

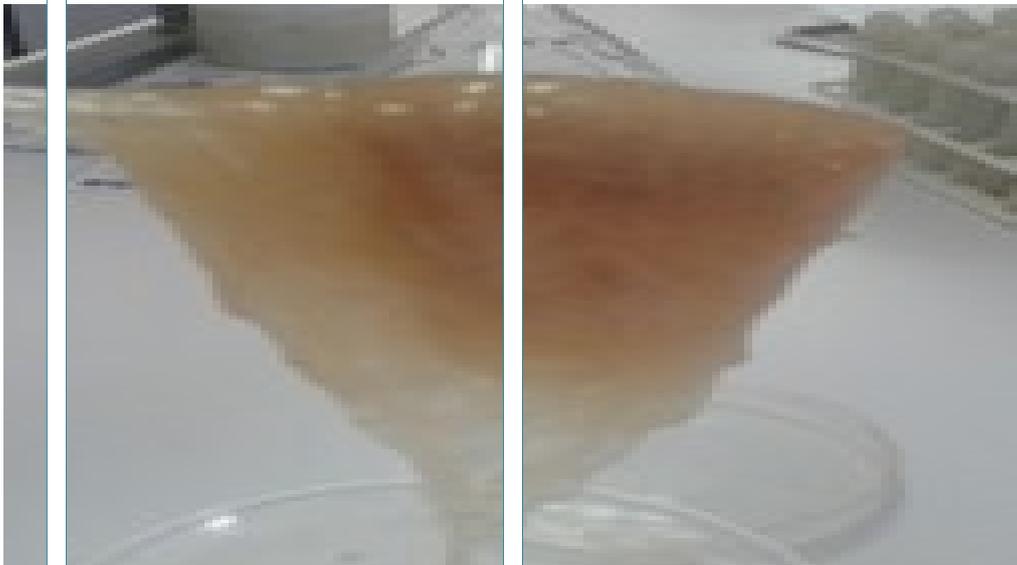
MONTE LANE

Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Licenciatura em Biologia Marinha

Motografia para Obtenção do Grau de Licenciatura em Biologia Marinha

Extração do alginato da alga *Sargassum elegans*, proveniente da praia das Tartarugas Inhaca, Cidade de Maputo



Autor:

Amós Alberto Nhaca



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Licenciatura em Biologia Marinha

**Extração do alginato da alga *Sargassum elegans*,
proveniente da praia das Tartarugas, Inhaca, Cidade de
Maputo**

Autor:

Amós Alberto Nhaca

Supervisora:

Doutora Valera Dias

Co Supervisor

dr Mauro Uqueio

Quelimane, Setembro de 2019

Dedicatória

*É grande a alegria que sinto no senhor por, finalmente,
terdes com que desabrochasse o vosso amor por mim.
É que tínheis o interesse, mas faltava a oportunidade.
Não falo assim por me sentir carecido. Pois, no meu caso,
aprendi a ser autónomo nas situações em que me encontre.
Sei passar por privações, sei viver na abundancia.
Em toda e qualquer situação, estou preparado para me saciar e
passar fome, para viver na abundância e sofrer carências.
De tudo sou capaz naquele que me dá força. **Filipenses (4, 10-13)***

À memória dos meus pais Alberto Nhaca e Race Nhaca.

À memória da minha Tia Florinda Nhembete Nhaca.

Aos meus irmãos Dionísio Nhaca, Carlos Jorge,
Sofácio Nhaca, Luísa Nhaca, Zeferino Nhaca e Lucrência Nhaca.

Agradecimentos

A Deus todo-poderoso, pelo dom da vida, por estar sempre ao meu lado e me ajudar a alcançar meus objetivos.

Aos meus irmãos Dionísio Nhaca, Carlos Jorge, Sofácio Nhaca, Zeferino Nhaca, Luísa Nhaca e Lucrência Nhaca, por me incentivarem a buscar as coisas que desejo e por me apoiarem sempre que necessário.

Ao Maquingue Nhaca, que durante esses anos compartilhou comigo alegrias e fracassos; além disso, por sempre me dar a mão para me levantar e nunca desistir, me ouvir, me aconselhar a ser uma pessoa melhor e antes de tudo me mostrar que sempre posso contar com ele.

Aos meus tios (Samuel Timba, Anabela Catija Miguel, Atalia Matsimbe, Cecília Nhaca, João Nhaca), Avós (Carlos Sipho, Ruth Mapanga, Matilde Manganhela e Anita Nhaca), Cunhadas (Mevisse e Telma), pelo apoio e amor incondicional, o meu muito obrigado.

Vai a minha gratidão e admiração à minha supervisora Doutora Valera Dias pela confiança, orientação, inestimáveis discussões sobre o direcionamento do trabalho.

Ao meu co-supervisor, Doutor Mauro Uqueio, pela oportunidade de realização deste trabalho, orientação, paciência, encorajamento e pelo conhecimento compartilhado comigo durante este período.

Aos meus primos (Maico Nhaca, Gomes Nhaca, Cândida Samuel, Yolanda Samuel, Erasmo Anselmo, Célia Carlos, Mourinho Nhaca, Tiago Gaspar), aos meus sobrinhos (Tónico, Rosa, Merce, Leonardo, Naira, Luana, Raceline e Amade).

A todo corpo de docência da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras, pelos conhecimentos científicos transmitidos.

A todos colegas da residência, especialmente a Isabel Nhampa, Cacilda Mandlate, Diniz Nhassengo, Ricardo Mapulende, Oldim Lodes, Cândido Timba, Feliz Sodasse, Orlando Jamisse, Guelton Pedzissai, Basílio Ernesto, Francisco Auxílio, Larion Mendes, Orlando Nhatugues, Laercio Machava, Célia Mause e Mirena Nhaca.

Aos amigos e colegas (Abelardo Parque, Lúcia Banze, Graça Marcos, Ana Madeira, Lolya da Catarina, Eulalia da Sónia, Delmar Julião) e todos que estiveram sempre presentes, incentivando com carinho e dedicação e que hoje compartilham comigo mais essa conquista.

A Matilde Nhaca, Ivandra da Costa, Jorge Nhaca, Simão Alfazema, Tânia Nandza, Yustan Miguel, Lúdia Alberto e a toda comunidade Nossa Senhora de Rosário de Inhaca.

A todos que directa ou indirectamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Declaração sob compromisso de honra

Declaro que esta monografia nunca foi apresentada para obtenção de qualquer grau e que ela constitui o resultado do meu labor individual. Esta monografia é apresentada em cumprimento parcial dos requisitos de obtenção do grau de licenciatura em Biologia Marinha, da universidade Eduardo Mondlane.

Quelimane, de Setembro de 2019

(Amós Alberto Nhaca)

Resumo

O alginato de sódio é um copolímero linear, viscoso e altamente higroscópico, proveniente de algas marinhas castanhas, e é utilizado nos ramos da indústria alimentar, cosmética, farmacêutica, aquacultura e têxtil. Para uma eficiente extração de alginato de sódio é necessário que seja feita a otimização do processo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes parâmetros de extração de alginato da alga *Sargassum elegans* proveniente de praia de Inhaca. As variáveis avaliadas para a extração de alginato foram a temperatura (60°C, 80°C e 100°C) e o tempo de extração (70min, 90min e 110min). Foram feitas combinações entre os dois parâmetros para avaliar a sua influência no resultado final e o resultado mostrou que o rendimento óptimo de extração (20.47%) foi obtido a temperatura de 100°C e o tempo de 110 minutos. Dos parâmetros observados o tempo de extração apresentou maior influência sobre o rendimento e a temperatura apresentou pouca influência. As temperaturas relativamente altas e longo tempo de extração são necessários para permitir interações efetivas entre a base e os alginatos na parede celular da alga, o que leva à possibilidade de obter um maior rendimento de alginato.

Palavra-chave: Extração. Alginato de sódio. *Sargassum elegans* .Inhaca

Abstract

Sodium alginate is a linear, viscous and highly hygroscopic copolymer that is produced from brown seaweed and used in food, cosmetics, pharmaceutical, aquaculture, and textile industries. For efficient extraction of sodium alginate process optimization is required. Thus, the objective of this work was to evaluate different parameters of algal extraction from the probable *Sargassum elegans* algal from Inhaca beach. The variables evaluated for alginate extraction were temperature (60°C, 80°C and 100°C) and extraction time (70min, 90min and 110min). Combinations were made between the two parameters to assess their influence on the final result and the result showed that the ideal extraction yield (20.47%) was reached with a temperature of 100°C and a time of 110 minutes. The observed parameters of extraction time show greater influence on yield and reduced temperature with little influence. High temperatures and longer extraction times are necessary to allow effective interactions between the base and alginates on algal cell wall, which leads to the possibility of extracting a higher alginate yield.

Keywords: Extraction. Sodium alginate. *Sargassum elegans*. Inhaca

Lista de gráficos

Figura 1: Localização geográfica da área de estudo.....	8
Figura 2: Alginato de sódio em forma de gel extraído em 60 ^o C diferentes periodos.....	12
Figura 3: Alginato de sodio em forma de gel extraido a 80 ^o C e diferentes periododos.....	13
Figura 4: Alginato de sodio em forma de gel extraido a 100 ^o C e diferentes periodos.....	13
Figura 5: Rendimento do alginato a 60 ^o C, e três diferentes períodos.....	13
Figura 6: Rendimento do alginato a 80 ^o C e três diferentes períodos.....	13
Figura 7: Rendimento do alginato a 100 ^o C e três diferentes períodos.....	14

Lista de tabelas

Tabela 1: A tabela ilustra como foram feitas as combinações para a extração.....	10
--	----

Tabela 2: Resultados de extracção de rendimento do alginato.....22

Tabela 3: Resultado da análise de Variância (ANOVA) para tempo de extracção22

Tabela 4: Resultado da análise da Variância (ANOVA) para a temperatura de extracção.....22

Tabela 5: Resultados do processo de extracção do alginato de sódio da primeira réplica. 23

Tabela 6: Resultados do processo de extracção do alginato de sódio da segunda replica.....23

Tabela 7: Resultados do processo de extracção do alginato de sódio da terceira replica24

Abreviaturas

C₂H₆O- Etanol

CH₂O- Formaldeído

d- densidade

g- gramas

HCl- Ácido clorídrico

l- litro

m- massa
Mfs - matéria final seca do produto
Min - minutos
ml - mililitros
Mse- matéria seca antes da extração.
Na₂CO₃- Carbonato de sódio
Quant. - Quantidade
Rend %- rendimento em percentagem;
Temp- temperatura
v- volume

Índice

Capitulo I.....	9
1. Introdução.....	9
1.1 Problematização.....	1
1.2 Justificativa.....	1
Capitulo II.....	3

2. Revisão da literatura.....	3
2.1. Algas marinhas.....	3
2.2 Compostos extraídos das algas e suas aplicações.....	4
2.3 Alginato de sódio e suas propriedades.....	5
2.4 Aplicações de alginato.....	6
Capítulo III.....	7
3. Metodologia.....	7
3.1 Área de estudo.....	7
3.2 Material.....	8
3.2.1 Reagentes.....	8
3.3 Procedimento.....	8
3.3.1 Amostragem e tratamento e das algas.....	8
3.4 Delineamento experimental.....	8
3.5 Extração do alginato.....	9
3.6 Determinação do rendimento do alginato de sodio obtido nas amostras de alga.....	10
3.7 Analise estatística de dados.....	10
Capítulo IV.....	11
4. Resultados.....	11
4.1 Extracção e rendimento do alginato em função dos parâmetros de extração.....	11
Capítulo V.....	15
5. Discussão.....	15
5.1. Extracção, rendimento do alginato e comparação das médias em função dos parâmetros de extracção.....	15
Capítulo VI.....	17
6. Conclusões e recomendações.....	17
6.1 Conclusões.....	17
6.2 Recomendações.....	17
5. Referências bibliográficas.....	18
6. Anexo.....	21

Capítulo I

1. Introdução

O ecossistema marinho é um ambiente que apresenta inúmeros organismos, dos quais encontram-se as algas marinhas que, representam uns dos importantes organismos fotossintéticos (Almeida, 2014). As algas marinhas apresentam na sua parede celular polissacarídeos tais como ágar, carragena e alginato comumente conhecidos por gomas, biopolímeros ou hidrocolóides.

Polissacarídeos são definidos como compostos solúveis em água, que devido as suas propriedades contribuem na viscosidade e gelificação dos produtos. Dentre essas gomas, destaca-se o alginato, um grupo de polissacarídeos naturais que são extraídos de algas marinhas castanhas da classe Phaeophyceae (Filho, 2019), onde desempenham um papel estrutural nas paredes celulares. Além disso, também existem como polissacarídeos capsulares em bactérias do solo (Santos, 2012).

Alginato, ou ácido alginico, é um copolímero linear anionico viscoso e altamente higroscópico, capaz de absorver 200 a 300 vezes o seu peso de água (Roman, 2012), composto de duas unidades monoméricas, ácidos α -L-gulurônicos (G) e β -D-manurônicos (M) com ligações 1-4. A estrutura física do polissacarídeo varia extensamente em termos da proporção entre os resíduos manurônicos (M) e gulurônicos (G) assim como em sua estrutura sequencial e grau de polimerização. Assim, o material pode apresentar sequências alternadas de resíduos MG e blocos constituídos de dois ou mais resíduos M ou G. O alginato possui propriedades de espessamento de soluções aquosas, assim como agente dispersante e estabilizante de emulsões e suspensões (Ortega, 2018).

Os compostos com propriedades funcionais, como por exemplo, ácidos graxos polinsaturados, pigmentos naturais, minerais essenciais, enzimas, e polissacarídeos vêm sendo pesquisados e processados para possibilitar sua aplicação industrial (Nogueira 2017).

O alginato de sódio é hidrofílico, biocompatível, não é tóxico, possui habilidade para formar gel e ser um agente emulsificante, estabilizante e biodegradável. Tem numerosas aplicações nas indústrias de alimentos, de bebidas, farmacêuticas, biológicas (Lima, 2006), têxteis e cosméticas (Viswanathan e Nallamuthu, 2014), aquacultura (Leonhardt *et al*, 2011). Encontradas em géneros como *Sargassum*, *Laminaria*, *Macrocystis*, *Ascophyllum*, *Lessonia* e *Ecklonia* (Nogueira 2017).

Por isso, o presente trabalho tem como finalidade avaliar diferentes parâmetros de extração de alginato da alga *Sargassum elegans*, proveniente da praia das Tartarugas na ilha de Inhaca.

1.1 Problematização

Alginatos estão naturalmente presentes nas paredes celulares de algas castanhas e são amplamente utilizados em vários campos da indústria, incluindo têxteis, agroalimentar, papel, cosméticos e produtos farmacêuticos (Nogueira, 2016).

O conhecimento sobre a aplicação do alginato extraído das algas tem sido tema de discussão na área da biotecnologia marinha. Em Moçambique apesar de existirem várias espécies das algas marinhas, ainda há falta de informação sobre o rendimento de alginato e sua aplicabilidade, bem como o método adequado para a extração.

Para uma melhor utilização industrial de alginato de sódio há necessidade de otimização do processo de extração para obtenção de produtos de qualidade (Nogueira, 2017). Neste contexto este trabalho tem como problema responder a seguinte questão; Qual é melhor método para se obter a melhor qualidade e rendimento de alginato extraído da alga *Sargassum elegans*.

1.2 Justificativa

Estudos no campo da biotecnologia marinha têm buscado encontrar materiais alternativos para resolver certos problemas. Dentre estas alternativas destacam-se as algas marinhas, as quais apresentam-se como alternativas, principalmente, pela sua grande disponibilidade (Munaro *at al*, 2015) e possuírem em sua composição o biopolímero alginato, principal componente da parede celular.

Atendendo que o alginato apresenta uma vasta aplicação em vários ramos da indústria, o melhoramento do processo de extração, minimizando custos e tempo, maximizando o seu rendimento e preservando sua qualidade pode responder a maior preocupação nesses ramos da indústria. Para tanto, há ferramentas experimentais que podem ser utilizadas com esta finalidade.

O trabalho em curso visa produzir conhecimento sobre vários métodos de extração do alginato, tendo como perspectiva o seu uso em vários ramos da indústria

Objectivos:

1.2.1 Geral

Extrair o alginato do sódio das algas *Sargassum elegans*, usando diferentes parâmetros, na praia das tartarugas, Inhaca, Maputo

1.2.2 Específicos

- Extrair o alginato da alga *Sargassum elegans* usando dois diferentes parâmetros.
- Determinar o rendimento do processo de extração do alginato

Capítulo II

2. Revisão da literatura

2.1. Algas marinhas

As algas são organismos fotossintéticos não vasculares, que contêm clorofila *a* e estruturas reprodutoras simples. Podem colonizar os meios mais diversos, ainda que sempre associadas à presença de água (de Almeida, 2007). Estes organismos apresentam grande diversidade de tamanho, cor e forma, podendo encontrarem-se como crostas na superfície das rochas, apresentando alguns milímetros de comprimento, ou em zonas eufóticas (Oliveira, 2015).

Existem aproximadamente 30.000 espécies de algas no mundo, que têm um papel fundamental na oxigenação de ambientes aquáticos e são componentes na cadeia alimentar marinha. O termo algas pode incluir desde seres com células procarióticas (cianobactérias fotossintetizantes) até eucariotos autotróficos (Guerra *et al.*, 2011). As algas dividem-se em três grupos: divisão Chlorophyta, divisão Phaeophyta e divisão Rhodophyta.

As Clorofitas correspondem a espécies que apresentam nos pigmentos fotossintéticos a clorofila *a* e *b*, carotenos e xantofilas. A cor verde destas algas é dada pela clorofila

mas, por vezes mascarada, devido à presença dos carotenos que lhes conferem uma coloração avermelhada. A substância de reserva ocorre sob a forma de amido e apresentam celulose nas suas paredes celulares. Várias algas verdes tropicais possuem paredes celulares calcificadas por carbonato de cálcio, sob a forma de aragonite (De Almeida, 2007). Em Moçambique, ocorrem varias espécies *Caulerpa zeyheri*, *Codium capitatum*, *Codium lucasii*, *Codium mozambiquense* (De Clerck *et al*, 2005), sendo que espécies como *Cladophora catenata*, *Cladophora coelothrix*, *Cladophora vagabunda* podem ser encontradas na Inhaca (Coppejans *et al*, 2002).

As Rodofitas possuem pigmentos fotossintetizantes de cor vermelha (ficoeritrina). Possuem também carotenoides e clorofila *a*. Constituem a maioria das macroalgas e são, na sua maior parte, marinhas. A maioria das algas vermelhas são filamentosas e, entre estas, algumas apresentam claramente uma ramificação aberta enquanto que outras possuem um talo compacto pseudoparenquimatoso onde é difícil distinguirem-se os ramos individuais (De Almeida, 2007). As espécies *Dichotomaria diesingiana*, *Gelidiella acerosa*, *Gracilaria canaliculata* (De Clerck *et al*, 2005), *Tricleocarpa fragilis*, *Solieria robusta*, *Gelidiopsis repens* podem ser encontradas na Inhaca (Coppejans *et al*, 2002).

As Phaeophyceas são um grupo de algas multicelulares, de ambiente marinho e alguns gêneros de água doce. Em seu habitat, encontram-se fixas às rochas por meio de rizoides e ventosas (De Clerck *et al*, 2005), e realizam a seleção dos sais presentes na água concentrando ou diluindo alguns deles em relação ao meio circundante (Ferreira, 2015). Em áreas com maior turbulências as algas chegam a sobreviver por apenas um ano, enquanto em zonas de pouca movimentação das marés, sua vida pode durar por até quinze anos, (Almeida, 2014).

A parede celular de algas castanhas tem um compartimento fibrilar formado principalmente de microfibrilas de celulose, a qual é embebida em uma matriz amorfa de polissacarídeos ácidos ligados uns aos outros por proteínas. Junto da celulose encontra-se o ácido algínico, um dos maiores componentes da parede, o que garante rigidez ao tecido algal (Almeida, 2014). Os representantes das feofíceas que ocorrem na Ilha da Inhaca são *Dictyota humifusa*, *Padina boergesenii*, *Sargassum crassifolium*, *Sargassum elegans* (Coppejans *et al*, 2002).

As algas marinhas possuem um potencial biotecnológico nas diversas áreas industriais. Têm sido utilizados na indústria alimentar como fonte de proteínas, na indústria farmacêutica no tratamento de inflamações, gripes, constipações e contaminações por parasitas, na indústria cosmética para o tratamento da pele (cremes anti envelhecimento (Rovissene, 2019). As algas podem ser cultivadas em larga escala, evitando a exploração excessiva dos bancos naturais (Bezerra, 2008).

2.2 Compostos extraídos das algas e suas aplicações

A nível mundial são usadas cerca de 221 espécies de macroalgas: 125 rodofíceas (algas vermelhas), 64 feofíceas (algas castanhas) e 32 clorofíceas (algas verdes), Na indústria de extracção de ficocolóides, são usadas 33 agarófitas (Mallmann e Jahno, 2015) cuja sua aplicação esta centrada na biotecnologia, pois é usado em vários ramos da indústria: na indústria alimentícia (fabricação de gelatinas, queijo, enlatados, doces e outros); na indústria farmacêutica (laxativo, emulsificante e estabilizante para medicamentos); na pesquisa laboratorial (meio de cultura, e como meio de inclusão para cortes histológicos), possui também várias outras aplicações, como na fabricação de moldes dentários, produtos cosméticos e papel. Este polissacaredio Este polissacaredio é extraído de algumas famílias de Rhodophyta, principalmente das famílias *Gelidiaceae* e *Gracilariceae* (Bezerra, 2008).

A Carragena extraído em diferentes alga vermelhas, possui uma aplicação na industria alimentícia como lácteos (Sorvetes, Achocolatados, Flans, Pudins, Creme de leite, Iogurtes, Sobremesas cremosas, Queijos, Sobremesas em pó, Leite de coco), Doces e Confeitaria (sobremesa tipo gelatina, doces em massa, marshmallow), produtos carneos (presunto, mortadela, Hamburguer, carnes processadas), na industria de bebidas (clarificação e refinação de sucos, cervejas, vinhos e vinagres, xaropes), usado como pastel dental, odorizador de ar (Adamante & Míno, 2012).

Os polissacarídeos sulfatados são também fontes encontrados nas algas marinhas, possuem uma actividade biológica importante como anticoagulante, anti trombótica, imune estimulante, que despertam interesse em vários ramos da ciência médica e biotecnologia de organismos aquáticos. Na indústria farmacêutica são usados no tratamento e prevenção de trombose venosa profunda em pós-cirurgias e pós-parto e na substituição do uso da heparina (Vasconcelos *et al*, 2015).

2.3 Alginato de sódio e suas propriedades

O alginato de sódio é um importante agente de neutralização de certos metais pesados. Em caso de intoxicação por ingestão o consumo do sal reduz a absorção do contaminante, auxiliando na conversão química e excreção pelo sistema (Mallmann & Jahno, 2015). É utilizado na indústria alimentícia como espessante, tem propriedade quelante servindo para retirar elementos radioativos do corpo e é usado em tintas (Filho, 2019).

O alginato de sódio é hidrossolúvel e quando dissolvido em água, forma soluções com comportamento Newtoniano ou não Newtoniano. As variáveis físicas que afetam suas propriedades em solução são: a temperatura, a massa molar do polímero, a taxa de cisalhamento e a concentração. As variáveis químicas que afetam as soluções de alginato de sódio são: o pH, agentes complexantes, sal monovalente e cátions polivalentes. As propriedades de escoamento das soluções de alginato de sódio dependem da sua concentração. Se os metais alcalinos no alginato de sódio forem substituídos por cátions divalentes, a solução apresentará uma alta viscosidade em relação à primeira solução de alginato de sódio. Além disso, uma alta proporção de ácido glutônico no alginato de sódio também favorece o aumento da viscosidade com catiões divalentes [CITATION Ali06 \l 1033].

Devidas as propriedades estabilizantes o alginato de sódio mantém a homogeneidade dos produtos, impedindo a separação dos diferentes ingredientes que compõem sua fórmula. Estabilizantes são aditivos alimentares que asseguram as características físicas de emulsões e suspensões, sendo usualmente aplicados em conservas, doces, sobremesas, laticínios, sopas, caldos concentrados, panificação, massas, alimentos processados, biscoitos, sorvetes, achocolatados e sucos (Santos, 2012).

No caso do alginato de sódio, são encontradas algumas desvantagens como baixa resistência mecânica e possível contaminação microbiana, por este motivo, tem-se procurado a formulação de matrizes poliméricas quimicamente modificadas através da copolimerização do alginato de sódio com outros materiais ou do uso de outros agentes reticulantes em substituição total ou parcial ao cloreto de cálcio, que é amplamente utilizado (Kumar *et al*, 2008).

Devido a suas propriedades estabilizantes, gelificantes e espessantes, o alginato é amplamente usado industrialmente.

2.4 Aplicações de alginato

Na indústria de alimentos podem ser utilizados em sorvetes, produtos lácteos e misturas para bolos, em sucos de frutas. O alginato encontra aplicações também na indústria de bebidas, onde é utilizado para melhorar as características sensoriais destes produtos. Em cervejas estabiliza a espuma e na elaboração de sucos pode ser utilizado para manter os constituintes da mistura em suspensão (Mazumder *et al*, 2016), utilizado em filmes bioativos para cobertura de alimentos e na elaboração de alimentos reestruturados onde pode ser utilizado em polpas de frutas, de vegetais e em carnes [CITATION NOG16 \l 1033].

Na indústria têxtil a utilização do alginato melhora o desempenho das tintas utilizadas nos processos de impressão favorecendo a aderência e a deposição destes materiais sobre os tecidos. Na indústria de papel a adição de alginato permite que as propriedades para impressão destes materiais também melhorem (Dos Santos, 2011).

Na área médica, vários produtos farmacêuticos são imobilizados em alginato. Sua utilização como excipiente de liberação de medicamentos, curativos inteligentes, em formulações para prevenção de refluxo gástrico, bem como materiais de impressão dental, já é conhecida (Zhao *et al*, 2012), na odontologia é utilizado como um dos componentes em materiais de moldagem odontológica, para cobrir e proteger próteses de resina acrílica, além disso, o uso de alginatos é relatado para encapsular vários princípios ativos, incluindo drogas como nicardipina, metronidazol e teofilina (Regaldo *et al* 2007). Na agricultura, na proteção do solo contra insetos, fungos e bactérias [CITATION Ali06 \l 1033]

Estudos recentes avaliam o potencial de estruturas homopoliméricas de alginato. Entre aplicações reportadas na literatura para estes materiais, está o estímulo a células do sistema imune, como citoquinas, interleucina 1, interleucina 6 e fator de necrose tumoral alfa, cuja resposta está associada à estrutura sequencial de biopolímeros constituídos exclusivamente de grupos manurônicos (Kim *et al*. 2007).

Capítulo III

3. Metodologia

3.1 Área de estudo

A praia das tartarugas situa-se na ilha de Inhaca, a entrada da baía de Maputo, no sul de Moçambique, com as coordenadas geográficas Latitudes: Situa-se no quadrante dos paralelos $25^{\circ}57'49''\text{S}$ e $26^{\circ}05'00''\text{S}$ e meridianos $32^{\circ}53'00''\text{E}$ e $33^{\circ}00'00''\text{E}$ (Pereira & Nascimento, 2016), o município faz parte do distrito KaNyaka (Muacanhia, 2003). Com uma área de 45km^2 e dimensões norte-sul de 12,5 km (entre a ponta Mazondue, a norte, e a Ponta Torres a sul) e este-oeste de 7km. Está situada 32km a leste da cidade de Maputo.

A ilha situa-se numa região de transição de temperaturas quentes para um clima tropical, com verões quentes e Invernos secos. A estação fresca e seca vai de Abril a Setembro e a outra, quente e húmida, de Outubro a Março. Os meses de Janeiro e Fevereiro são os mais quentes e chuvosos, com temperaturas de $23,3^{\circ}\text{C}$ e $26,2^{\circ}\text{C}$ e precipitação de 135,9 mm e 143,9 mm, respectivamente. A precipitação mensal mais baixa é de 23,7 mm e regista-se durante o mês Agosto, enquanto a temperatura média mensal mais baixa é de $19,6^{\circ}\text{C}$ e ocorre em Julho (Pereira & Nascimento, 2016). Existe diferença de salinidade entre o leste da costa da ilha ($35,54\text{‰}$) e da baía de Maputo ($30-33,5\text{‰}$) que recebe influência de água doce (Critchley *et al*, 1997).

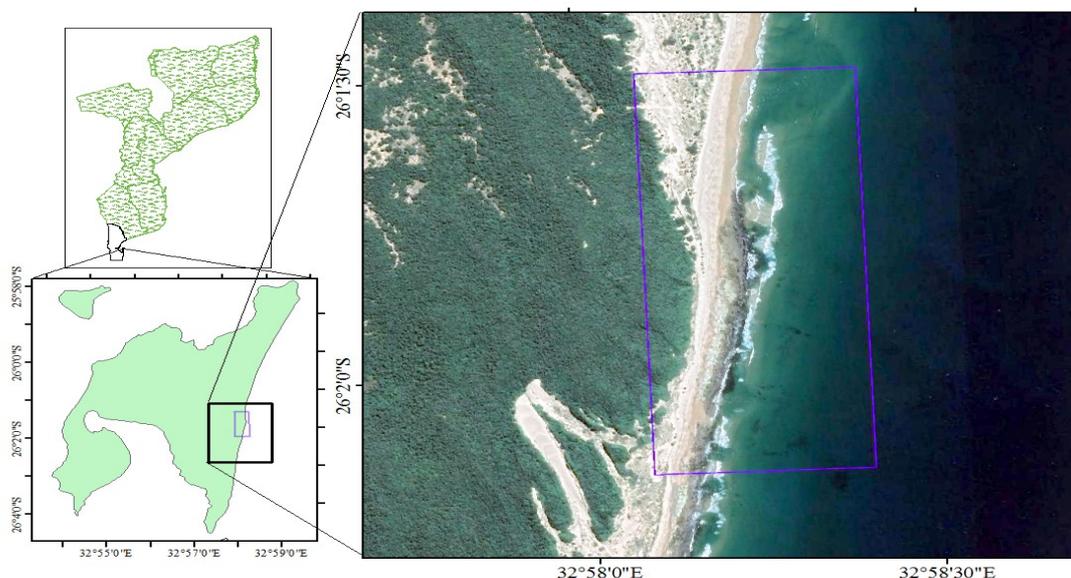


Figura 1: Localizacao geografica da praia das tartarugas na ilha de inhaca. Fonte: Google Earth

3.2 Material

- ✓ Estufa
- ✓ Balança analítica
- ✓ Centrifugadora
- ✓ Agitador magnético
- ✓ Balões volumétricos
- ✓ Tubos de ensaio
- ✓ Funil
- ✓ Pipetas
- ✓ Placas de Petri
- ✓ Erlenmeyer
- ✓ Provetas

3.2.1 Reagentes

- ✓ Carbonato de sódio (Na_2CO_3)
- ✓ Ácido clorídrico (HCl)
- ✓ Etanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)
- ✓ Formaldeído (CH_2O)

3.3 Procedimento

3.3.1 Amostragem e tratamento e das algas

A colheita de algas foi feita na praia das tartarugas, na ilha de Inhaca. Após a colecta de 2kg de alga da espécie *Sargassum elegans*, foram armazenadas em colmam contendo gelo e transportadas para o laboratório. Primeiramente foi feito a lavagem das algas com água corrente, para retirada do excesso de sal e outros detritos. Posteriormente foram secas em estufa a temperatura de 65°C durante 96 horas. As algas desidratadas foram trituradas com recurso a uma trituradora, peneirado com recurso a um crivo com poros de 1mm, e mantido em frascos fechados a temperatura ambiente para evitar a humidade.

3.4 Delineamento experimental

Para presente trabalho foram usadas duas variáveis: tempo e temperatura. Foram feitas 3 réplicas para cada tratamento

I. **Tempo:** para determinar o efeito de tempo de extração de alginato, foram selecionadas três tempos de exposição diferentes 70min, 90min e 110min (tabela 1)

II. **Temperatura:** Para determinar o efeito da temperatura na extração do alginato e no rendimento, foram selecionadas três diferentes temperaturas 60, 80 e 100°C (tabela 1).

Tabela 1: Quantidade da alga *Sargassum elegans* em pó, que foi submetido a diferentes temperaturas e tempo de extração

Extração	Quantidade de alga em pó (g)	Temperatura (°C)	Tempo de extração (min)
1	5	60	70
2	5		90
3	5		110
4	5	80	70
5	5		90
6	5		110
7	5	100	70
8	5		90
9	5		110

3.5 Extração do alginato

A extração de alginato foi realizada conforme a metodologia de Nogueira (2017) com algumas alterações nos parâmetros de temperatura e tempo de extração. Especificamente foi feita a pesagem de 5g da alga em pó para cada experimento e em seguida lavou se com água destilada e incubada em uma solução de 100ml formaldeído a 4% por 30 minutos sob agitação, para a remoção de compostos fenólicos. Depois foi lavada com a água destilada e deixou-se sedimentar por 5 min para evitar a mistura com outras soluções. Sendo em seguida lavadas e colocadas na estufa em uma solução de 100ml de ácido clorídrico (HCl) a 0.1M a 100°C por 100 minutos, para permitir a reação para extração. Apos o tratamento com o ácido clorídrico, as algas foram lavadas

com água destilada e deixou-se sedimentar por 10 min e de seguida foram adicionados uma solução de 350ml de carbonato de sódio 2% e mantidas na estufa em diferentes temperaturas e tempo de extracção. Para o melhoramento do rendimento a mistura foi submetida a um agitador magnético, a 400rpm por 5 minutos a temperatura de 30°C, em seguida foi separada a fase solida e líquida numa centrifugadora a uma velocidade de 1500rpm por durante 10 minutos. Para a separação do alginato de sódio, foi adicionado uma concentração de etanol a 99% (1:1), o que causou a precipitação do alginato de sódio que finalmente foi seco em estufa à 60°C por 24 horas, e com recurso a um almofariz, a amostra foi macerado para a obtenção do alginato de sódio em pó.

3.6 Determinação do rendimento do alginato de sodio obtido nas amostras de alga

O rendimento do alginato de sódio foi calculado a partir da seguinte equação:

$$\text{Rend (\%)} = \frac{Mfs}{Mse} \times 100 \%$$

Onde:

Rend (%)- é o rendimento em percentagem;

Mfs- é o peso de amostra do alginato em pó; e

Mse- é o peso seco da alga em pó.

3.7 Analise estatística de dados

Todos os cálculos foram realizados nos softwares *Microsoft Office Excel 2007*. Os dados foram submetidos à análise estatística de variância (ANOVA) e a significância dos coeficientes foi avaliada pelo teste F em níveis de significância de 95% ($p < 0.05$). O modelo foi aceite quando atingiu 95% de significância ($P_s < 0,05$), com valores de falta de ajuste insignificante ($P_L > 0,05$).

Capítulo IV

4. Resultados

4.1 Extração e rendimento do alginato em função dos parâmetros de extração.

O alginato em forma de gel apresenta diferentes colorações resultantes da influência dos parâmetros de extração. O alginato que apresenta cor mais escura (g, h, i) foi extraído a temperaturas relativamente altas e a coloração clara foi extraída a temperaturas baixas (Figuras 2, 3 e 4). O alginato de sódio das figuras a, b e c foi extraído a temperaturas de 60°C. as figuras d, e, f foram extraídas a temperaturas de 80°C e as figuras g, h, i foram extraídos a temperaturas de 100°C respectivamente.

Dos resultados obtidos na extração do alginato de sódio pode verificar-se que o maior valor do alginato de sódio em pó obteve-se na extração número 9 (100°C, 110 min) que foi de 1.037g e o seu rendimento foi de 20.47%. Por sua vez o menor valor do alginato foi o da extração 1 (60°C, 70min), que registou o valor da 0.34g e o rendimento de 6.8% (Tabela 7). As figuras (5, 6 e 7) apresentam o rendimento do alginato de sódio extraído em 5 g da alga *Sargassum elegans*, submetido em diferentes temperaturas, e posteriormente a três diferentes períodos de incubação em solução de carbonato de sódio.

Os resultados obtidos a partir da análise da variância (ANOVA) mostram forte influência do tempo de extracção para a obtenção de maior rendimento de alginato ($p=0.0027$), como mostra a tabela 3 (em anexos), e por fim a temperatura ($p=0.004609$), tabela 4 em anexo.

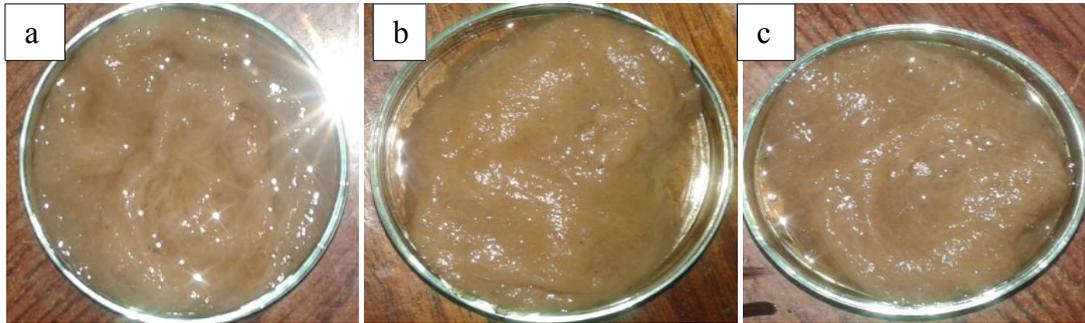


Figura 2: Alginato de sódio em forma de gel extraído a temperaturas de 60°C e diferentes períodos de incubação

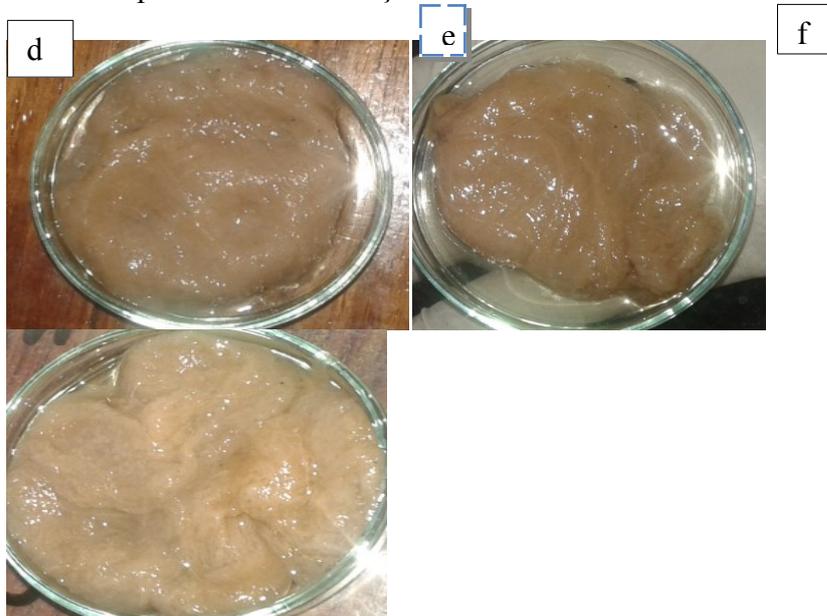


Figura 3: Alginato de sódio em forma de gel extraído a temperatura de 80°C e diferentes períodos de incubação

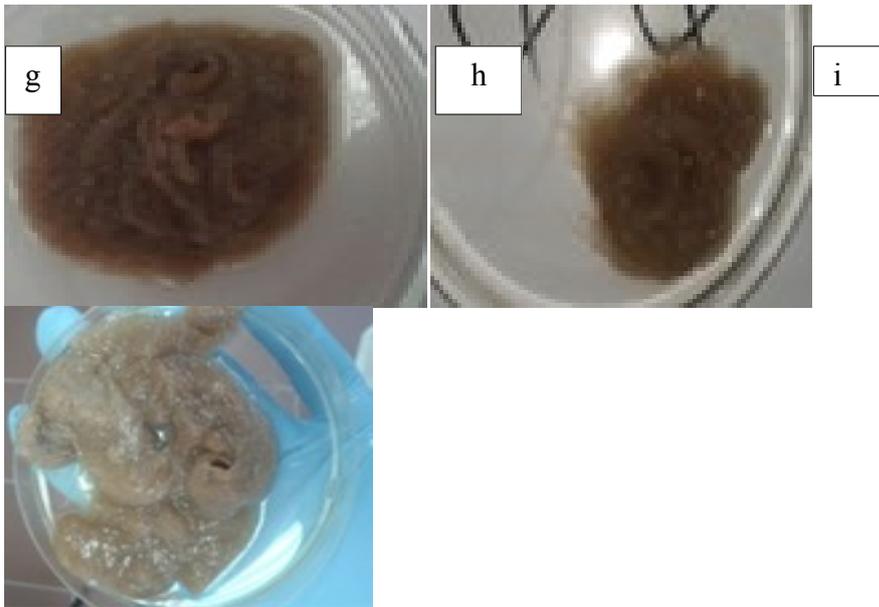


Figura 4: Alginato de sódio em forma de gel extraído a 100°C e em diferentes períodos de incubação

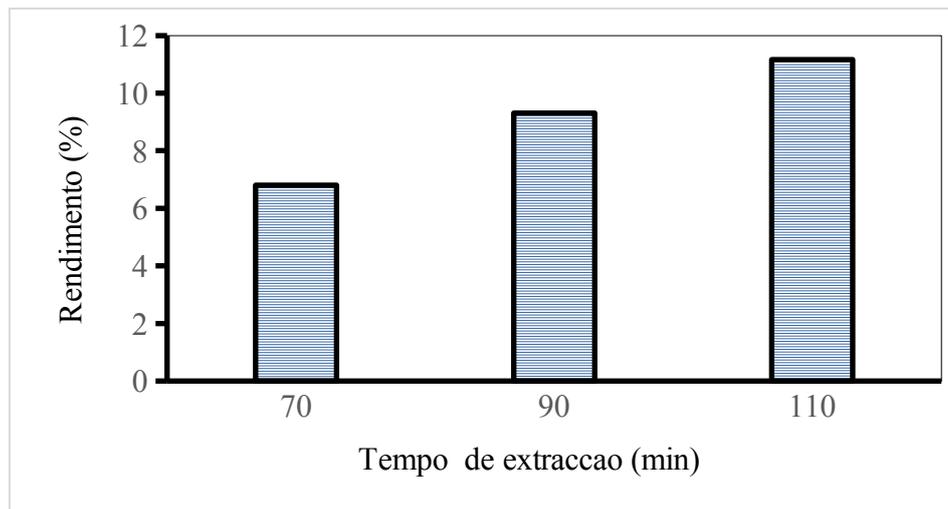


Figura 5. Rendimento do alginato de sódio extraído em 5 g da alga *Sargassum elegans*, submetido primeiramente a 60°, e posteriormente a três diferentes períodos de incubação em solução de carbonato de sódio.

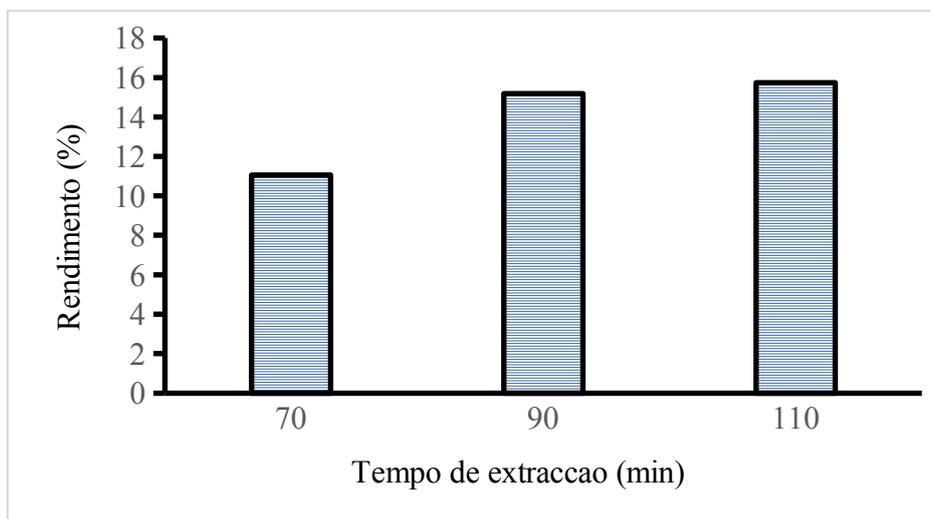


Figura 6: Rendimento do alginato de sódio extraído em 5 g da alga *Sargassum elegans*, submetido primeiramente a 80°, e posteriormente a três diferentes períodos de incubação em solução de carbonato de sódio.

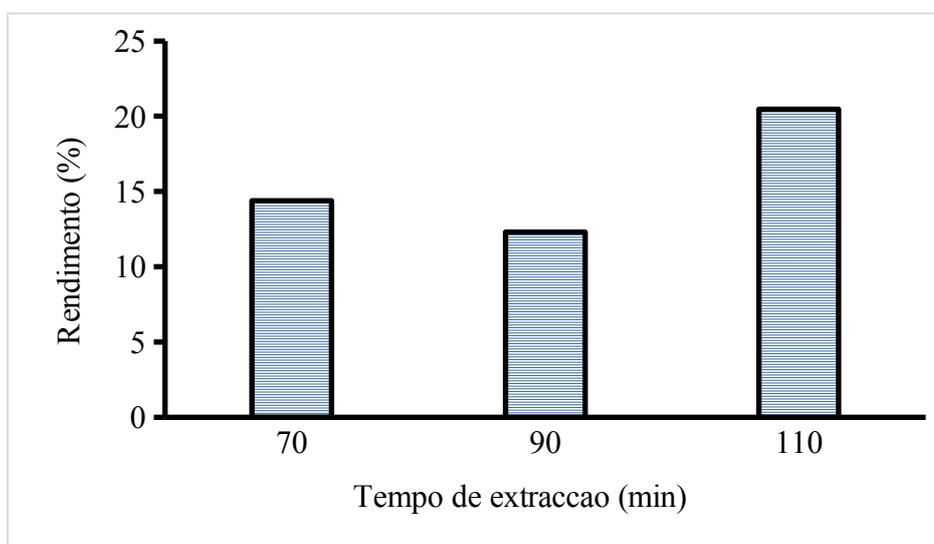


Figura 7: Rendimento do alginato de sódio extraído em 5 g da alga *Sargassum elegans*, submetido primeiramente a 100°, e posteriormente a três diferentes períodos de incubação em solução de carbonato de sódio.

Capítulo V

5. Discussão

5.1. Extração, rendimento do alginato de sódio e comparação das médias em função dos parâmetros de extração.

O alginato extraído apresenta colorações diferentes resultado das variáveis estudadas. O alginato mais escuro pode ser resultado de temperaturas elevadas e armazenamento prolongado das algas, o que provoca modificações na sua qualidade. Estas diferentes colorações podem ser provocadas pela reação de carboidratos e proteínas, conhecido por Reação de Millard (Nogueira, 2017). O tempo e temperatura da extração podem ter sido pilares de interferência nesta reação. Ademais, a velocidade desta reação é lenta a temperaturas mais baixas e duplica a cada aumento de 10 °C entre 40 °C e 70 °C, razão pela qual a coloração mais escura desta pesquisa verifica-se a temperaturas altas. Ao extrair o alginato em diferentes parâmetros da alga *Sargassum cymosum*, Nogueira (2017) chegou a conclusão de que o alginato mais escuro era resultado da maior disposição da alga a temperaturas altas e maior tempo de imersão, ido de acordo com os resultados desta pesquisa.

Dos resultados das experiências pode verificar-se que o rendimento varia de 6.8-20.48%. Tende a aumentar a medida que a temperatura e o tempo de extração aumentam, excepto quando a temperatura era de 100°C e tempo de 90min, que o rendimento reduziu para 12%. Isto pode ter sido causado pelo volume de etanol que foi adicionado para a precipitação. Apesar desta diminuição, os resultados desta pesquisa estão dentro dos parâmetros, uma vez que o rendimento do alginato esta entre 6.8% - 20.47%. Bertagnolli *et al.* (2014), ao extrair o alginato das algas obtiveram um rendimento na faixa dos 15.1-17.7%. Muzamder *et al.* (2016) também estudaram o alginato extraído da alga *Sargassum miticum* e obtiveram um rendimento máximo de 13.47%. Esta variação dos resultados pode estar relacionado com as condições ambientais em que as algas crescem pois ficam muito expostas ao sol durante a baixa-mar da Sízígia, sofre o batimento das ondas e, o que acaba influenciando no rendimento de alginato. Nogueira (2017) ao estudar a influência da posição geográfica na qualidade do alginato de sódio extraído de *Sargassu m cymosum c.agardh*, chegou a conclusão de

que as algas que crescem em ambiente em que esta espécie se encontrava, área de batimento de onda, estava mais expostas aos fatores ambientais, possibilitando maior estresse marítimo e climático sobre a alga.

Resultados obtidos neste estudo mostram que tanto o tempo de extração quanto a temperatura contribuem para a obtenção do melhor rendimento. A medida que se aumenta o tempo e a temperatura o valor de rendimento também vai se aumentando. A temperatura de 60°C e o tempo de 70-90min apresentou um baixo rendimento. A temperatura de 100°C e o tempo de extração de 110min mostraram ser eficientes para a obtenção de maior rendimento de alginato (20.47%). Mazumder *et al* (2016) ao extraírem o alginato de *Sargassum muticum* constataram que a capacidade de extração aumentava a medida que a temperatura aumentava, e o rendimento de extração foi maior quando a temperatura estava entre 90 e 100°C. Fawzy *et al* (2016), fizeram um estudo de otimização da extração alcalina do alginato da alga *Sargassum latifolium* e verificaram que a alta temperatura e maior tempo a alga apresenta maior rendimento do alginato.

Os parâmetros da extração mostraram que houve uma diferença significativa nos parâmetros de extração ($p < 0.05$). O tempo de extração mostrou ser o parâmetro que mais contribuiu no maior rendimento de alginato, isto provavelmente por causa do maior tempo que as algas ficam expostas ao solvente, pois aumenta a penetração do líquido a biomassa de alga, dissolvendo-o e subsequentemente liberando no meio de extração. Por outro lado mostrou também que a altas temperaturas tem se o maior rendimento. Isto pode ser causado pelo amolecimento do tecido de algas, induzida por elevada temperatura de extração, o que pode aumentar a solubilidade dos alginatos, e melhorar a taxa de difusão, dando assim um maior rendimento de extração de acordo com Fertah *et al* (2017). Mazumder *et al* (2016), fizeram a Extração de alginato de *Sargassum muticum*: processo de otimização e estudo de suas actividades funcionais e concluíram que o tempo de extração é a variável crítica para a eficiência e o rendimento da extração do alginato. Ao combinar a interação mútua entre temperatura e tempo Fawzy *et al* (2016) descobriram que a diferença foi insignificante, mas temperaturas mais altas e longo tempo de extração são necessários para permitir interações efetivas entre a base e os alginatos na biomassa de algas, o que leva à

possibilidade de extrair um maior rendimento de alginato. Enaltecendo a importância da temperatura e tempo de extração de alginato em algas.

Capítulo VI

6. Conclusões e recomendações

6.1 Conclusões

De acordo com os objectivos traçados e os resultados obtidos chegou-se as seguintes conclusões:

A maior extração de alginato e o respectivo rendimento observou-se na extração cujo a temperatura e o tempo de extração eram elevadas. A maior extração foi de 1.037g e o rendimento foi de 20.47%, a temperatura 100°C e o tempo de 110 minutos prospectivamente.

O teste de análise de variância (ANOVA), mostrou que tanto o tempo de extração como a temperatura apresentam diferenças significativas ($p < 0.05$) mas, o tempo de extração foi o parâmetro que apresenta maior diferença estatisticamente significativa.

6.2 Recomendações

A partir dos resultados e discussão do presente estudo recomenda-se:

- ✓ Que sejam feitas experiencias envolvendo outros parâmetros de extracção do alginato de sódio;
- ✓ Que sejam feitas as análises químicas e se determine a pureza do alginato de sódio;

5. Referências bibliográficas

- Adamante, D, Minosso, N., (2012): Avaliação da viscosidade de carragenas comerciais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira - PR
- Almeida, H. W. B., (2014): Extração, caracterização estrutural parcial e atividades farmacológicas do alginato obtido da alga marrom *lobophora variegata* (lamouroux) oliveira filho, 1977, Natal/RN
- Bertagnolli, C., Espíndola, A. P. D. M., Kleinübing, S. J.; Tasic, L. Da Silva, M. G. C., (2014): Bioadsorção dos íons Cu^{2+} e Ni^{2+} pelo resíduo da extração do alginato da alga *Sargassum Filipendula*, x encontro Brasileiro sobre adsorção, Guaruja, São Paulo
- Bezzera, A. F, 2008, Cultivo de algas marinhas como desenvolvimento de comunidades costeiras, programa regional de pós-graduação em desenvolvimento e meio ambiente/Prodema, Natal, Brasil
- Coppejans E, Leliaert, F., Schils, T., (2002): New records of marine benthic algae for the Mozambican coast, collected at Inhaca Island, South African Journal of Botany, Department of Biology, Ghent University, Krijgslaan 281, S8, 9000 Ghent, Belgium

- Critchley, A.T, Aken, M.E, Bandeira, S, Kalk, M, 1997: A revised list of seaweeds from Inhaca Island, Mozambique, southern Africa
- De Almeida, A. R., (2007): Guia de Campo das Algas do Intertidal da Praia da vigia, Universidade do Algarve, Faro.
- De Clerck, O, Bolton, J. J., Anderson, R. J, Coppejans, E., (2005): Guide to the seaweeds of KwaZulu-Natal, Scripta Botanica Belgica, vol 33, South Africa.
- Dos Santos, R. L., (2011): Avaliação da produção de alginato por *Pseudomonas mendocina*, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC
- Fawzy, M. A., Gomaa, M., Hifney, A. F., Gawad, K. M. A., (2016): Optimization of alginate alkaline extraction technology from *Sargassum latifolium* and its potential antioxidant and emulsifying properties, Elsevier Journal
 - Ferreira, D. M. O., (2015): Extração de agar de algas vermelhas do género, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, *Gracilaria*, Coimbra
 - Fertah, M, Belfkira, A., Dahmane, El M., Taourirte, M., Brouillette, F., (2017): Extraction and characterization of sodium alginate from Moroccan *Laminaria digitata* brown seaweed, Arabian Journal of Chemistry 10, S3707–S3714
 - Filho, J. F., (2019): caracterização de filmes de alginato de sódio e pectina para potencial aplicação em dispositivos eletrocromáticos, universidade federal de são Carlos, sorocaba – SP
 - Guerra, R. A. T., Kanagawa, A. L, Santos, C. F. Dos, Silva, F. S. Da, Sousa, F. B. De, Cavalcanti, G. A., Menezes, R., (2011): Biologia e sistemática de fungos, algas e briófitas, 67.
- Kim, J, Lee, J, Kim, K, Yoon, W.; 2007: Antioxidative and antimicrobial activities of *Sargassum muticum* extracts . J Kor Soc Food Sci Nutr
 - Kumar, K. S., Ganesan, K., Subba, P. V., (2008): Antioxidant potential of solvent extracts of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty: an edible seaweed. *Food Chemistry*
 - Leonhardt, J. H., Leonhardt, C. M. R; Cericato, L., Zanolo, R., (2011): O efeito de alginatos incorporados à ração sobre o desempenho produtivo e manejo de juvenis de tilápia do Nilo, Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, Brasil
 - Lima, A. M., (2006): Estudo de propriedades físico-químicas de alginato de sódio, pectina e blends em solução e no estado sólido com aplicação em sistema de liberação de fármacos. Florianópolis 206 pp.

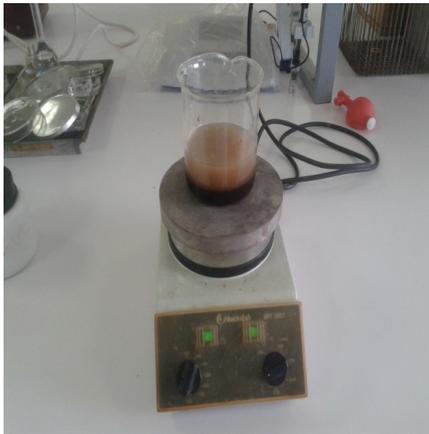
- Mallmann, L. D., Jahno. V. D., 2005: As diversas aplicações de algas marinhas através dos saberes populares visando a utilização sustentável, Universidade Feevale, ambientalmente sustentable, Brasil.
- Mazumder, A., Holdt, S. L., DE Francisci, D., Alvarado-Morales, M., Mishra, H. N., Angelidaki, I. Extraction of alginate from *Sargassum muticum*: Process optimization and study of its functional activities. Journal of Applied Phycology, v. 28
 - Muacanhia, T. (2003). Versus degradation, 39–46. Retrieved from <http://www.oceandocs.org/bitstream/1834/410/1/5%2520tomas>
 - Munaro, M. T, Bertagnolli, C, da Silva, M. G. C., Kleinübing, S. J, da Silva, E. A., (2015): bioadsorção e dessorção dos íons cd^{2+} e zn^{2+} pelo resíduo da extração do alginato da alga marinha *Sargassum filipendula*
 - Nogueira, M. T; Tófoli, R.J., Moraes, I.C.F; Branco, C.C.Z; Branco, I.G., (2016): influência do ph na atividade antioxidante de alginato de sódio extraído de *Sargassum sp*, XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Gramado/RS
 - Nogueira, M. T., (2017): Extração e caracterização de alginato de sódioda macroalga *sargassum cymosum c. Agardh*, assis
 - Oliveira, C. S. D. (2015): Universidade de aveiro departamento de química, 111.
 - Ortega, J. E. L., 2018, estudio de la producción de alginato de sodio derivado de macroalgas pardas y su conversión hidrotérmica catalizada a ácido láctico utilizando digestión por microondas, departamento de ciencias de la energía y mecánica, carrera de ingeniería en petroquímica, Latacunga
 - Pereira, I. J., Do Nascimento, F. R., (2016): Avaliação dos recursos naturais na ilha da Inhaca (oceano índico, Moçambique): primeira aproximação, Goiânia, v. 36, n. 2, p. 307-325
 - Regalado, E. L., Laguna, A., Torres, M., Sabatier, J. D., (2007): decoloración de alginato de sodio extraído de las algas pardas marinas del género *sargassum* con el uso de peróxido de hidrogeno, Quim. Nova, Vol. 30, No. 1
 - Román, D., (2012): Estudio de factibilidad producción de alginato de sodio a partir de algas pardas *sargassum vulgare*, universidad simón bolívar, Sartenejas
 - Rovissene, M. J., (2019): Análises quantitativas da composicao nutricional (Polissacarideos, Lipidos totais e Minerais) em Macroalgas Marinhas, mais abundantes na Ilha de Inhaca, Provincia de Maputo, Mocambique.

- Santos, R. S. B., (2012): Estudo dos fatores que influenciam os atributos de esferas de alginato, Universidade de Aveiro, 126 pp.
- Vasconcelos, A. G., De Araújo, K. V., Santana, L. A., (2015): Polissacarídeos extraídos de algas marinhas e suas aplicações biotecnológicas: uma revis
- Viswanathan, S., Nallamuthu, T., (2014): International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, IJIRSET, ISSN: 2319-8753, Vol. 3, Issue 4
- Zhao, X., li B, Xue, C.; Sun, L., (2012): Effect of molecular weight on the antioxidant property of low molecular weight alginate from *Laminaria japonica*.

6. Anexo

As figuras abaixo representam os diferentes procedimentos para a obtenção do alginato de sódio

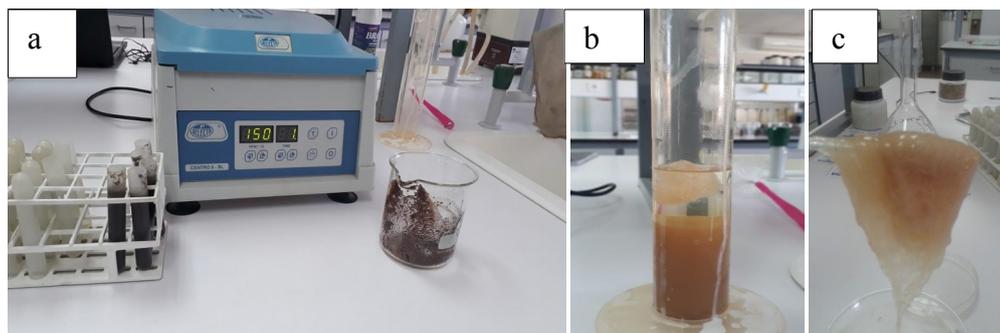
Anexo 1



Anexo: Procedimentos de extracção do alginato. a) Alga em pó numa solução de formaldeído, b) Alga em pó numa solução de ácido clorídrico e c) solução de carbonato de sódio submetida a diferentes condições de extracção.

A cada 5g de alga em pó foi tratada com uma solução de formaldeído a 4% por 30 minutos para a remoção de compostos fenólicos, posteriormente mergulhado em uma solução de 150ml de ácido clorídrico (HCl) a 0.1M a 100 °C por 100 minutos a 250rpm e finalmente tratado com água destilada e mergulhado a uma solução de solução de 350ml de carbonato de sódio 2% e mantidas na estufa em diferentes condições de temperaturas e tempo de extracção.

Anexo 2



Processo de obtenção do produto final. a) Separação da fase sólida e líquida na centrífuga. b) Precipitação da solução carbonato de sódio com o etanol. c) Produto desejado (alginato de sódio) em forma de gel.

A separação da fase sólida e líquida numa centrífuga ocorreu a uma velocidade de 1500rpm durante 10 minutos. Para a separação do alginato de sódio, foi adicionado o etanol (99% de concentração), precipitando o produto desejado que finalmente foi seco em estufa à 60°C por 24 horas, para a obtenção do alginato de sódio em pó.

10.1 Resultados do teste da análise de Variância (ANOVA)

Tabela 2: Resultado da análise de Variância (ANOVA) para tempo de extração

ANOVA						
<i>Fonte de</i>						<i>F</i>
<i>variação</i>	<i>SQ</i>	<i>Gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>crítico</i>
Entre	8909.67					
grupos	7	1	8909.67735	43.81316892	0.0027	7.70864
Dentro de	813.424					
grupos	6	4	203.35615			
Total	9723.10	5				

Tabela 3: resultado da análise de Variância (ANOVA) para a temperatura.

ANOVA							
<i>Fonte de</i>							
<i>variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>	
Entre				32.771	0.00460	7.70864	
grupos	6747.57735	1	6747.57735	2	9	7	
Dentro de							
grupos	823.5976	4	205.8994				

10.2 Resultados das experiencias da extracção do alginato de sódio

Tabela 4: Quantidade e rendimento do alginato de sódio obtido em 5g de alga *Sargassum elegans*, submetido a diferentes temperaturas e tempo de extração.

Replica-1					
extracção	Quant. de alga em po (g)	Temp. (°C)	tempo de extracção (min)	Quant. do alginato (g)	rend %
1	5	60	70	0.185	3.7
2	5		90	0.218	4.36
3	5		110	0.311	6.22
4	5	80	70	0.205	4.1
5	5		90	0.632	12.64
6	5		110	0.535	10.7
7	5	100	70	0.610	12.2
8	5		90	0.272	5.44
9	5		110	1.004	20.08

Tabela 5: Quantidade e rendimento do alginato de sódio obtido em 5g de alga *Sargassum elegans*, submetido a diferentes temperaturas e tempo de extração.

Replica-2					
extracção	Quant. de alga em po (g)	Temp. (°C)	tempo de extracção (min)	Quant. do alginato (g)	rend %
1	5	60	70	0.312	6.24
2	5		90	0.405	8.1
3	5		110	0.58	11.6
4	5	80	70	0.868	17.37
5	5		90	0.991	19.82
6	5		110	0.998	19.96
7	5	100	70	0.770	15.4
8	5		90	0.781	15.62
9	5		110	1.063	21.26

Tabela 6: Quantidade e rendimento do alginato de sódio obtido em 5g de alga *Sargassum elegans*, submetido a diferentes temperaturas e tempo de extração.

Extracção	Quant. De alga em po (g)	Temp. (°C)	extracção (min)	Quantidade do alginato (g)	rend %
1	5	60	70	0.34	6.8
2	5		90	0.46	9.31
3	5		110	0.59	11.16
4	5	80	70	0.553	11.06
5	5		90	0.75	15.19
6	5		110	0.78	15.74
7	5	100	70	0.71	14.38
8	5		90	0.61	12.3
9	5		110	1.037	20.47

Teor-----98%

1ª parte: Molaridade

1mol-----105,98g

0,1mol/l-----x

X= 10,598g/l

2ª parte: Pureza

10,598g/l----- 98%

x-----100%

x= 10,81g/l

3ª parte: volume

10,81g/l -----1000ml

x-----150ml

x= 16.215g

Vais se preparar 16.215g de Na_2CO_3 em 1000ml de água destilada.

Acido cloridrio 0.1M

Peso molar-----36.46g

Teor -----37%

1ª parte: Molaridade

1mol-----36.46g

0.1mol-----x

X= 3.646g/l

2ª Parte: volume ($d=1,19\text{g/cm}^3$)

$$d = \frac{m}{v}; \quad v = \frac{m}{d}$$

$$v = \frac{3,46 \text{ g/l}}{1,19 \text{ g/ml}}$$

v=3,06ml/l

3ª parte: Pureza

3.06ml-----37%

x-----100%

x=8.28ml/l

Vai-se pipetar aproximadamente 8,28ml de HCl a 37% e completar o volume de solução para 1l com água destilada.

Formaldeído 0.1M

Peso molar-----30.031g

Teor-----35%

1ª parte: molaridade

1mol-----30.031g

0,1mol-----x

X= 3,003g/l

2ª parte: Volume ($d=1,19\text{g/cm}^3$)

$$d = \frac{m}{v}; \quad v = \frac{m}{d}$$

$$v = \frac{3,003 \text{ g/l}}{1,19 \text{ g/ml}}$$

v=2,52ml/l

Parte 3: pureza

2,52mol-----35%

x-----100%

x= 7,2ml/l

Vai-se pipetar aproximadamente 7.2ml de formaldeído a 40% e completar o volume de solução para 1l com água destilada.