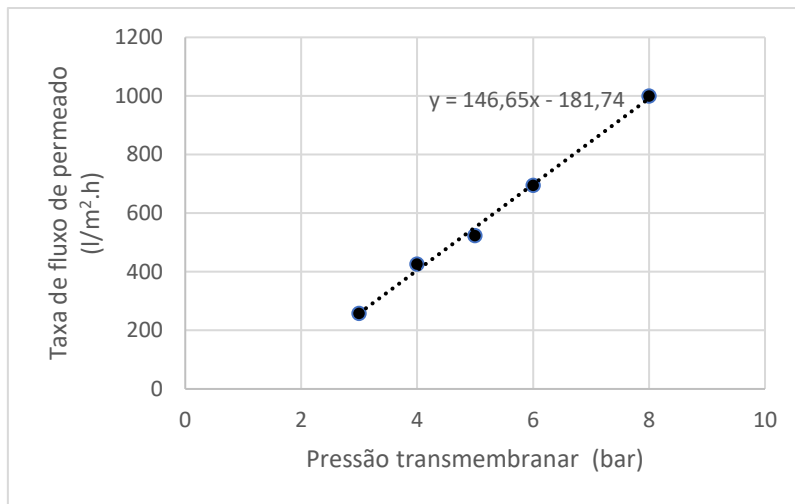


Figura 13 - Curva de permeabilidade membrana 50kDa

4.3 Testes de perda de fluxo de permeado

Ao longo do processo de filtração, e devido à ocorrência de fenômenos de *fouling* e acumulação de material na superfície da membrana, foi possível observar uma redução do caudal de permeado. Contudo, e ao contrário do que seria inicialmente previsto, apesar das membranas possuírem cut-offs diferentes, o caudal de filtrado para uma mesma velocidade de caudal de retido estabilizou em valores semelhantes (Figuras 14 e 15). Isto pode ser explicado pelo facto de que o principal limitador ao fluxo de filtrado, nestas condições, ser o caudal utilizado e não o cut-off da membrana como inicialmente pensado. Isto pode ser observado na Figura 14 e na Figura 15 onde os caudais finais de filtrado estabilizaram em valores semelhantes para os processos de filtração realizados a volumes de caudal idênticos independentemente da membrana em uso.

Neste caso as velocidades de corte a quando de um caudal de 5,5 parecem ser suficientes para provocar o arrastamento de material reduzindo assim o fenómeno de *fouling* de tal forma que o se observem caudais de filtrado semelhantes independentemente de se usar uma membrana de 150 ou 50 kDa.

Seria interessante estudar a influência de um caudal de 4,5 neste mesmo caudal final nas duas membranas, contudo, devido as limitações de tempo mencionadas anteriormente foi impossível concluir estas análises.

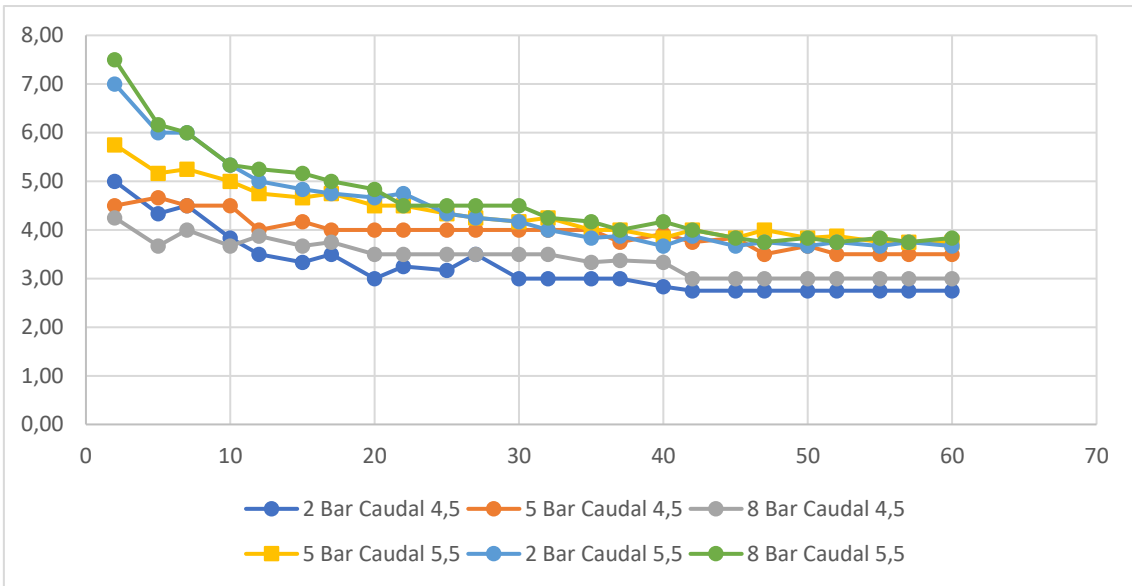


Figura 14 - Perdas de fluxo na membrana de 150kDa

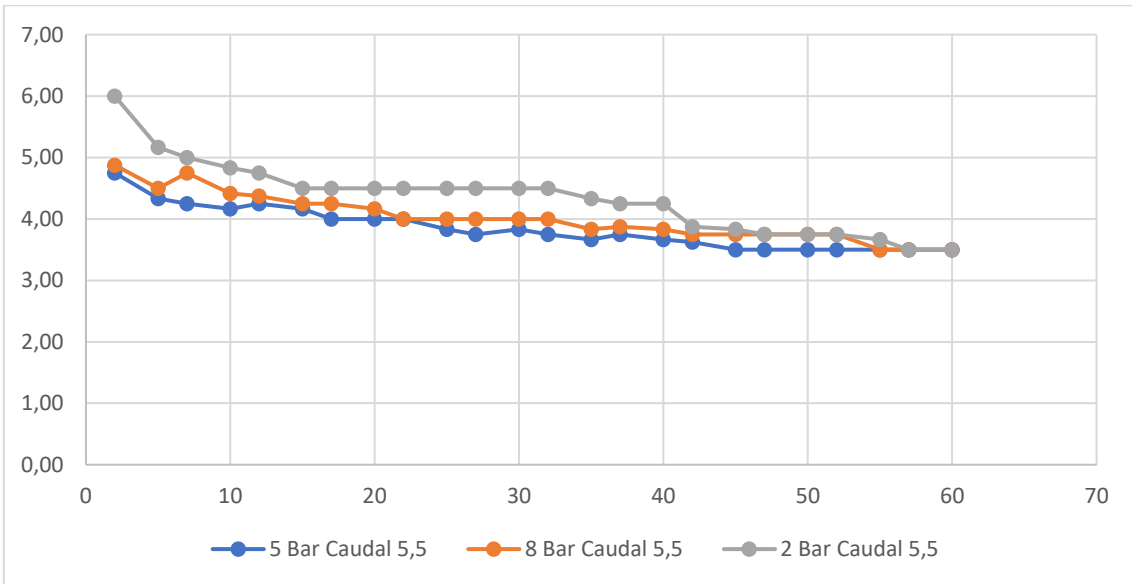


Figura 15 - Perdas de fluxo na membrana de 50kDa

4.4 Análises físicas

Na Tabela 10 pode observar-se um resumo das várias análises realizadas aos extratos ao longo do trabalho. Foram analisados os valores de pH, sólidos totais e turbidez das soluções de extrato filtrado e retido.

Extrato em teste	pH		Sólidos Totais (g)		Turbidez (UNT)	
	Filtrado	Retido	Filtrado	Retido	Filtrado	Retido
50kDa 8bar Velocidade 5,5	5,10	4,9	0,0850	0,1551	30,983	294,333
50kDa 5bar Velocidade 5,5	5,20	5,0	0,0763	0,1475	19,617	296,000
50kDa 2 bar Velocidade 5,5	5,10	5,60	0,0766	0,1395	102,333	267,667
150kDa 8 bar Velocidade 5,5	5,45	5,50	0,0700	0,1336	105,167	403,500
150kDa 5 bar Velocidade 5,5	5,40	5,50	0,0674	0,1445	188,833	411,667
150kDa 2 bar Velocidade 5,5	5,20	5,40	0,0741	0,1362	144,667	366,330
150kDa 8 bar Velocidade 4,5	5,50	5,20	0,0771	0,1561	34,100	397,167
150kDa 5 bar Velocidade 4,5	5,40	5,35	0,0855	0,1549	11,933	245,167
150kDa 2 bar Velocidade 4,5	5,60	5,70	0,0981	0,1596	72,967	223,800

Tabela 10 - Tabela resumo das análises aos extratos

4.4.1 pH

Olhando aos resultados obtidos para os valores de pH das soluções de permeado e de retido, não é possível traçar uma associação lógica entre valores, uma vez que em alguns casos os valores de pH da solução filtrada são maiores que os da solução retida (Tabela 10) enquanto que noutros casos podemos observar o contrário. Contudo, é possível observar que os valores se encontram todos entre uma gama de 5 e 5,5 de pH. Estes valores de pH são mais baixos do que os valores da água destilada usada como líquido de extração que se encontra perto de valores de 6,5 de pH. Este valor indicamos que ocorreu a extração de compostos da farinha de algas para a água compostos esses responsáveis por este abaixamento de pH.

4.4.2 Sólidos totais

As soluções de retido possuem valores muito mais elevados de sólidos totais. Isto deve-se ao facto de muito material ter ficado retido, tornando assim esta solução numa solução muito mais concentrada (Tabela 10).

No entanto, não foi possível observar diferenças significativas entre os sólidos totais de soluções obtidas através da filtração por membranas com um cut-off de 150 kDa de outras obtidas através de membranas com cut-off de 50kDa.

Isto poderá ter explicação no facto de serem cut-off relativamente próximos podendo também indicar que a maioria dos constituintes deste extrato se encontrem em valores de peso molecular superiores ou inferiores aos separados por estes cut-off.

4.4.3 Análise de turbidez

É possível observar que a turbidez é reduzida em parte no extrato filtrado pois as partículas de maior dimensão que os poros da membrana em uso foram removidas para a solução de retido (Tabela 10).

Um menor tamanho dos poros da membrana irá permitir soluções mais límpidas algo que pode ser observado nos valores de turbidez obtidos para os extratos filtrados utilizando uma membrana de 50kDa em oposição ao extrato utilizando uma membrana de 150kDa.

Comparando ambos os conjuntos de dados de uma mesma membrana, mas obtidos através de velocidades de caudal diferentes, podemos observar que os valores de turbidez em UNT nos extratos filtrados obtidos através de velocidades mais altas são mais elevados que os extratos obtidos a velocidades mais baixas.

4.4.4 Análise de cor

Analisando os resultados à análise de cor dos extratos, pode observar-se que o extrato filtrado (Tabela 11) possui valores de *b* mais baixos, assim como de *a*, o que justifica a sua cor mais âmbar em comparação com o castanho mais escuro que é possível observar no caso das soluções de retido (Tabela 12).

Esta diferença nas tonalidades poderá indicar uma maior concentração de fucoxantina nos extratos retido uma vez que este pigmento é o responsável pela cor castanha das algas da família Fucus.

Tabela 11 - Análise de cor à solução filtrada

Filtrado	L*	a*	b*
50kDa 8bar Velocidade 5,5	95,240	-0,263	5,977
50kDa 5bar Velocidade 5,5	97,180	-0,620	5,500
50kDa 2 bar Velocidade 5,5	91,410	-0,030	10,583
150kDa 8 bar Velocidade 5,5	94,320	-0,510	9,680
150kDa 5 bar Velocidade 5,5	94,010	-0,520	7,230
150kDa 2 bar Velocidade 5,5	93,453	-0,523	10,783
150kDa 8 bar Velocidade 4,5	96,717	-0,243	4,737
150kDa 5 bar Velocidade 4,5	97,870	-0,540	6,453
150kDa 2 bar Velocidade 4,5	96,433	-0,660	7,573

Tabela 12 - Análise de cor à solução retida

Retido	L*	a*	b*
50kDa 8bar Velocidade 5,5	86,227	0,297	25,497
50kDa 5bar Velocidade 5,5	86,860	-0,760	27,000
50kDa 2 bar Velocidade 5,5	86,013	0,340	25,127
150kDa 8 bar Velocidade 5,5	78,920	1,490	29,987
150kDa 5 bar Velocidade 5,5	80,623	1,180	28,870
150kDa 2 bar Velocidade 5,5	85,373	0,787	28,970
150kDa 8 bar Velocidade 4,5	83,983	0,240	26,860
150kDa 5 bar Velocidade 4,5	85,940	-0,060	26,267
150kDa 2 bar Velocidade 4,5	86,593	-0,370	26,613

4.4.5 Massa volúmica e viscosidade

Numa primeira análise, as massas volúmicas dos extratos produzidos (Tabela 13), não apresentam diferenças claras entre os retidos e filtrados (Tabela 13). Em alguns casos, a massa volúmica será maior no retido, enquanto que noutros casos a massa volúmica é maior no filtrado podendo estas inconsistências ter origem em algum erro associado ao processo de medição da massa volúmica através do uso de picnómetros.

No caso da viscosidade os valores são bastante mais elevados no caso do retido, fruto da sua maior concentração em comparação com filtrado. A maior quantidade de sólidos no retido devido à sua concentração através do processo de filtração, contribui para que o mesmo possua uma viscosidade mais elevada, algo que é observável no teste de medição de viscosidade através de capilares de vidro utilizado neste trabalho.

Tabela 13 – Massa volúmica e viscosidade dos extratos analisados

Extrato em teste	Massa volúmica (g/ml)		Viscosidade (Pa.s)	
	Filtrado	Retido	Filtrado	Retido
50kDa 8bar Velocidade 5,5	1,09162	1,09856	1,122	2,210
50kDa 5bar Velocidade 5,5	1,08918	1,09498	1,091	2,092
50kDa 2 bar Velocidade 5,5	1,09164	1,09804	1,162	2,168
150kDa 8 bar Velocidade 5,5	1,08724	1,0951	1,162	2,080
150kDa 5 bar Velocidade 5,5	1,08796	1,0949	1,100	2,048
150kDa 2 bar Velocidade 5,5	1,097	1,08242	1,162	2,012
150kDa 8 bar Velocidade 4,5	1,0626	1,05276	1,077	2,267
150kDa 5 bar Velocidade 4,5	1,0908	1,09988	1,107	2,208
150kDa 2 bar Velocidade 4,5	1,09036	1,09826	1,212	2,067

4.4.6 *Estudo da relação entre as diferentes variáveis*

Depois de realizadas todas análises físicas aos extratos filtrados foi possível obter os resultados que se encontram na Tabela 14 no caso do extrato filtrado e na Tabela 15 no caso do extrato retido contudo, como referido anteriormente, no caso da membrana de 50 kDa só existem dados relativos ao caudal de 5,5 uma vez que por restrições de tempo não foi possível concluir todos os ensaios com esta membrana durante o período de estagio.

Tabela 14 - Análise estatística da solução de filtrado

Filtrado	Membrana		P value	Velocidade		P value	Pressão			P value
	150	50		4,5	5,5		2 bar	5 bar	8 bar	
pH	5,425 ± 0,125	5,133 ± 0,050	0,000	5,500±0,087	5,242±0,141	0,000	5.300±0,229	5,333±0,033	5,350±0,189	0,838
Sólidos (g)	0,079±0,011	0,079±0,049	0,880	0,087±0,009	0,075±0,006	0,000	0,083±0,012	0,0764±0,008	0,077±0,007	0,269
Turbidez (UNT)	92,944±62,989	50,967±38,840	0,080	26,763±8,921	61,130±14,408	0,011	106,656±31,228	73,450±86,681	56,750±36,340	0,191
Massa volúmica (g/ml)	1,086±0,012	1,091±0,001	0,523	1,081±0,016	1,091±0,004	0,184	1,093±0,004	1,089±0,001	1,080±0,016	0,309
Viscosidade (Pa.s)	1,137±0,051	1,125±0,035	0,737	0,071±0,041	0,033±0,014	0,964	1,179±0,029 ^a	1,099±0,008 ^b	1,120±0,043 ^{ab}	0,043
Cor (b*)	7,742±2,058	7,353±2,431	0,666	1,123±0,412	2,210±0,521	0,017	9,647±1,558 ^a	6,394±0,750 ^b	6,798±2,227 ^b	0,000

Tabela 15 - Análise estatística da solução de retido

Retido	Membrana		P value	Velocidade		P value	Pressão			P value
	150	50		4,5	5,5		2 bar	5 bar	8 bar	
pH	5,442±0,158	5,167±0,328	0,006	5,417±0,222	5,317±0,275	0,354	5,567±0,132 ^a	5,283±0,222 ^b	5,200±0,260 ^b	0,003
Sólidos (g)	0,148±0,010	1,147±0,007	0,975	0,157±0,003	0,143±0,008	0,000	0,145±0,011	0,149±0,005	0,148±0,011	0,656
Turbidez (UNT)	341,222±79,407	286,056±15,816	0,052	288,611±81,981	339,944±58,349	0,072	285,889±63,825 ^a	317,611±73,976 ^{ab}	365,000±53,099 ^b	0,048
Densidade (g/ml)	1,088±0,019	1,097±0,002	0,470	1,086±0,029	1,094±0,006	0,513	1,093±0,009	1,099±0,007	1,082±0,026	0,478
Viscosidade (Pa.s)	2,114±0,100	2,157±0,060	0,523	2,181±0,103	2,102±0,074	0,222	2,083±0,079	2,116±0,083	2,185±0,096	0,388
Cor (b*)	27,928±1,446	25,874±0,859	0,001	26,580±0,087	27,575±1,883	0,131	26,903±1,678	27,379±1,163	27,448±1,994	0,750

Olhado primeiramente para os dados obtidos para o filtrado, pode observar-se que existem casos de diferenças significativas pontuais, em alguns indicadores, entre membranas, pressões e velocidades de caudal.

No caso das diferentes membranas são possíveis observar diferenças significativas entre os valores de pH entre as duas membranas em estudo.

Através do estudo da correlação de Pearson dos valores (Anexo V) é possível observar que os coeficientes de correlação entre o pH e a membrana será de -0,800, ou seja, o facto de este valor ser negativo indica que com a diminuição da dimensão dos poros da membrana o valor do pH terá tendência a diminuir.

Olhando para os dados da velocidade pode observar-se que existem diferenças significativas para os valores de sólidos totais, pH, cor no espectro dos amarelos e turbidez.

Consultando os valores do coeficiente de correlação de Pearson (Anexo V) pode observar-se que no caso do pH e dos sólidos, um aumento da velocidade de caudal de retido irá provocar um menor pH e um menor valor de sólidos no extrato filtrado. Em oposição, no caso dos valores de cor e de turbidez, uma maior velocidade provocará um aumento destes indicadores.

Por fim, olhando para a relação entre a pressão e os valores obtidos nas análises ao extrato filtrado pode observar-se diferenças significativas nos valores da viscosidade e da cor do extrato obtido a diferentes pressões.

Neste caso, uma vez que se possui mais que 2 conjuntos de dados para a pressão, uma vez que existem 3 pressões em estudo, pode agrupar-se os dados onde é possível observar diferenças significativas.

Quanto aos valores da viscosidade pode concluir-se que os valores obtidos em extratos filtrados a 2 bar serão significativamente diferentes dos obtidos a 5 bar, contudo, os valores obtidos a 8 bar não serão significativamente diferentes de nenhum destes dois grupos. Os valores para a cor agrupar-se-ão em 2 grupos sendo os extratos filtrados a 5 e 8 bar significativamente diferentes dos obtidos a 2 bar no que toca a valores de cor.

Analisando os dados obtidos para as soluções de extrato retido notamos que, tal como no caso dos extratos filtrados, existem diferenças entre alguns valores.

Mais uma vez começando pela análise das relações dos valores obtidos para as diferentes membranas pode notar-se que diferentes membranas influenciam significativamente os valores de cor e pH obtidos, no caso do pH o mesmo já tinha sido verificado para os extratos filtrados.

Passando para a análise dos dados tendo em conta diferentes velocidades podemos observar que uma alteração da mesma provocará diferenças significativas nos valores de sólidos totais presentes no extrato filtrado.

Por fim, e analisando os valores para as diferentes pressões, é possível verificar que uma alteração no valor da pressão a que se realizará a operação de filtração influenciará os valores de pH e turbidez obtidos nos extratos filtrados.

5. Conclusão

A partir da análise dos resultados obtidos foi possível determinar um binômio de tempo e temperatura ideal de 120°C durante 120 minutos de extração, esta combinação permite-nos obter o máximo de volume de extrato filtrado de entre todas as combinações testadas.

Depois de obtido este extrato de depois de se proceder ao processo de filtração tangencial é possível observar que as alterações nos valores de pressão e de velocidade usados bem como nos cut-off das membranas escolhidas têm influência direta nos valores das análises realizadas aos diferentes extratos.

Ao longo da filtração foi também possível observar-se que o fator limitante no que ao caudal de filtrado diz respeito, neste caso específico, será o do caudal de entrada em uso e não o valor do cut-off das membranas escolhidas.

Foi impossível traçar uma tendência global, ou seja, é impossível dizer que um aumento de caudal provocará um aumento ou diminuição de todos os valores dos indicadores em estudo. Contudo, feito um estudo caso a caso através de análise estatística é possível encontrar diferenças significativas e casos específicos em que a variação dos valores das variáveis independentes deste processo (pressão, velocidade e cut-off da membrana) têm uma influência positiva ou negativa nos valores obtidos nas análises de determinado indicador.

Como modo de melhoria deste trabalho seria interessante no futuro proceder ao estudo de ainda mais cut-off de membrana bem como diferentes velocidades para além das duas utilizadas.

Este trabalho da produção e filtração de extrato possui uma relação direta com o trabalho realizado no capítulo I deste relatório uma vez que se apresenta como uma solução viável para a introdução direta de extratos de algas em massas alimentícias ou como uma forma de se proceder ao isolamento de um componente benéfico nos extratos em questão para uma posterior inclusão neste alimento.

Bibliografia

- Abbott, Isabella - Ethnobotany of seaweeds: clues to uses of seaweeds. **Hydrobiologia**. 326:1 (1996), 15–20.
- Ali, Mohamad W.; Ahmand, Arshad; - Effect of Extraction Process Parameters on the Yield of Bioactive Coumpounds from teh Roots of Eurycoma Longifolia. **Jurnal Teknologi**. 60:1 (2011), 51-57.
- Almeida, Cynthia Layse F. DE - Bioactivities from marine algae of the genus *Gracilaria*. **International Journal of Molecular Sciences**. . ISSN 14220067. 12:7 (2011) 4550–4573.
- Anandhan, S.; Sorna, H. - Biorestraining potentials of marine macroalgae collected from Rameshwaram, Tamil Nadu. **J Res**. 5 (2011), 385-392
- Baiano, A., Del Nobile, M. A. - Influence of drying temperature on the spaghetti cooking quality. **Journal of Food Engineering**. 76:3 (2006), 341–347.
- Blunden, G. - Agricultural uses of seaweeds and seaweed products. **Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential**. (1991), 65–81.
- Bocanegra, A.; Bastida, S.; Benedí, J.; Ródenas, S.; Sánchez-Muniz, F.J. - Characteristics and nutritional and cardiovascular-health properties of seaweeds. **J. Med Food**. 12 (2009), 236–258.
- Brownlee, I.; Fairclough, A.; Hall, A.; Paxman, J. - The potential health benefits of seaweed and seaweed extract. In *Seaweed: Ecology, Nutrient Composition and Medicinal Uses*. **Marine Biology: Earth Sciences in the 21st Century**. (2012), 119–136

- Cardoso, Susana M. - Seaweeds as preventive agents for cardiovascular diseases: From nutrients to functional foods. **Marine Drugs**. . ISSN 16603397. 13:11 (2015) 6838–6865.
- Carvalho, Julio M. – **Recuperação de Ácido Láctico por Filtração Tangencial**. Lisboa: [S.n.] 2008. Dissertação de mestrado.
- Crouch, I.J.; Van Staden, J. - Commercial seaweed products as biostimulants in horticulture. **Journal of Home and Consumer Horticulture** 1 (1994), 19–76.
- Cubadda, R. E., Carcea, M., Marconi, E., & Trivisonno, M. C. - Influence of gluten proteins and drying temperature on the cooking quality of durum wheat pasta. **Cereal Chemistry**. 84:1 (2007), 48–55.
- Crosbie, G.B. - The relationship between starch swelling properties, paste viscosity and boiled noodle quality in wheat flours. **J Cereal Sci** 13 (1991), 145–50.
- Dawczynski, C.; Schubert, R.; Jahreis, G. - Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. **Food Chem**. 103 (2007) 891–899.
- De Jesus Raposo, M.; de Morais, A.; de Morais, R. - Marine Polysaccharides from Algae with Potential Biomedical Applications. **Mar. Drugs**. 13 (2015), 2967–3028.
- D’Egidio, M. G.; Mariani, B. M.; Nardi, S.; Novaro, P.; Cubadda, R. - Chemical and technological variables and their relationships: A predictive equation for pasta cooking quality. **Cereal Chemistry**. 67 (1990), 275–281.
- Delcour, J. A.; Vansteelandt, J.; Hythier, M. C.; Abécassis, J.; Sindic, M.; Deroanne, C. - Fractionation and reconstitution experiments provide insight into the role of gluten and starch interactions in pasta quality. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 48:9 (2000), 3767–3778.

- Dexter, J. E.; Matsuo, R. R.; Macgregor, A. W. (1985). Relationship of instrumental assessment of spaghetti cooking quality to the type and the amount of material rinsed from cooked spaghetti. **Journal of Cereal Science**. 3:1 (1985), 39–53.
- Dexter, J. E.; Matsuo, R. R.; Morgan, B. C. - **Spaghetti stickiness – Some factors influencing stickiness and relationship to other cooking quality characteristics**. **Journal of Food Science**. 48:5 (1983), 1545–1551.
- Dexter, J. E.; Matsuo, R. R.; Morgan, B. C. - High-temperature drying – Effect on spaghetti properties. **Journal of Food Science**. 46:6 (1981), 1741–1746.
- Dexter, J. E.; Dronzek, B. L.; Matsuo, R. R. - Scanning electron-microscopy of cooked spaghetti. **Cereal Chemistry**. 55:1 (1978), 23–30.
- Don C, Lichtendonk; Plijter, J.; van Vliet, T.; Hamer R. - The effect of mixing on glutenin particle properties: aggregation factors that affect gluten function in dough. **J Cereal Sci**. 41(2005), 69–83.
- Freile-Pelerguín, Y.; Robledo, D. - Bioactive Compounds from Algae. In **Bioactive Compounds from Marine Foods: Plant and Animal Sources**., West Sussex: Blanca, H.-L., 2013. ISBN 978-1-118-41284-8. p. 113–130.
- Ganapathy, Selvam; Balamurugan M.; Thinakaran T.; Sivakumar K. - Developmental changes in the germination, growth and chlorophyllase activity of *Vigna mungo* L. using seaweed extract of *Ulva reticulata* Forsskal. **Intn Res J Pharm**. 4:1 (2013) 252-254.
- Harvey, W. - **Biotechnology**, 6 (1988), 488-492

- Holdt, S.L.; Kraan, S. - Bioactive compounds in seaweed: Functional food applications and legislation. **J. Appl. Phycol.** 23 (2011), 543–597.
- Hsieh, H. P. - Inorganic membranes for separation and reaction. In **Membrane Science and Technology Series**. Amesterdão: Elsevier Science B.V., 1996. ISBN 0-444-81677-1. EUA Vol. 3.
- Jiménez-Escrig, A.; Sánchez-Muniz, F - Dietary fibre from edible seaweeds: Chemical structure, physicochemical properties and effects on cholesterol metabolism. **Nutr. Res.** 20 (2000), 585–598.
- Kill, R.C. 2001. **Introduction in Pasta and Semolina Technology**. 1ªed. Londres: Blackwell Sciences Ltd, 2001. ISBN 0-632-05349-6
- Kadam, Shekhar U.; PRABHASANKAR, P. - Evaluation of cooking, microstructure, texture and sensory quality characteristics of shrimp meat-based pasta. **Journal of Texture Studies**. . ISSN 00224901. 43:4 (2012) 268–274.
- Kloareg, B.; Quatrano, R. - Structure of cell walls of marine algae and ecophysiological functions of the matrix polysaccharides. **Oceanogr Mar Biol Annu** 26 (1988), 259–315.
- Kuda, T.; Taniguchi, E.; Nishizaw, M.; Araki, Y. - Fate of water-soluble polysaccharides in dried *Chorda filum* a brown alga during water washing. **Journal of Food Composition and Analysis**. 15 (2002), 3-9.
- Lahaye, M.; Marine algae as a source of dietary fibers: Determination of soluble and insoluble dietary fiber contents in some ‘sea vegetable’. **J. Sci. Food Agric.** 54(1993), 523–535.

- Li, Ming; DHITAL, Sushil; WEI, Yimin - Multilevel Structure of Wheat Starch and Its Relationship to Noodle Eating Qualities. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. . ISSN 15414337. 16:5 (2017) 1042–1055.
- Li, Y; Wijesekara, I.; Li, Y.; Kim, K. - Phlorotannins as bioactive agents from brown algae. **Process Biochem.** 46 (2011), 2219–2224.
- Mabeu, S.; Fleurence J. - Seaweed in food products: biochemical and nutritional aspects. **Trends Food Science Technol.** 4 (1993), 103–107.
- MACOI. 2008. **Portuguese Seaweed Website**. [Em linha]. Coimbra. [Consult. 25 Maio 2018] Disponível em WWW:<URL:http:\\macoi.ci.uc.pt
- Marchetti L, C.; Campana, L.; Ferrero, C. - Effect of glutens of different quality on dough characteristics and breadmaking performance. **LWT-Food Sci Technol** 46 (2012), 224–231.
- Marchylo, B.; Dexter, J.; (2004)- Improving the texture of pasta. In **D. Kilcast (Ed.)**. Cambridge: CRC press, 2004. ISBN: 1855737248. Vol. 2, p. 475-500
- Mišurcová, L; Škrovánková, S.; Samek, D.; Ambrožová, J.; Machů, L. Health benefits of algal polysaccharides in human nutrition. **Adv. Food Nutr.** 66 (2012), 75-145.
- Ogawa, Takenobu - Effects of drying temperature and relative humidity on spaghetti characteristics. **Drying Technology**. ISSN 15322300. 35:10 (2017) 1214–1224.
- Patel, S. - Therapeutic importance of sulfated polysaccharides from seaweeds: Updating the recente findings. **Biotech.** 2 (2012) 171–185.

- Pollini, C. - THT technology in the modern industrial pasta drying process. **Pasta and Noodle technology.** (1996), 59–74.
- Rama Rao, K. - Effect of seaweed extract on *Zyziphus mauratiana* Lamk. **Journal of Indian Botanical Society.** 71 (1991), 19–21.
- Resmini, P.; Pagani, M. - Ultrastructure studies of pasta – A review. **Food Microstructure.** 2:1 (1983), 1–12.
- Rupérez, P. - Mineral content of edible marine seaweeds. **Food Chem.** 79 (2002), 23–26.
- Sabater C.; Carrasco J. - Effects of pyridaphenthion on growth of five freshwater species of phytoplankton. **Chemosphere.** 44 (2001), 1775–1781.
- Sissons, M. J.; Ames, N. P.; Hare, R. A.; Clarke, J. M. - Relationship between glutenin subunit composition and gluten strength measurements in durum wheat. **Journal of the Science of Food and Agriculture.** 85:14 (2005), 2445–2452.
- Shimazu, T.; Kuriyama, S.; Hozawa, A.; Ohmori, K.; Sato, Y.; Nakaya, N.; Nishino, Y.; Tsubono, Y.; Tsuji, I. - Dietary patterns and cardiovascular disease mortality in Japan: A prospective cohort study. **Int. J. Epidemiol.** 36 (2007), 600–609.
- Toyokawa, H.; Rubenthaler, G.; Powers, J.; Schanus, E. - Japanese noodle qualities. **I. Flour components. Cereal Chem** 66 (1989), 382–386.
- Troccoli, A.; Borrelli, G. M.; De Vita, P.; Fares, C.; Di Fonzo, N. - Durum wheat quality: A multidisciplinary concept. **Journal of Cereal Science.** 32:2 (2000), 99–113.

- Turan, M.; Köse, C. - Seaweed extracts improve copper uptake of grapevine. **Acta Agriculturae Scandinavica. Section B, Soil and Plant Science.** 54 (2004), 213–220.
- Veraverbeke, W. S.; Delcour, J. A. - Wheat protein composition and properties of wheat glutenin in relation to bread making functionality. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition.** 42:3 (2002), 179–208.
- Verkleij, F.N. - Seaweed extracts in agriculture and horticulture: a review. **Biological Agriculture and Horticulture** 8 (1992), 309–324.
- Wood, J. A.; Batey, I. L.; Hare, R. A.; Sissons, M. J. - A comparison of Australian and imported spaghetti. **Food Australia.** 53:8 (2001), 349–354.
- Yamori, Y.; Miura, A.; Taira, K. - Implications from and for food cultures for cardiovascular diseases: Japanese food, particularly Okinawan diets. **Asia Pac. J. Clin. Nutr.** 10 (2001), 144–145.
- Zhang, X.; Schmidt, R.E. - Hormone-containing products' impact on antioxidant status of tall fescue and creeping bentgrass subjected to drought. **Crop Science.** 40 (2000), 1344–1349.
- Zweifel, C.; Handschin, S.; Escher, F.; Conde-Petit, B. - Influence of hightemperature drying on structural and textural properties of durum wheat pasta. **Cereal Chemistry** 80:2 (2003), 159–167.



Anexos

Anexo I – Ficha técnica da alga Gracilaria

FICHA TÉCNICA - *Gracilaria sp.* | Desidratada | BIO



1. Dados do Produtor	
Identificação	ALGAplus – Produção e comercialização de algas e seus derivados, Lda
Morada	CIEMar - Travessa Alexandre da Conceição s/n, 3830-196, Ílhavo, Portugal
Telefone	+351 937980006
E-mail	geral@algaplus.pt
Website	www.algaplus.pt

2. Especificações Gerais de Produto		
Identificação	Nome Científico	<i>Gracilaria sp.</i>
	Nome Comum	Cabelo-de-velha Ogonori
Origem	Portugal	
Código Barras	5600736851 416 D	
Marcas	 	

3. Forma de apresentação			
3.1 Tipologias de Produto		3.2 Embalagem	
		3.2.1 Características	3.2.2 Formato
	Desidratada Inteira	Sacos de papel com reforço interno plástico;	<ul style="list-style-type: none"> • 100 kg; • 10 kg; • 5x1 kg; • 1 kg; • 500 g; • 250 g; • 100 g.
	Desidratada moída Flocos Granulometria: <ul style="list-style-type: none"> • 0.25 - 1.5 mm • 1.5 - 4.0 mm • 4.0 - 10.0 mm 	Sacos de papel com reforço interno plástico;	<ul style="list-style-type: none"> • 100 kg; • 10 kg; • 5x1 kg; • 1 kg; • 500 g; • 250 g; • 100 g.
	Desidratada moída Farinha Granulometria: <ul style="list-style-type: none"> • <0.25 mm 	Baldes de plástico com tampa adequados a uso alimentar	<ul style="list-style-type: none"> • 750 g

4. Codificação Interna e Rastreabilidade	
Códigos Internos	<i>Espécie</i> G1
	<i>Desidratada Inteira</i> D
	<i>Desidratada moída</i> M
Lote	A codificação do lote é composta pelo código da espécie, seguido da indicação da semana e ano da produção e, por fim, pelo código de identificação da tipologia de produto. Ex. <i>Gracilaria sp.</i> desidratada inteira produzida no dia 3 de janeiro de 2017: G1.0117.D
<i>É mantido um sistema eficaz de rastreabilidade em todo o processo, através da criação de lotes e da documentação interna, sendo possível identificar a origem e destino de todos os produtos processados e comercializados.</i>	

5. Características Organoléticas	
Cor	Vermelho escuro, quase castanho;
Cheiro	Característico Marinho;
Sabor	Característico

6. Valor Nutricional	
6.1 Macronutrientes (por 100 g de alga)	
Valor Energético (kcal)	210
(kJ)	873
Lípidos totais (g)	1,4
AG saturados (g)	0,42
AG polinsaturados (g)	0,16
Hidratos de Carbono (g)	8,4
Açúcares (g)	0,2
Proteína (g)	21,9
Fibra alimentar (g)	5,9
6.2 Micronutrientes – Vitaminas e Minerais* (por 100 g de alga)	
Potássio (mg)	5853
Cálcio (mg)	1292
Fósforo (mg)	177
Magnésio (mg)	412
Ferro (mg)	19,7
Zinco (mg)	3,3
Cobre (mg)	0,4

2 / 4

Manganésio (mg)	103,5
Iodo (µg)	494300
*Vitaminas e Minerais presentes em quantidades significativas, de acordo com o Regulamento (UE) nº 1189/2011.	
6.3 Outros constituintes	
Sal (g)	5,9
Humidade (%)	12%

7. Critérios Microbiológicos


Parâmetros	Limite crítico
<i>Microorganismos totais a 30 °C</i>	≤10 ⁵ ufc/g (1)
<i>Anaérobios Sulfito-Redutores</i>	≤10 ² ufc/g (1)
<i>Estafilococcus coagulase positiva</i>	≤10 ² ufc/g (1)
<i>Coliformes fecais</i>	≤10 ufc/g (1)
<i>Clostridium perfringens</i>	≤ 1 ufc/g (1)
<i>Bolores</i>	≤10 ³ ufc/g (2)
<i>Leveduras</i>	≤10 ⁵ ufc/g (2)
<i>Salmonella spp.</i>	Ausente em 25 g (1,2)
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausente em 25 g (2)

(1) Regulação francesa – CEVA 2014
 (2) Valores Guia para avaliação da qualidade microbiológica de alimentos INSA_Grupo 3

8. Critérios Toxicológicos_ metais pesados e outros elementos

Parâmetros	Limite crítico
<i>Arsénio inorgânico</i>	3 mg/kg (peso seco) (1)
<i>Estanho</i>	5 mg/kg (peso seco) (1)
<i>Cádmio</i>	0,5 mg/kg (peso seco) (1) 3 mg/kg (peso fresco) (2)
<i>Chumbo</i>	5 mg/kg (peso seco) (1)
<i>Mercúrio</i>	0,1 mg/kg (peso seco) (1)
<i>Iodo</i>	2000 mg/kg (peso seco) (1)

(1) Regulação francesa – CEVA 2014
 (2) Regulamentos CE nº 629/2008; 420/2011; 488/2014 para suplementos alimentares que consistam exclusiva ou principalmente em algas secas ou em produtos derivados de algas

9. Informação ao Consumidor Rotulagem	
<i>Denominação do(s) Produto(s)</i>	<ul style="list-style-type: none"> Alga cabelo-de-velha/ ogonori (<i>Gracilaria sp.</i>) desidratada inteira Alga cabelo-de-velha/ ogonori (<i>Gracilaria sp.</i>) desidratada em flocos Farinha de alga cabelo-de-velha/ ogonori (<i>Gracilaria sp.</i>) desidratada
<i>Identificação do Produtor</i>	ALGAplus – Produção e comercialização de algas e seus derivados, Lda.
<i>Quantidade líquida</i>	Variável consoante o formato da embalagem (ponto 3.2.2)
<i>Ingredientes</i>	100% alga desidratada da espécie <i>Gracilaria sp.</i>
<i>Informação Nutricional</i>	Apresentar dados: Valor Energético, Hidratos Carbono, Açúcares, Lipídios totais, AG saturados, Proteínas, Fibra, Sal; Vitaminas e Minerais (em quantidades significativas)
<i>Alergénios</i>	Produto não alergénico; Dada a sua origem natural conter vestígios de: <ul style="list-style-type: none"> Peixe, Crustáceos, Moluscos; Produto isento de glúten.
<i>Info adicional</i>	Ausência de OGM Sem corantes nem conservantes
	Produto de origem biológica Certificação Biológica por entidade competente e independente SATIVA PT-BIO-03 
<i>Data de durabilidade mínima</i>	Estabelecida até 3 anos após o embalamento. O não cumprimento das condições ideais de conservação pode induzir alterações nas características de qualidade do produto, diminuindo o prazo estabelecido.



10. Condições de Transporte e Conservação	
<i>Transporte</i>	Transporte realizado em veículos fechados.
<i>Armazenamento</i>	Manter a embalagem fechada, em local abrigado de fontes diretas de luz e calor, Armazenar em local isento de humidade e à temperatura ambiente.

Anexo II – Ficha técnica da alga Fucus

FICHA TÉCNICA - *Fucus vesiculosus* | Desidratada | BIO



1. Dados do Produtor	
Identificação	ALGAplus – Produção e comercialização de algas e seus derivados, Lda
Morada	CIEMar - Travessa Alexandre da Conceição s/n, 3830-196, Ílhavo, Portugal
Telefone	+351 937980006
E-mail	geral@algaplus.pt
Website	www.algaplus.pt

2. Especificações Gerais de Produto		
Identificação	Nome Científico	<i>Fucus vesiculosus</i>
	Nome Comum	Fava-do-mar kelp
Origem	Portugal	
Código Barras	5600736851 461 D	
Marcas	 	

3. Forma de apresentação			
3.1 Tipologias de Produto		3.2 Embalagem	
		3.2.1 Características	3.2.2 Formato
	<i>Desidratada Inteira</i>	Sacos de papel com reforço interno plástico;	<ul style="list-style-type: none"> • 100 kg; • 10 kg; • 5x1 kg; • 1 kg; • 500 g; • 250 g; • 100 g.
	<i>Desidratada moida Flocos</i> Granulometria: <ul style="list-style-type: none"> • 0.25 - 1.5 mm • 1.5 - 4.0 mm • 4.0 - 10.0 mm 	Sacos de papel com reforço interno plástico;	<ul style="list-style-type: none"> • 100 kg; • 10 kg; • 5x1 kg; • 1 kg; • 500 g; • 250 g; • 100 g.
	<i>Desidratada moida Farinha</i> Granulometria: <ul style="list-style-type: none"> • <0.25 mm 	Baldes de plástico com tampa adequados a uso alimentar	<ul style="list-style-type: none"> • 750 g

1 / 4

ALGAplus – Produção e comercialização de algas e seus derivados, Lda.
www.algaplus.pt | geral@algaplus.pt | +351 937 980 006

4. Codificação Interna e Rastreabilidade		
Códigos Internos	Espécie	F1
	Desidratada Inteira	D
	Desidratada moída	M
Lote	A codificação do lote é composta pelo código da espécie, seguido da indicação da semana e ano da produção e, por fim, pelo código de identificação da tipologia de produto. Ex. <i>Fucus vesiculosus</i> desidratada inteira produzida no dia 3 de janeiro de 2017: F1.0117.D	
É mantido um sistema eficaz de rastreabilidade em todo o processo, através da criação de lotes e da documentação interna, sendo possível identificar a origem e destino de todos os produtos processados e comercializados.		

5. Características Organolépticas	
Cor	Castanha
Cheiro	Característico Marinho;
Sabor	Característico

6. Valor Nutricional		
6.1 Macronutrientes (por 100 g de alga)		
Valor Energético (kcal)		209
(kJ)		865
Lípidos totais (g)		2,4
AG saturados (g)		0,46
AG polinsaturados (g)		0,38
Hidratos de Carbono (g)		10,8
Açúcares (g)		0,2
Proteína (g)		14,5
Fibra alimentar (g)		43,1
6.2 Micronutrientes – Vitaminas e Minerais* (por 100 g de alga)		
Biotina B8 (µg)		47,3
Potássio (mg)		3272
Cálcio (mg)		1167
Magnésio (mg)		885
Ferro (mg)		14,7
Zinco (mg)		8,2
Cobre (mg)		0,4
Manganésio (mg)		8,3

Selénio (µg)	88,4
Iodo (µg)	40000
*Vitaminas e Minerais presentes em quantidades significativas, de acordo com o Regulamento (UE) n.º 1169/2011.	
6.3 Outros constituintes	
Sal (g)	7,6
Humidade (%)	12

7. Critérios Microbiológicos


Parâmetros	Límite crítico
<i>Microrganismos totais a 30 °C</i>	≤10 ⁵ ufc/g (1)
<i>Anaérobios Sulfito-Redutores</i>	≤10 ² ufc/g (1)
<i>Estafilococcus coagulase positiva</i>	≤10 ² ufc/g (1)
<i>Coliformes fecais</i>	≤10 ufc/g (1)
<i>Clostridium perfringens</i>	≤ 1 ufc/g (1)
<i>Bolores</i>	≤10 ³ ufc/g (2)
<i>Leveduras</i>	≤10 ⁵ ufc/g (2)
<i>Salmonella spp.</i>	Ausente em 25 g (1,2)
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausente em 25 g (2)

(1) Regulação francesa – CEVA 2014
 (2) Valores Guia para avaliação da qualidade microbiológica de alimentos INSA_Grupo 3

8. Critérios Toxicológicos_ metais pesados e outros elementos

Parâmetros	Límite crítico
<i>Arsénio inorgânico</i>	3 mg/kg (peso seco) (1)
<i>Estanho</i>	5 mg/kg (peso seco) (1)
<i>Cádmio</i>	0,5 mg/kg (peso seco) (1) 3 mg/kg (peso fresco) (2)
<i>Chumbo</i>	5 mg/kg (peso seco) (1)
<i>Mercúrio</i>	0,1 mg/kg (peso seco) (1)
<i>Iodo</i>	2000 mg/kg (peso seco) (1)

(1) Regulação francesa – CEVA 2014
 (2) Regulamentos CE n.º 629/2008; 420/2011; 488/2014 para suplementos alimentares que consistam exclusiva ou principalmente em algas secas ou em produtos derivados de algas

9. Informação ao Consumidor Rotulagem	
<i>Denominação do(s) Produto(s)</i>	<ul style="list-style-type: none"> Alga fava-do-mar/kelp (<i>Fucus vesiculosus</i>) desidratada inteira Alga fava-do-mar/kelp (<i>Fucus vesiculosus</i>) desidratada em flocos Farinha de alga fava-do-mar/kelp (<i>Fucus vesiculosus</i>) desidratada
<i>Identificação do Produtor</i>	ALGAplus – Produção e comercialização de algas e seus derivados, Lda.
<i>Quantidade líquida</i>	Variável consoante o formato da embalagem (ponto 3.2.2)
<i>Ingredientes</i>	100% alga desidratada da espécie <i>Fucus vesiculosus</i>
<i>Informação Nutricional</i>	Apresentar dados: Valor Energético, Hidratos Carbono, Açúcares, Lípidos totais, AG saturados, Proteínas, Fibra, Sal; Vitaminas e Minerais (em quantidades significativas)
<i>Alergénios</i>	Produto não alergénio; Dada a sua origem natural conter vestígios de: <ul style="list-style-type: none"> Peixe, Crustáceos, Moluscos; Produto isento de glúten.
<i>Info adicional</i>	Ausência de OGM Sem corantes nem conservantes
	<p style="text-align: right;"><i>Produto de origem biológica</i> Certificação Biológica por entidade competente e independente SATIVA PT-BIO-03</p> 
<i>Data de durabilidade mínima</i>	Estabelecida até 3 anos após o embalamento. O não cumprimento das condições ideais de conservação pode induzir alterações nas características de qualidade do produto, diminuindo o prazo estabelecido.


10. Condições de Transporte e Conservação	
<i>Transporte</i>	Transporte realizado em veículos fechados.
<i>Armazenamento</i>	Manter a embalagem fechada, em local abrigado de fontes diretas de luz e calor, Armazenar em local isento de humidade e à temperatura ambiente.

Anexo III – Ficha técnica da alga *Ulva*

FICHA TÉCNICA - *Ulva rígida* | Desidratada | BIO



1. Dados do Produtor	
Identificação	ALGAplus – Produção e comercialização de algas e seus derivados, Lda
Morada	CIEMar - Travessa Alexandre da Conceição s/n, 3830-196, Ílhavo, Portugal
Telefone	+351 937980006
E-mail	geral@algaplus.pt
Website	www.algaplus.pt

2. Especificações Gerais de Produto		
Identificação	Nome Científico	<i>Ulva rígida</i>
	Nome Comum	Alface-do-mar
Origem	Portugal	
Código Barras	5600736851 096 D	
Marcas	 	

3. Forma de apresentação			
3.1 Tipologias de Produto		3.2 Embalagem	
		3.2.1 Características	3.2.2 Formato
	<i>Desidratada Inteira</i>	Sacos de papel com reforço interno plástico;	<ul style="list-style-type: none"> • 100 kg; • 10 kg; • 5x1 kg; • 1 kg; • 500 g; • 250 g; • 100 g.
	<i>Desidratada moída Flocos</i> Granulometria: <ul style="list-style-type: none"> • 0.25 - 1.5 mm • 1.5 - 4.0 mm • 4.0 - 10.0 mm 	Sacos de papel com reforço interno plástico;	<ul style="list-style-type: none"> • 100 kg; • 10 kg; • 5x1 kg; • 1 kg; • 500 g; • 250 g; • 100 g.
	<i>Desidratada moída Farinha</i> Granulometria: <ul style="list-style-type: none"> • <0.25 mm 	Baldes de plástico com tampa adequados a uso alimentar	<ul style="list-style-type: none"> • 750 g

ALGAplus – Produção e comercialização de algas e seus derivados, Lda.
www.algaplus.pt | geral@algaplus.pt | +351 937 980 006

1 / 4

4. Codificação Interna e Rastreabilidade		
Códigos Internos	Espécie	U1
	Desidratada Inteira	D
	Desidratada moída	M
Lote	A codificação do lote é composta pelo código da espécie, seguido da indicação da semana e ano da produção e, por fim, pelo código de identificação da tipologia de produto. Ex. <i>Ulva rigida</i> desidratada inteira produzida no dia 3 de janeiro de 2017: U1.0117.D	
E mantido um sistema eficaz de rastreabilidade em todo o processo, através da criação de lotes e da documentação interna, sendo possível identificar a origem e destino de todos os produtos processados e comercializados.		

5. Características Organoléticas	
Cor	Verde
Cheiro	Característico;
Sabor	Característico

6. Valor Nutricional		
6.1 Macronutrientes (por 100 g de alga)		
Valor Energético (kcal)		197
(kJ)		813
Lípidos totais (g)		0,9
AG saturados (g)		0,28
AG polinsaturados (g)		0,57
Hidratos de Carbono (g)		6,9
Açúcares (g)		0,21
Proteína (g)		19,1
Fibra alimentar (g)		42,1
6.2 Micronutrientes – Vitaminas e Minerais* (por 100 g de alga)		
Vitamina A (µg)		200
Vitamina D (µg)		1,31
Vitamina E (mg)		1,95
Vitamina C(mg)		54,6
Riboflavina B2		0,3
Niacina B3 (mg)		8,6
Ác folico B9 (µg)		53
B12 (µg)		9,6

Potássio (mg)	1952
Cálcio (mg)	1198
Fósforo (mg)	181
Magnésio (mg)	2776
Ferro (mg)	78,9
Zinco (mg)	3,7
Cobre (mg)	1,3
Manganésio (mg)	3,9
Selénio (µg)	14,9
Iodo (µg)	9200
*Vitaminas e Minerais presentes em quantidades significativas, de acordo com o Regulamento (UE) n° 1169/2011.	
6.3 Outros constituintes	
Sal (g)	4,6
Humidade (%)	12

7. Critérios Microbiológicos

Parâmetros	Limite crítico
<i>Microrganismos totais a 30 °C</i>	≤10 ⁵ ufc/g (1)
<i>Anaérobios Sulfito-Redutores</i>	≤10 ² ufc/g (1)
<i>Estafilococcus coagulase positiva</i>	≤10 ² ufc/g (1)
<i>Coliformes fecais</i>	≤10 ufc/g (1)
<i>Clostridium perfringens</i>	≤ 1 ufc/g (1)
<i>Bolores</i>	≤10 ³ ufc/g (2)
<i>Leveduras</i>	≤10 ⁵ ufc/g (2)
<i>Salmonella spp.</i>	Ausente em 25 g (1,2)
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausente em 25 g (2)

(1) Regulação francesa – CEVA 2014


(2) Valores Guia para avaliação da qualidade microbiológica de alimentos INSA_Grupo 3

8. Critérios Toxicológicos_ metais pesados e outros elementos

Parâmetros	Limite crítico
<i>Arsénio inorgânico</i>	3 mg/kg (peso seco) (1)
<i>Estanho</i>	5 mg/kg (peso seco) (1)
<i>Cádmio</i>	0,5 mg/kg (peso seco) (1) 3 mg/kg (peso fresco) (2)
<i>Chumbo</i>	5 mg/kg (peso seco) (1)

3 / 4

<i>Mercurio</i>	0,1 mg/kg (peso seco) (1)
<i>Iodo</i>	2000 mg/kg (peso seco) (1)
<small>(1) Regulação francesa – CEVA 2014 (2) Regulamentos CE n.º 629/2008; 420/2011; 488/2014 para suplementos alimentares que consistam exclusiva ou principalmente em algas secas ou em produtos derivados de algas</small>	

9. Informação ao Consumidor Rotulagem	
<i>Denominação do(s) Produto(s)</i>	<ul style="list-style-type: none"> Alga alface-do-mar (<i>Ulva rigida</i>) desidratada inteira Alga alface-do-mar (<i>Ulva rigida</i>) desidratada em flocos Farinha de alga alface-do-mar (<i>Ulva rigida</i>) desidratada
<i>Identificação do Produtor</i>	ALGAplus – Produção e comercialização de algas e seus derivados, Lda
<i>Quantidade líquida</i>	Variável consoante o formato da embalagem (ponto 3.2.2)
<i>Ingredientes</i>	100% alga desidratada da espécie <i>Ulva rigida</i>
<i>Informação Nutricional</i>	Apresentar dados: Valor Energético, Hidratos Carbono, Açúcares, Lípidos totais, AG saturados, Proteínas, Fibra, Sal; Vitaminas e Minerais (em quantidades significativas)
<i>Alergénios</i>	Produto não alergénio; Dada a sua origem natural conter vestígios de: <ul style="list-style-type: none"> Peixe, Crustáceos, Moluscos; Produto isento de glúten.
<i>Info adicional</i>	Ausência de OGM Sem corantes nem conservantes
	Produto de origem biológica Certificação Biológica por entidade competente e independente SATIVA PT-BIO-03 
<i>Data de durabilidade mínima</i>	Estabelecida até 3 anos após o embalamento. O não cumprimento das condições ideais de conservação pode induzir alterações nas características de qualidade do produto, diminuindo o prazo estabelecido.



10. Condições de Transporte e Conservação	
<i>Transporte</i>	Transporte realizado em veículos fechados.
<i>Armazenamento</i>	Manter a embalagem fechada, em local abrigado de fontes diretas de luz e calor, Armazenar em local isento de humidade e à temperatura ambiente.




Anexo IV– Ficha técnica da alga *Porphyra*

PRODUCT SPECIFICATION SHEET - *Porphyra* spp (*dioica* or *umbilicalis*) | Dried | BIO



1. Producer Information	
Identification	ALGAplus – Produção e comercialização de algas e seus derivados, Lda
Address	CIEMar - Travessa Alexandre da Conceição s/n, 3830-196, Ílhavo, Portugal
Phone	+351 937980006
E-mail	geral@algaplus.pt
Website	www.algaplus.pt

2. General Product Specifications		
Identification	Scientific name	<i>Porphyra dioica</i> or <i>Porphyra umbilicalis</i>
	Common name for both species	Atlantic-nori
Origin	Cultivation in the land-based open IMTA system of ALGAplus, located at the coastal lagoon of Ria de Aveiro. Processing: washing with salt water and subsequent dehydration in air-tunnel set at 25°C until a moisture content of 12%. Milling, followed by sieving to the target flake size.	
Bar code	Changes according to each product	
Brands		 

3. Product types and Package Characteristics			
3.1 Product types		3.2 Package	
		3.2.1 Features	3.2.2 Format
	Whole	Paper bags with plastic inner reinforcement; Plastic buckets with lid suitable for food use;	<ul style="list-style-type: none"> • 1 kg • 100 g
	Flakes Particle size: <ul style="list-style-type: none"> • 1.0 - 4.0 mm • 4.0 - 10.0 mm • 1.0 - 10.0 mm 	Paper bags with plastic inner reinforcement; Plastic buckets with lid suitable for food use	<ul style="list-style-type: none"> • 3 kg • To confirm
	Flour/Powder Particle size: <ul style="list-style-type: none"> • <0.25 mm 	Paper bags with plastic inner reinforcement; Plastic buckets with lid suitable for food use (for 750g units);	<ul style="list-style-type: none"> • 10 kg • 750 g

1 / 4

ALGAplus - Produção e comercialização de algas e seus derivados, Lda.
www.algaplus.pt | geral@algaplus.pt | +351 937 980 006

**PRODUCT SPECIFICATION SHEET - *Porphyra* spp
(*dioica* or *umbilicalis*) | Dried | BIO**



4. Internal codes and Traceability		
Internal codes	Species	P1 (for <i>dioica</i>) or P3 (for <i>umbilicalis</i>)
	Whole dried	D
	Flakes/Flour	M/MF
Lot number	Codification of the batch is done using the code of the species, followed by the indication of the month and year of production and, finally, by the identification code of the product type. Ex. Whole dried <i>Porphyra umbilicalis</i> produced in January, 2018: P3.00118.D	
An effective traceability system is maintained throughout the process. Through the creation of lots and the internal documentation it is possible to identify the origin and destination of all products processed and marketed.		

5. Organoleptic characteristics	
Color	Near black
Odor	Soft marine-like smoked
Flavor	Characteristic

6. Nutritional Value		
8.1 Macronutrients (per 100 g of seaweed)		
	Energy (kcal)	255
	(kJ)	1056
	Total fat (g)	1,6
	Saturated FA (g)	1,4
	Polyunsaturated FA (g)	0,6
	Carbohydrates (g)	46,8
	Sugar (g)	10,5
	Protein (g)	31,5
	Dietary fiber (g)	36,3
8.2 Micronutrients – Vitamins and Minerals* (per 100 g of seaweed)		
	Vitamin A (µg)	4650
	Vitamin E (mg)	2,9
	Vitamin C (mg)	57,3
	Tiamine B1 (mg)	0,6
	Riboflavine B2 (µg)	1,9
	Niacine B3 (mg)	5,8
	Vitamin B12 (mg)	38,8
	Potassium (mg)	1733

**PRODUCT SPECIFICATION SHEET - *Porphyra* spp
(*dioica* or *umbilicalis*) | Dried | BIO**



Calcium (mg)	318
Phosphorus (mg)	518
Magnesium (mg)	486
Iron (mg)	37,2
Zinc (mg)	4,5
Cooper (mg)	1,1
Manganese (mg)	3,9
Selenium (µg)	51,2
Iodine (µg)	5100
* Vitamins and Minerals present in significant quantities in accordance with Regulation (EU) No. 1169/2011.	
8.3 Others	
Salt (g)	4,9
Moisture (%)	12

7. Microbiological criteria

HACCP is implemented in the company. Having a controlled cultivation system eliminates the need to perform control analysis to every single batch produced. Analysis are carried out for the different species and batches produced according to a strict chronogram.

Parameters	Critical value
Total viable count (30 °C)	≤10 ⁵ ufc/g (1)
Sulfate-reducing bacteria	≤10 ² ufc/g (1)
<i>Staphylococcus aureus</i>	≤10 ² ufc/g (1)
Fecal coliforms	≤10 ufc/g (1)
<i>Clostridium perfringens</i>	≤ 1 ufc/g (1)
Molds	≤10 ³ ufc/g (2)
Yeast	≤10 ⁵ ufc/g (2)
<i>Salmonella</i> spp.	Absent in 25 g (1,2)
<i>Listeria monocytogenes</i>	Absent in 25 g (2)

(1) French regulation – CEVA 2014 (2) Valores Guia para avaliação da qualidade microbiológica de alimentos INSA_Grupo 3

8. Toxicological criteria_ heavy metals and other elements

Parameters	Critical value
Inorganic Arsenic	3 mg/kg (dry weight) (1)
Tin	5 mg/kg (dry weight) (1)
Cadmium	0,5 mg/kg (dry weight) (1) 3 mg/kg (wet weight) (2)
Lead	5 mg/kg (dry weight) (1)

3 / 4

**PRODUCT SPECIFICATION SHEET - *Porphyra* spp
(*dioica* or *umbilicalis*) | Dried | BIO**



<i>Mercury</i>	0,1 mg/kg (dry weight) (1)
<i>Iodine</i>	2000 mg/kg (dry weight) (1)
<p>(1) French regulation – CEVA 2014 (2) Regulations CE n° 629/2008; 420/2011; 488/2014 for food supplements consisting exclusively or mainly of dried seaweed, products derived from seaweed, or of dried bivalve mollusks</p>	

9. Labelling Consumer information	
<i>Product Name</i>	<ul style="list-style-type: none"> Atlantic-nori whole dried Atlantic-nori milled dried - Flakes Atlantic-nori milled dried - Flour
<i>Producer</i>	ALGAplus – Produção e comercialização de algas e seus derivados, Lda
<i>Net quantity</i>	Variable depending on package format (see 3.2.2)
<i>Ingredients</i>	100% dried seaweed <i>Porphyra dioica</i> or <i>umbilicalis</i>
<i>Nutrition declaration</i>	Energy, Carbohydrates, Sugar, Total fat, Saturated FA, Proteins, Dietary fiber, Salt; Vitamins e Minerals (present in significant amounts)
<i>Allergenicity</i>	Non-allergenic product; Given its natural origin may contain traces of: <ul style="list-style-type: none"> Fish, Crustaceans, Mollusks Gluten free.
<i>Additional information</i>	GMO free No additives, dyes or preservatives
Cultivation and processing have Organic Certification by competent and independent entity SATIVA PT-BIO-03	
<i>Minimum durability date</i>	2 years after drying and packaging
	Failure to follow the ideal storage conditions can induce changes in product quality characteristics, decreasing the minimum durability period established.



10. Transport and Storage specifications	
<i>Transport</i>	Transport carried out in closed vehicles.
<i>Storage</i>	Keep the package closed, in a place sheltered from direct sources of light and heat. Store in a cool, dry place, at room temperature.

Anexo V – Coeficientes de correlação de Pearson para o extrato filtrado

Correlações

		pH	sólidos	turbidez	Densidade	viscosidade	cor_vermelhos	Membrana	velocidade	pressão
pH	Correlação de Pearson	1	,259	,019	-,461	,132	-,246	-,800**	-,709**	,119
	Sig. (bilateral)		,193	,923	,211	,735	,215	,000	,000	,555
	N	27	27	27	9	9	27	27	27	27
sólidos	Correlação de Pearson	,259	1	-,534**	,110	,394	-,258	,031	-,635**	-,254
	Sig. (bilateral)	,193		,004	,779	,293	,194	,880	,000	,200
	N	27	27	27	9	9	27	27	27	27
turbidez	Correlação de Pearson	,019	-,534**	1	,283	,313	,639**	-,343	,481*	-,353
	Sig. (bilateral)	,923	,004		,460	,413	,000	,080	,011	,071
	N	27	27	27	9	9	27	27	27	27
Densidade	Correlação de Pearson	-,461	,110	,283	1	,523	,566	,246	,486	-,554
	Sig. (bilateral)	,211	,779	,460		,148	,112	,523	,184	,122
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
viscosidade	Correlação de Pearson	,132	,394	,313	,523	1	,691*	-,131	,018	-,570
	Sig. (bilateral)	,735	,293	,413	,148		,039	,737	,964	,109
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
cor_vermelhos	Correlação de Pearson	-,246	-,258	,639**	,566	,691*	1	-,087	,455*	-,551**
	Sig. (bilateral)	,215	,194	,000	,112	,039		,666	,017	,003
	N	27	27	27	9	9	27	27	27	27
Membrana	Correlação de Pearson	-,800**	,031	-,343	,246	-,131	-,087	1	,500**	,000
	Sig. (bilateral)	,000	,880	,080	,523	,737	,666		,008	1,000
	N	27	27	27	9	9	27	27	27	27
velocidade	Correlação de Pearson	-,709**	-,635**	,481*	,486	,018	,455*	,500**	1	,000
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,011	,184	,964	,017	,008		1,000
	N	27	27	27	9	9	27	27	27	27
pressão	Correlação de Pearson	,119	-,254	-,353	-,554	-,570	-,551**	,000	,000	1
	Sig. (bilateral)	,555	,200	,071	,122	,109	,003	1,000	1,000	
	N	27	27	27	9	9	27	27	27	27

** A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).

* A correlação é significativa no nível 0,05 (bilateral).

Anexo VI – Coeficientes de correlação de Pearson para o extrato retido (parte 1)

		Correlações								
		Membrana	velocidade	pressão	pH	sólidos	turbidez	Densidade	viscosidade	cor_amarelos
Membrana	Correlação de Pearson	1	,500**	,000	-,511**	-,006	-,379	,278	,246	-,616**
	Sig. (bilateral)		,008	1,000	,006	,975	,052	,470	,523	,001
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	6,000	3,000	,000	-1,650	-,001	-331,000	,018	,086	-12,320
	Covariância	,231	,115	,000	-,063	,000	-12,731	,002	,011	-,474
	N	27	27	27	27	27	27	9	9	27
velocidade	Correlação de Pearson	,500**	1	,000	-,186	-,731**	,352	,252	-,452	,298
	Sig. (bilateral)	,008		1,000	,354	,000	,072	,513	,222	,131
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	3,000	6,000	,000	-,600	-,085	308,000	,016	-,158	5,970
	Covariância	,115	,231	,000	-,023	-,003	11,846	,002	-,020	,230
	N	27	27	27	27	27	27	9	9	27
pressão	Correlação de Pearson	,000	,000	1	-,590**	,143	,470*	-,295	,510	,141
	Sig. (bilateral)	1,000	1,000		,001	,477	,013	,441	,161	,482
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	,000	,000	18,000	-3,300	,029	712,000	-,032	,309	4,900
	Covariância	,000	,000	,692	-,127	,001	27,385	-,004	,039	,188
	N	27	27	27	27	27	27	9	9	27
pH	Correlação de Pearson	-,511**	-,186	-,590**	1	-,269	-,063	,177	-,432	,256
	Sig. (bilateral)	,006	,354	,001		,175	,756	,650	,245	,197
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	-1,650	-,600	-3,300	1,740	-,017	-29,550	,006	-,081	2,763
	Covariância	-,063	-,023	-,127	,067	-,001	-1,137	,001	-,010	,106
	N	27	27	27	27	27	27	9	9	27
sólidos	Correlação de Pearson	-,006	-,731**	,143	-,269	1	-,492**	-,123	,592	-,597**
	Sig. (bilateral)	,975	,000	,477	,175		,009	,752	,093	,001
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	-,001	-,085	,029	-,017	,002	-8,312	,000	,004	-,231
	Covariância	,000	-,003	,001	-,001	,000	-,320	,000	,000	-,009

Anexo VII – Coeficientes de correlação de Pearson para o extrato retido (parte 2)

turbidez	Correlação de Pearson	-,379	,352	,470*	-,063	-,492**	1	-,571	-,186	,744**
	Sig. (bilateral)	,052	,072	,013	,756	,009		,108	,632	,000
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	-331,000	308,000	712,000	-29,550	-8,312	127457,000	-5,246	-9,425	2170,885
	Covariância	-12,731	11,846	27,385	-1,137	-,320	4902,192	-,656	-1,178	83,496
	N	27	27	27	27	27	27	9	9	27
Densidade	Correlação de Pearson	,278	,252	-,295	,177	-,123	-,571	1	-,291	-,150
	Sig. (bilateral)	,470	,513	,441	,650	,752	,108		,447	,701
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	,018	,016	-,032	,006	,000	-5,246	,002	-,003	-,032
	Covariância	,002	,002	-,004	,001	,000	-,656	,000	,000	-,004
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
viscosidade	Correlação de Pearson	,246	-,452	,510	-,432	,592	-,186	-,291	1	-,664
	Sig. (bilateral)	,523	,222	,161	,245	,093	,632	,447		,051
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	,086	-,158	,309	-,081	,004	-9,425	-,003	,061	-,776
	Covariância	,011	-,020	,039	-,010	,000	-1,178	,000	,008	-,097
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
cor_amarelos	Correlação de Pearson	-,616**	,298	,141	,256	-,597**	,744**	-,150	-,664	1
	Sig. (bilateral)	,001	,131	,482	,197	,001	,000	,701	,051	
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	-12,320	5,970	4,900	2,763	-,231	2170,885	-,032	-,776	66,727
	Covariância	-,474	,230	,188	,106	-,009	83,496	-,004	-,097	2,566
	N	27	27	27	27	27	27	9	9	27

** A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).

* A correlação é significativa no nível 0,05 (bilateral).

Anexo VIII – Coeficientes de correlação de Pearson para as massas com algas e controlo

		Correlações								
		Alga	Nivel_Incorp oração	Firmeza_em_ cru	Firmeza_cozi nhada	Dureza	Coesividade	Adesividade	Viscosidade	Elasticidade
Alga	Correlação de Pearson	1	,375**	-,104	-,743**	-,223	,232	,200	,265	,333
	Sig. (bilateral)		,007	,474	,000	,227	,217	,280	,150	,072
	N	50	50	50	50	31	30	31	31	30
Nivel_Incorp oração	Correlação de Pearson	,375**	1	-,507**	-,747**	,004	-,155	-,157	-,147	,105
	Sig. (bilateral)	,007		,000	,000	,985	,415	,399	,429	,581
	N	50	50	50	50	31	30	31	31	30
Firmeza_em_ cru	Correlação de Pearson	-,104	-,507**	1	,149	-,259	,093	,327	,028	,279
	Sig. (bilateral)	,474	,000		,302	,160	,625	,072	,879	,136
	N	50	50	50	50	31	30	31	31	30
Firmeza_cozi nhada	Correlação de Pearson	-,743**	-,747**	,149	1	,177	-,131	-,108	-,153	-,332
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,302		,340	,489	,563	,411	,073
	N	50	50	50	50	31	30	31	31	30
Dureza	Correlação de Pearson	-,223	,004	-,259	,177	1	-,658**	-,818**	-,473**	-,168
	Sig. (bilateral)	,227	,985	,160	,340		,000	,000	,007	,375
	N	31	31	31	31	31	30	31	31	30
Coesividade	Correlação de Pearson	,232	-,155	,093	-,131	-,658**	1	,749**	,959**	-,055
	Sig. (bilateral)	,217	,415	,625	,489	,000		,000	,000	,772
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Adesividade	Correlação de Pearson	,200	-,157	,327	-,108	-,818**	,749**	1	,645**	,131
	Sig. (bilateral)	,280	,399	,072	,563	,000	,000		,000	,490
	N	31	31	31	31	31	30	31	31	30
Viscosidade	Correlação de Pearson	,265	-,147	,028	-,153	-,473**	,959**	,645**	1	-,093
	Sig. (bilateral)	,150	,429	,879	,411	,007	,000	,000		,624
	N	31	31	31	31	31	30	31	31	30
Elasticidade	Correlação de Pearson	,333	,105	,279	-,332	-,168	-,055	,131	-,093	1
	Sig. (bilateral)	,072	,581	,136	,073	,375	,772	,490	,624	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30

** A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).