



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

**Monografia para obtenção do grau de Licenciatura em Química
Marinha**

**USO DE EFLUENTES DE CARCINICULTURA PARA
IRRIGAÇÃO DA HALOFITA *SALICÓRNIA SP***

Autor:

Abacar Daniel

Quelimane, Outubro de 2017



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

**Monografia para obtenção do grau de Licenciatura em Química
Marinha**

**USO DE EFLUENTES DE CARCINICULTURA PARA
IRRIGAÇÃO DA HALOFITA *SALICÓRNIA SP***

Autor:

Abacar Daniel

Supervisora:

Valera Dias

Co-supervisor :

Manecas Baloi

Quelimane, Agosto de 2017

CERTIFICADO

O abaixo-assinado certifica que eles leram e recomenda para aceitação pela Universidade Eduardo Mondlane uma monografia intitulada: Uso de efluentes de carcinicultura na produção de halófitas *Salicornia sp*, em cumprimento dos requisitos para obtenção do grau de licenciatura em Química Marinha.

Doutora Valera Lucena Dias

Supervisor

Data ___/___/ 2017

Professor Doutor Manecas Baloi

Co-Supervisor

Data ___/___/ 2017

Dedicatória

Dedico o presente trabalho do grau de licenciatura a minha mãe Maria de Fátima Januário e aos meus tios Roberto Domingos Januário Napualo, Eduardo Maria Januário Napualo, Domingas de Assunção Januario Carlota Maria Uaeva Januário pelo Amor e apoio incondicional que depositaram em mim.

Declaração de compromisso de Honra

Declaro por minha honra ser o autor deste trabalho, que é original, inédito, fruto da minha autoria, dedicação, esforço, e da contribuição dos meus orientadores, reflecte factos originais encontrados durante a investigação, é da minha completa responsabilidade e que a informação aqui contida resulta da investigação por mim realizada e que o presente estudo nunca foi submetido e apresentado para obtenção de qualquer grau académico e é apenas destinada a tese de Licenciatura em Química Marinha na Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras da Universidade Eduardo Mondlane.

Quelimane, Outubro de 2017

.....

Agradecimentos

A Deus em primeiro lugar, pelo seu grande amor por mim e por iluminar os meus caminhos;

Aos meus pais Daniel Abacar e Maria de Fátima Januario por terem-me nascido;

Ao meu tio Roberto Domingos Januario Napualo pela confiança e apoio nos meus estudos;

Em especial minha supervisora Doutora Valera Dias pelo incentivo, orientação e correcção na realização do presente trabalho, meu muito obrigado;

Ao meu coo-supervisor Professor Doutor Manecas Baloi pelo apoio, orientação e análise e processamentos dos dados;

Ao dr. Omar Falume Omar pelo apoio no transporte dos efluentes de aquacultura;

Aos Docentes do curso de química marinha, Msc. Yolanda Mula, Msc. Paula Milice, Msc. Lúcio Jasse, Msc. Inocência Paulo pela paciência, Msc. Vicente Ernesto e à todos docentes da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras que de forma directa ou indirecta contribuíram na realização deste trabalho e pelo conhecimento transmitido;

A empresa AQUAPESCA pelo apoio, fornecimento efluentes da aquacultura e a boa vontade em auxiliar as pesquisa na temática abordada;

À Família por mim criada em particular, Fernando F. C. Fernando, Celencia Rafael, Ivete da Gloria Francisco, Cremilda Simango, Dércio Bonate, Cândida Eunesia Chambi e Bernardo Orlando, Mário Martins, Salvador Zeca; Luis Daniel, Lodomayk Gove, Keneth Muchanga, Graça Marcos, Vicente dos Anjos, Eufrásia da Cândida, Anselmo Júnior, Zuneid Yura, que sempre apoiaram directamente ao longo desta longa jornada académica;

A família Napualo em especial Mariana Mothequela, Roberto D. J. Napualo, Maria de F. Januario, Jubeita Vina Daniel, Esmeralda Napualo, Eduardo Maria Januario Napualo, Artur Matias, Zaina e Saquina Daniel, Virgínia André Chade, Virgínia de Assunção e Marina Amisse pelo apoio e motivação;

A minha namorada Paula Daniel Américo Soares pelo amor, carinho, incentivo e confiança que depositou em mim;

E por fim agradecer aos meus amigos Edson Eduardo Wagner, Celso e Nelson Filipe, João Joseph Achacachoca e João Paulo

Resumo

O presente trabalho teve como objectivo reaproveitar efluentes de carcinicultura usado no cultivo de camarão para irrigar a *Salicornia sp* em comparação com água do estuário Bons Sinais, cultivados em canteiros separados. Durante o experimento da água, foram determinados parâmetros químicos e físicos (PO_4^- , NO_3^- , salinidade, pH) do solo e da água, as análises foram efectuadas no laboratório da FIPAG e no laboratório da ESCMC. As concentrações percentuais, g dos nutrientes que foram determinados no laboratório de IIAM, determinou-se a altura e pesos médios e que foram 14.66cm e 6g respectivamente para plantas irrigadas com água do estuário, as plantas irrigadas com efluentes de carcinicultura foram respectivamente 19.45cm e 12.26g. Irrigaram-se durante 77 dias com densidade populacional inicial de 40 indivíduos em cada canteiro, no 14º dia registou-se 3 indivíduos mortos entre plantas irrigadas com água do estuário correspondendo a 7.5% de indivíduos mortos, e nas plantas irrigadas com efluentes de carcinicultura registou-se 1 indivíduo morto equivale a 2.5% e no final do cultivo registou-se no total de 4 indivíduos mortos entre as plantas irrigadas com efluentes de carcinicultura correspondente a 10% foram 4 indivíduos mortos. As plantas irrigadas com água do estuário obtiveram uma taxa de crescimento de 3.5 com taxa de sobrevivência de 29 indivíduos correspondente a 72.5%, em comparação com as plantas irrigada com efluentes de carcinicultura registou-se um bom desenvolvimento e taxa de crescimento que foi de 13.36 com taxa final de sobrevivência de 36 indivíduos correspondente a 90%. Conclui-se que a água proveniente do estuário Bons Sinais, possuem menor concentrações de nutrientes em relação aos efluentes de carcinicultura. As plantas irrigadas com efluentes de carcinicultura tiveram um desenvolvimento mais acentuado (rápido e robusto), tiveram baixa taxa de mortalidade, e as plantas irrigadas com água do estuário Bons Sinais tiveram alta taxa de mortalidade, menor desenvolvimento de raízes e o seu crescimento foi lento.

Palavras-chaves: *Salicornia sp*, efluentes da aquacultura, águas dos estuários Bons sinais, nutrientes.

Abstract

The objective of this work was to reuse shrimp effluents used in shrimp culture to irrigate *Salicornia* sp as compared to Bons Signals water, cultivated in separate beds, which were determined chemical and physical parameters (PO₄⁻, NO₃⁻, salinity , soil pH), which were determined in the laboratory of FIPAG and in the laboratory of the ESCMC and the percentage concentrations, mg / 100 of the nutrients that were determined in the laboratory of Soils, plants and water, the values are presented in the tables 1, 3 and 4 , it was determined the heights in cm and weights in total average g and that were 14.66cm and 6g respectively for plants irrigated with estuary water, the plants irrigated with shrimp effluents were respectively 19.45cm and 12.26g. The animals were irrigated for 77 days with an initial population density of 40 individuals at each site. On the 14th day, 3 individuals died among plants irrigated with estuarine water, corresponding to 7.5% of dead individuals, and in plants irrigated with registered shrimp effluent 1 dead person is equal to 2.5% and at the end of the cultivation there were 4 dead individuals among the plants irrigated with 10% shrimp effluent and for the B-bed 4 individuals were killed. The plants irrigated with water from the estuary obtained a growth rate of 3,533 with a survival rate of 29 individuals corresponding to 72.5%, compared to plants irrigated with shrimp effluents had a good development and growth rate which was 13.36 with a final survival rate of 36 individuals corresponding to 90%. It is concluded that the water of the Bons Sinais estuary, which are natural have lower nutrient concentrations which may need more time for the development of the plants under cultivation. While shrimp farming effluents is an excellent source for integration into agriculture taking into account that they carry with them nutrients used during the cultivation of organisms in the form of feed, it can be used for large or small scale production without assisting with organic fertilizers or compounds.

Keywords: *Salicornia ramosissima*, aquaculture effluents, estuarine waters Good signs, nutrients.

Lista de Figuras

Figure 1. Ciclo de nitrogénio em microbacias (Adaptado de Allan e Castelo, 2007)	8
Figure 2. Concepção do canteiros (A), mudas de <i>Salicornia</i> (B), ilustração da concepção final dos canteiros(c)	13
Figure 3. Estacas da <i>Salicornia</i> uma semana após a plantação (A) e após o final do cultivo (B).	14
Figura 4. Equipamentos usados durante o experimento espectrofotómetro (A), Salinómetro (B) e refractometria com o solo e água destilada (C).	15
Figura 5. Amostras de solo irrigado por efluentes de carcinicultura (A), solo irrigado por água do estuário (B) e do solo do estuário Bons Sinais (C),	17
Figura 6. Concentrações de nitratos determinados nos efluentes de carcinicultura (B) e da água do estuário Bons Sinais (A).....	21
Figure 7. Concentrações de fosfato determinados nos efluentes de carcinicultura (B) e da água do estuário Bons Sinais (A).....	22
Figura 8. Variação dos pesos da <i>Salicornia Sp</i> irrigadas por água do estuário e por efluentes de carcinicultura.....	23
Figura 9. Variação das alturas da <i>Salicornia Sp</i> irrigadas por água do estuário e por efluentes de carcinicultura.....	24
Figura 10. Raízes de plantas irrigados por água do estuário (A) e por efluentes da carcinicultura (B).	25

Lista de Tabelas

Tabela 1. Principais formas do fósforo em sistemas aquáticos	7
Tabela 2. Teor médio da matéria mineral na Salicornia fresca.....	11
Tabela 3 Concentrações de nutrientes, salinidade e pH determinados nos solos onde as plantas foram irrigadas com água do estuário, de plantas onde foram irrigadas com efluentes de carcinicultura e do solo do mangal do estuário Bons Sinais.....	26
Tabela 4.Média \pm DP das concentrações dos nutrientes presentes nas plantas irrigadas por efluentes de carcinicultura e água do estuário Bons Sinais e as plantas extraídas do mangal.	26

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Concentrações de nitratos determinados nos efluentes de carcinicultura e da água do estuário Bons Sinais.....	21
Gráfico 2. Concentrações de fosfato determinados nos efluentes de carcinicultura e da água do estuário Bons Sinais.....	22
Gráfico 3. Variação dos pesos da <i>Salicornia Sp</i> irrigadas por água do estuário e por efluentes de carcinicultura.....	23
Gráfico 4. Variação das alturas da <i>Salicornia Sp</i> irrigadas por água do estuário e por efluentes de carcinicultura.....	24

Lista de Abreviações

cm- centímetros

Ca- Cálcio

$C_{14}H_{12}O_3$ - Ácido salicílico

ESCMC - Escola Superior Ciências Marinhas e Costeiras

g- grama

H_2SO_4 – Ácido sulfúrico

H_2O_2 - peróxido de hidrogénio

H_3BO_3 - Ácido bórico

HCL – Ácido clorídrico

IIAM – Instituto de investigação Agrário de Moçambique

K- Potássio

Mg- Magnésio

mg/l- miligrama por litro

Na- Sódio

NH_4^+ - Amónio

NO_2^- - Nitrito

NO_3^- - Nitrato

PO_4 - Fosfato

TCR - Taxa de Crescimento Relativo

TSF – Taxa de Sobrevivência Final

Índice

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Introdução	1
1.2. Problematização	3
1.3. Justificativa	3
1.4. Objectivos	4
1.4.1. Geral	4
1.4.2. Especifico	4
2. REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA	5
2.1. Agricultura em água salgada	5
2.2. Reuso de efluentes de aquacultura para irrigação de culturas de <i>Salicornia</i>	6
2.3. Nutrientes nos efluentes de aquacultura	7
2.3.1. Fósforo	7
2.3.2. Nitrogénio	8
2.4. <i>Salicornia ramosíssima</i>	9
2.4.1. Classificação taxionómica da <i>Salicornia</i> (Pedro, 2000)	9
2.5. Habitat e distribuição	9
2.6. Reprodução e desenvolvimento da <i>Salicornia</i>	9
2.7. Composição química da <i>Salicornia</i>	10
2.7.1. Glúcidos	10
2.7.2. Proteínas	10
2.7.3. Lípidos	10
2.7.4. Ácidos gordos	11
2.7.5. Minerais	11
2.8. Mecanismos de tolerância da <i>Salicornia</i> à salinidade	11
2.9. Aplicações da <i>Salicornia</i>	12

2.9.1.	Na Medicina	12
2.9.2.	Na agricultura.....	12
3.	METODOLOGIA	13
3.1.	Local do estudo	13
3.2.	Procedimentos e instrumentos	13
3.2.1.	Preparação de canteiros para cultura de <i>Salicornia sp</i>	13
3.2.2.	Efluente de aquacultura para irrigação de <i>Salicornia ramosissima</i>	14
3.2.3.	Cultivo de <i>Salicornia sp</i>	14
3.3.	Análise de amostras	15
3.3.1.	Determinação altura e peso médio da <i>Salicornia</i>	15
3.3.2.	Determinação de taxa de crescimento relativo (%).....	16
3.3.3.	Determinação de taxa sobrevivência final (%)	16
3.3.4.	Determinação das concentrações de nutrientes e salinidade em efluentes.....	16
3.3.5.	Determinação das concentrações de nutrientes, salinidade e pH em solo	16
3.3.6.	Determinação Analítica de nutrientes presentes em <i>Salicornia sp</i>	17
3.3.6.1.	Preparação das amostras	17
3.3.6.2.	Preparação do ácido sulfúrico com selênio	17
3.3.6.3.	Determinação de nitrogénio.....	18
3.3.6.4.	Determinação do fósforo	18
3.3.6.5.	Determinação de Cálcio.....	19
3.3.6.6.	Determinação de Cálcio e Magnésio	19
3.3.7.	Processamento dos dados	20
4.	RESULTADOS	21
4.1.	Parâmetros dos efluentes da carcinicultura e da água do estuário Bons Sinais	21
4.2.	Variação da altura da <i>Salicornia sp</i>	22
4.3.	Variação do peso da <i>Salicornia sp</i>	23
4.4.	Comparação das raízes.....	24

4.5.	Taxa de crescimento relativo e de sobrevivência da <i>Salicornia sp</i>	25
4.6.	Determinação de concentrações de nutrientes, salinidade e pH do solo.....	26
4.7.	Determinação das concentrações de nutrientes presentes nas plantas	26
5.	DISCUSSÃO	27
5.1.	Concentrações de nutrientes (NO_3^- e PO_4^-) dos efluentes da carcinicultura e da água do estuário Bons Sinais.....	27
5.2.	Concentrações de nutrientes, salinidade e pH do solo.....	27
5.3.	Variação das alturas e peso da <i>Salicornia</i> irrigada por água do estuário e por efluentes de carcinicultura.....	28
5.4.	Concentrações de nutrientes nas plantas.....	29
6.	CONCLUSÃO	30
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
8.	ANEXOS	36
8.1.	Plantas irrigadas por água do estuário Bons Sinais	36
8.2.	Plantas irrigadas por efluentes de carcinicultura	36
8.3.	Plantas extraídas do Mangal do estuário Bons Sinais.....	36

CAPITULO I

1. INTRODUÇÃO

1.1. Introdução

Halófitas são plantas superiores vasculares que conseguem sobreviver e completar o seu ciclo de vida em ambientes onde a concentração de sal é em torno de 20mS (aproximadamente 1,8dS/m aproximadamente 1,2g/L de NaCl) ou mais, correspondendo aproximadamente 1% da flora mundial (Flowers e Colmer, 2008). *Salicornia Sp*, uma das espécies do género de halófitas mais tolerantes a ambientes salinos e, por este motivo, ocupam as zonas mais salgadas, estando dispersas por todos os continentes (Castroviejo *et al*, 1990). A palavra *Salicornia* tem origem nas palavras em latim *sal* e *cornu*, que significam literalmente cornos salgados (Izeppi, 2011)

Salicornia sp é uma halófito da espécie mais evoluída, das onze abrangidas da ordem Caryophyllales. É uma planta anual, sem folhas aparentes, erecta, podendo atingir os 40 cm, os caules são carnudos, extremamente ramificados e segmentados por articulações. Nas articulações encontram-se as folhas inflorescências e terminais, onde o artículo inferior é estéril e os restantes artículos férteis, compostos por dois conjuntos opostos de três flores cada (Glenn *et al.*, 1998).

Em termos de distribuição a *Salicornia* desenvolve-se em vários climas, desde temperados a tropicais, estando dispersas por todos os continentes com excepção da Antártica (Isca, 2013). Cresce no limite superior da maré, passa longos períodos do seu desenvolvimento fora de água, sofrendo uma elevada exposição aos raios ultra violeta (Isca, 2013). Vários países tais como Portugal (Casa do sal), México (The seawater fundation), Eritreia (The seawater fundation) e Arabia Saudita (Saudi Aramco World) vem cultivando essa planta para diversas áreas (Abdal, 2009)

A cultura desta planta em ambiente salobre remove uma fracção significativa dos nutrientes de efluentes fornecendo deste modo um retorno económico para o produtor, como matéria verde serve de alimentação e na produção de fármacos (Glenn *et al.*, 1998). Tendo em conta que a planta possui capacidades para tolerar concentrações elevadas da salinidade, o uso das descargas proveniente da aquacultura carregam consigo produtos metabolitos e compostos

nitrogenados e fosfatados, que encontram-se diluídos no meio aquático, estes compostos estimulam a floração de microalgas e microrganismos (Hussar *et al.*, 2002).

Os efluentes de aquaculturas podem contribuir para modificação das características físicas e químicas dos corpos de água por meio de resíduos sólidos orgânicos e compostos nitrogenados e fosfatados, proveniente principalmente, das sobras de rações e das excretas dos animais (Silva e Camargo, 2006). Em busca da redução dos impactos ecológicos dos efluentes da aquacultura, tem-se desenvolvido estudos de integração da aquacultura na agricultura. Estes sistemas contribuem para reduzir os impactos ambientais, onde os efluentes e lodos gerados pela aquacultura normalmente aumentam a produtividade das águas e solos, evitando deste modo o processo de eutrofização (Pullin, 2003).

Alguns estudos relatam o reuso dos efluentes da aquacultura na irrigação dos vegetais, na aquaponia e hidropónia usando-se diversas culturas. Alguns vegetais adaptam-se bem a irrigação usando efluentes originado da aquacultura como alface (*Latuca sativa*), manjerição (*Ocimum basilicum*), repolho (*Brassica oleracea* var), rúcula (*Eruca sativa*), morango (*Fragaria vesca*), pimenta (*Capsicum spp*), tomate (*Solanum lycopersicum*) e pepino (*Cucumis sativus*) (Filho, 2010)

No caso das descargas de águas salobras, o reuso seria pertinente para irrigar a *Salicornia* usando efluentes de aquacultura pois esta planta tolera elevadas concentrações de sais. Tem demonstrado ser um alimento funcional promissor devido ao seu elevado valor nutricional em termos de minerais incluindo Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe, e K^+ , fibra alimentar e composto bioactivos, tais como os fitoesteróis, polissacarídeos e compostos fenólicos, particularmente flavonóide e ácidos fenólicos (Ashraf, 2009).

Nesta vertente, o presente projecto visa usar os efluentes gerados na carcinicultura para irrigar a *Salicornia*, uma vez que esta espécie absorve concentrações elevadas de salinidade e nutriente. E do outro lado visa reduzir o lançamento de efluentes da aquacultura nos cursos de águas que vai promover a eutrofização, poluição e entre outros factores que contribuem na degradação dos ecossistemas aquáticos.

1.2. Problematização

Os principais impactos dos efluentes das actividades de aquacultura sobre os ecossistemas aquáticos incluem: o aumento das concentrações de nitrogénio e fósforo na coluna da água e o acúmulo da matéria orgânica nos sedimentos (Midlen e Redding 1998). Essa disponibilidade de nutrientes nos ambientes límnicos tende a favorecer o aumento da comunidade fitoplanctónica, alterando a dinâmica do oxigénio dissolvido.

O nitrogénio dos efluentes das actividades de aquacultura provém principalmente da proteína das rações e fertilizantes, sendo que outra parte é excretada pelos organismos na forma de amónia, enquanto o restante é eliminado pelas fezes na forma de nitrogénio orgânico. Os resíduos da aquacultura pode ser usados para fertilizarem os solos durante a cultura de vegetais.

A *Salicornia* é uma halófito que ocorre próximo ao estuário dos Bons Sinais no bairro de Chuabo Dembe. Esta planta é rica em nutrientes e componentes essenciais para o consumo humano o que podem ser explorados para outros fins como a medicina e industrias alimentares como produção do sal. Actualmente existe falta do conhecimento dos valores ecológicos, socioeconómicos e medicinais da *Salicornia*, que não possibilitam uma exploração profunda de modo a minimizar certas dificuldades enfrentadas na sociedade.

1.3. Justificativa

A reutilização de efluentes proveniente da aquacultura poderá reduzir o gasto de água durante o outras actividades tais como cultura de vegetais, pois não só serve como fonte extra de água, mas também devido a outros factores como a fonte de nutrientes. O reuso destes efluentes podem auxiliar no desenvolvimento de diversas culturas, pois contem elevadas concentrações de nitratos e fosfatos. Estas fontes de nutrientes podem ser aplicadas na irrigação de culturas, realizando dessa forma uma economia de fertilizantes do solo. O reuso dos efluentes de aquacultura é uma forma de minimizar os impactos ambientais no meio aquático. A reutilização de efluentes de aquacultura permite minimizar as descargas nos corpos hídricos, propicia o uso sustentável dos recursos hídricos, preserva dos recursos subterrâneos, minimiza a poluição hídrica nos mananciais, catalisa o aumento da produtividade agrícola pelo teor elevado de nutrientes, estimula o uso racional de águas, custos baixos na produção agrícola, o que pode ser integrada em salinicultura, piscicultura, carcinicultura, aquaponia, e vários sistemas da agricultura e na restauração de ambientes sem vegetais.

Do ponto de vista ecológico a sua produção em campos ajuda a diminuir as quantidades de dióxido de carbono, remove concentrações significantes de nutrientes em aquacultura que poderia afectar os ecossistemas aquáticos. Como espécie tolerante aos ambientes salinos, pode-se utilizar milhões de hectares de terras áridas e improdutivas e conservar os valiosos recursos de água doce fazendo uma economia da água, além de gerar recursos materiais e económicos para as populações locais. A *Salicornia* é uma planta que prospera em condições salinas hostis, o que pode ser irrigada com efluentes de aquacultura com águas salobras.

1.4. Objectivos

1.4.1. Geral

- Avaliar o efeito de efluentes de carcinicultura na irrigação de *Salicornia sp*

1.4.2. Especifico

- Determinar a taxa de crescimento da *Salicornia* irrigada com efluentes da carcinicultura em comparação com a *Salicornia* irrigada com água do estuário dos Bons Sinais
- Determinar altura, peso e a taxa de sobrevivência da *Salicornia*
- Medir/analisar as concentrações dos nutrientes presentes nas plantas

CAPITULO II

2. Revisão de bibliografia

2.1. Agricultura em água salgada

O conceito de agricultura em água salgada é bastante antigo, no entanto, apenas após a 2ª Guerra Mundial foi considerada seriamente e descobriu-se que este tipo de agricultura resulta melhor em terrenos arenosos do deserto (O'Leary *et al.*, 1985). A agricultura em água salgada é definida como o crescimento de culturas com tolerância ao sal (plantas halófitas) em terras regadas com água salgada bombeada dos oceanos (Glenn *et al.*, 1998). Este tipo de agricultura está desenvolvendo-se consistindo em domesticar plantas tolerantes ao sal que cresçam espontaneamente, que tenham interesse para a produção de alimentos de consumo humano e animal e ainda para a produção de energias renováveis (Glenn *et al.*, 1998).

Recentemente, o cultivo de halófitas tem sido combinado com o cultivo de camarões e peixes marinhos, portanto os nutrientes originado a partir dos efluentes destes cultivos podem servir para irrigar e fertilizar estas plantas (Costa, 2006). Além disso, estes efluentes reduzem os contaminantes descartados no meio ambiente (Porto *et al.*, 2006).

Existem aproximadamente 10.000 plantas tolerantes ao sal, e aproximadamente 250 espécies de halófitas com potencial de produção agrícola, que podem ser utilizadas em solos salinizados (Yensen, 2000). Entre as halófitas que possuem elevado potencial agronômico, ou podem se tornar uma importante cultura comercial, destacam-se as espécies dos gêneros *Salicornia* e *Sarcocornia* pertencentes à família Amaranthaceae (Yensen & Bedell, 1993).

A utilização de águas residuais, com seus nutrientes, pode ser aplicada na irrigação de diversas culturas, realizando dessa forma uma economia com fertilizantes na agricultura (Muffareg, 2003).

A prática do reuso da água mostra um avanço na gestão ambiental hídrica que a muito se buscava nas políticas industriais, pois consegue restabelecer o equilíbrio entre a oferta e a demanda, conservar a água potável, evitando a utilização da mesma em processos onde não são necessárias, além de agregar valores de mercado e de imagem as indústrias que o adoptam (Mierzwa, *et al.*, 2002).

2.2. Reuso de efluentes de aquacultura para irrigação de culturas de *Salicornia*

A água, por meio do ciclo hidrológico, constitui em um recurso renovável e quando reciclada por sistemas naturais (Hespanhol, 2005). No entanto, o uso da água para actividades antrópicas leva à sua deterioração em níveis diferentes de poluição. Essa poluição é considerada como a adição de substâncias ou de formas de energia que, directa ou indirectamente alteram a natureza do corpo da água de maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos (Von Sperling, 1996). Após o uso da água por uma certa actividade específica, ela perde sua qualidade original passando a ser considerada de qualidade inferior.

Para agricultura que depende de grandes volumes de água, mas que não poderá ser mantida sustentavelmente se continuarem os atuais padrões de utilização (Andreoli *et al.*, 2005), a solução poderá advir do uso dessas águas servidas, em substituição às fontes de água doce convencionais.

Um modo de minimizar os desequilíbrios que os efluentes poluidores podem causar e otimizar o benefício dos recursos hídricos é promover o reuso dos efluentes de carcinicultura para irrigação de culturas vegetais, como tem sido feito em alguns locais da Colômbia (Boyd, 1997).

Os efluentes de carcinicultura além de serem ricos em nutrientes, também o são em matéria orgânica e material em suspensão na forma particulada ou dissolvida. Os materiais solúveis são subprodutos inorgânicos da excreção dos animais, os nutrientes da ração não consumida, de fertilizantes empregados para estimular a multiplicação do fitoplâncton e de metabólicos gerados pelo camarão (Nunes, 2002b).

Os efluentes dos viveiros tendem a deteriorar-se ao longo do ciclo de cultivo, uma vez que aumentam a biomassa, a concentração de metabólicos tóxicos e se acumulam nos restos de ração dos viveiros (Yauri, 1997).

Ao serem descarregados em ecossistemas aquáticos naturais esses efluentes lhes impõem uma carga poluente, a qual pode sobrepujar a capacidade de assimilação natural desses sistemas, o que pode resultar na deterioração da qualidade da água dos corpos receptores de efluentes de fazenda de cultivo de camarão (Boyd, 1997).

Os efluentes dos berçários de aclimação também contribuem para a deterioração dos corpos preceptores, pois são ricos em nutrientes, contribuindo dessa forma, para eutrofização e salinização dos corpos hídricos (Figueiredo *et al.*, 2004).

2.3. Nutrientes nos efluentes de aquacultura

O alimento fornecido aos animais cultivados em sistemas de aquacultura pode ser uma importante fonte de poluição nos sistemas de criação, pelo aumento nas concentrações de matéria orgânica e nutrientes causando pelos restos de alimentos e produtos de excreção dos animais cultivados (McIntosh, 2000).

Os nutrientes liberados pela decomposição da ração podem gerar cerca de 2,6 kg de fitoplâncton para cada 1 kg de camarão, contribuindo fortemente para o aporte de matéria orgânica nos tanques de cultivo (Schwartz e Boyd, 1994).

2.3.1. Fósforo

O fósforo é um elemento essencial para a vida dos organismos sendo considerado um nutriente limitante da produtividade primária em sistemas hídricos (Esteves, 1998). A importância do fósforo nos sistemas biológicos deve-se à participação deste elemento em processos fundamentais do metabolismo dos seres vivos, tais como: armazenamento de energia, formando uma fracção essencial na molécula de ATP e estruturação da membrana celular, através dos fosfolipídeos. No meio aquático, o fósforo encontra-se na forma iónica quer na forma complexada, encontra-se geralmente como íons fosfato e não encontrado em estado livre na natureza

Tabela 1. Principais formas do fósforo em sistemas aquáticos (Adaptado de Sousa 1997)

GRUPO	FORMA	ESPÉCIES
Ortofosfatos	PO_4^{-3}	H_3PO_4 , $\text{H}_2\text{PO}_4^{-1}$, HPO_4^{-2} , PO_4^{-3}
Polifosfatos	$\text{P}_2\text{O}_7^{-4}$ pirofosfato	$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$, $\text{H}_3\text{P}_2\text{O}_7^{-}$, $\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7^{-2}$, $\text{HP}_2\text{O}_7^{-3}$, $\text{P}_2\text{O}_7^{-4}$
	$\text{P}_3\text{O}_{10}^{-5}$ hipolifosfato	$\text{H}_3\text{P}_3\text{O}_{10}^{-2}$, $\text{H}_2\text{P}_3\text{O}_{10}^{-3}$, $\text{HP}_3\text{O}_{10}^{-4}$, $\text{P}_3\text{H}_{10}^{-5}$
Metafosfatos	$\text{P}_3\text{O}_9^{-3}$	$\text{HP}_3\text{O}_9^{-2}$, $\text{P}_3\text{O}_9^{-3}$
Fosfatos Orgânicos	-	Compostos orgânicos dissolvidos: fosfolipídios e fósforo complexados à matéria orgânica.

2.3.2. Nitrogénio

O nitrogénio é um dos elementos mais importantes no metabolismo em ecossistemas aquáticos (Esteves, 1998). É utilizado pelos organismos aquáticos para a produção de moléculas complexas necessárias ao seu desenvolvimento, tais como aminoácidos, ácidos nucleicos e proteínas (Fragoso *et al*, 2009). O nitrogénio chega aos ambientes aquáticos através das chuvas, fixação biológica e origem alóctone. Portanto os níveis de concentração das formas dissolvidas são influenciados pelo tipo de vegetação e actividades no seu entorno (Silva, 2005). O nitrogénio atmosférico N_2 é fixado, nos ambientes aquáticos por bactérias e cianobactérias, e convertidos em moléculas orgânicas e assim entra na cadeia trófica. Os íons nitratos (NO_3^-) e amónio (NH_4^+) são as principais formas utilizadas pelos produtores primários, apresentam-se em equilíbrio dinâmico e suas concentrações são governadas pelo aportes de nitrogénio na bacia e por processos biológicos, bem como as reacções de oxidação e redução realizada pelos microorganismos (Peterson *et al*, 2001).

A retirada do amónio é realizada através da assimilação biológica, absorção pelo sedimento e nitrificação. As excreções de animais devolvem o nitrogénio como amónia e em formas orgânicas que podem se converter em amónia através da decomposição e mineralização. Através do processo de nitrificação, o amónio é transformado em nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-) sob condições anaeróbicas a partir da actividade de microorganismos.

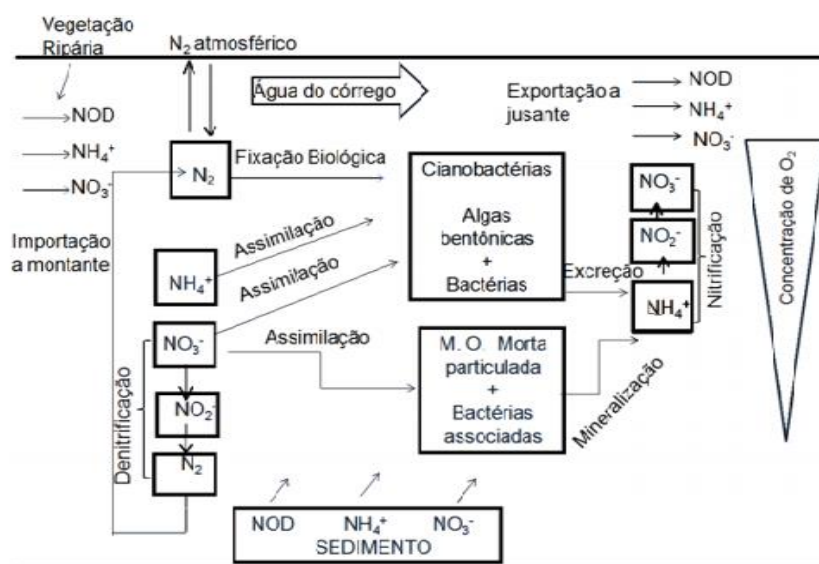


Figure 1. Ciclo de nitrogénio em microbacias (Adaptado de Allan e Castelo, 2007)

2.4. *Salicornia ramosíssima*

2.4.1. Classificação taxionómica da *Salicornia* (Pedro, 2000)

Reino: Plantae

Sub-reino: Tracheobionta

Divisão: Magnoliophyta

Classe: Magnoliopsida

Subclasse: Caryophyllales

Família: Chenopodiaceae

Género: *Salicornia* Sp.

Salicornia é caracterizada pela presença de elevadas concentrações de sais nos seus tecidos, sendo que esta planta absorve o sal directamente do solo ou água para poder desenvolver-se o que são halófito obrigatória (Costa, 2001). O armazenamento dos sais é efetuado numa glândula de célula especializada, garantindo o bom funcionamento da célula (Davy *et al.*, 2001).

A *Salicornia* é uma planta anual, sem folhas aparentes, erecta, podendo atingir os 40 cm de altura. Os seus caules são carnudos, simples e extremamente ramificados, segmentados por articulações (Isca, 2013). Morfologicamente possui um caule principal e as suas ramificações compostas por nódulos pequenos, cilíndricos, com uma cobertura suculenta que lhe confere uma aparência articulada (Davy *et al.*, 2001).

2.5. Habitat e distribuição

As *Salicornia* são habitantes naturais de locais salinizados do litoral, como manguezais, banhados salinos e margem de salinas, possuindo representantes em todos os continentes (Shepherd *et al.*, 2005).

2.6. Reprodução e desenvolvimento da *Salicornia*

Embora a polinização pelo vento possa ocorrer, as plantas de *Salicornia* obtêm grande parte das sementes por autofertilização (Jefferies, 1977, citado por Silva, 2000). Para isto, contribui o facto das anteras nem sempre serem fragmentadas e por isso a autopolinização ocorre em flores fechadas limitando a oportunidade de fluxo de genes entre indivíduos. Watkinson e

Davy, 1985, citado por Silva, 2000. A altura, número de nós e pares de ramos de *Salicornia* apresentam uma variação sazonal, com valores crescentes desde Maio á Junho até Setembro á Outubro ou podendo apresentar aumentos pouco acentuados ou mesmo valores constantes a partir de Julho, fundamentalmente no primeiro ano (Silva, 2000). Tal como para as glicófitas, a temperatura influencia a germinação das halófitas e pode determinar o tipo de habitat que pode ser ocupado por uma espécie em particular. O seu ciclo de vida é bem definido, sem um banco de sementes persistente, com gerações discretas (Jefferies *et al.*,1981).

2.7. Composição química da *Salicornia*

Algumas espécies foram sujeitas a avaliações do seu potencial nutricional. Análises nutricionais mostraram que *Salicornia* contém elevadas quantidades de vitaminas (A e C), minerais (principalmente magnésio, ferro e cálcio) e aminoácidos essenciais, que a tornam um suplemento nutricional e dietético ideal. Os seus níveis *proteicos* são menores que na folha do aipo (2,6%) e do espinafre (2,6%), mas semelhantes aos da alface (1,3%) e do repolho Chinês (1,4%) (Isca, 2013)

2.7.1. Glícidos

As fibras de glícidos não são comestíveis e constituem 3,1% do peso fresco da *Salicornia*. Os constituintes maioritários são a arabinose, o ácido galactúrico e a glucose (sendo 95% de origem celulósica). A nível nutricional, a quantidade de amido é baixa e o teor em oses solúveis, sacarose, frutose que pode atingir 10% da massa da planta seca (Ceva, 2003).

2.7.2. Proteínas

O teor em azoto total desta halófito são de 1,3 a 2,3% que é mais baixo do que é verificado em plantas do meio não salobre. A *Salicornia* é muito pobre em proteínas (2,6%), sendo a prolina, o aminoácido essencial mais abundante (Ceva, 2003).

2.7.3. Lípidos

Os lípidos têm uma função muito importante na regulação da permeabilidade das células das plantas. Estudos realizados demonstraram uma correlação entre a composição lipídica e o grau de tolerância à salinidade das plantas halófitas. O teor de lípidos desta planta é baixo (1,5 a 5%), variando em função do estado de desenvolvimento da planta e do local de colheita. Porém, os lípidos presentes na parte aérea da planta (ácido linoleico e linoleico) são ácidos gordos essenciais (Ceva, 2003).

2.7.4. Ácidos gordos

O teor médio de ácido oxálico é de 0,6% do total da matéria seca. Este ácido torna o cálcio, fornecido pela alimentação, indisponível. Ao comparar-se com outros frutos e legumes, o nível de ácido oxálico é baixo e não apresenta risco para o consumidor (Ceva, 2003).

2.7.5. Minerais

A *Salicornia* sp possui valores elevados de substâncias minerais, sendo que o teor de matéria mineral representa 20 a 66% da matéria seca, sendo que este varia conforme a espécie, a época, o local de colheita e da salinidade do solo. O catião mais abundante é o sódio e o principal anião associado é o cloro (Ceva, 2003).

Tabela 2. Teor médio da matéria mineral na *Salicornia* fresca

Matéria Mineral	% em P _s
Cinzas totais	38,3
Sódio (Na)	12,9
Potássio (K)	1,35
Magnésio (Mg)	0,82
Cálcio (Ca)	0,38
Ferro (Fe)	0,009
Fósforo (P)	0,25

Fonte: Centro de Estudos e Valorização de Algas (2003)

2.8. Mecanismos de tolerância da *Salicornia* à salinidade

Por outro lado, o efeito da salinidade reflecte-se na morfologia da planta, nomeadamente no aumento da espessura da folha, diminuição do número de folhas por planta ou mesmo a diminuição do número de estomas por unidade de área (Marschner, 1995).

As halófitas podem reduzir o sal dos seus tecidos por vários mecanismos: acumulação em tricomas vesiculares, secreção pelas glândulas salinas, queda das folhas velhas e translocação para outros órgãos (Marschner, 1995). Muitas halófitas apresentam glândulas salinas nas folhas e caules através das quais excretam sal (Metcalf e Chalk, 1972). Os tricomas vesiculares, um tipo particular de glândula salina, são encontrados em vários géneros das Chenopodiaceae. Os efeitos da salinidade não podem ser desligados dos efeitos do encharcamento provocado pela água de maré. Com efeito, a inundação provocada pelas marés exerce uma influência considerável no crescimento e desenvolvimento das halófitas (Langlois e Ungar, 1976). A principal alteração ecológica para as plantas que crescem em

meios encharcados é a redução da disponibilidade de oxigénio para as raízes já que o oxigénio difunde-se dez mil vezes mais devagar do que em solos bem arejados (Ernst, 1990).

2.9. Aplicações da *Salicornia*

2.9.1. Na Medicina

A *Salicornia* é usada no tratamento de diversas doenças. É amplamente utilizada na medicina tradicional em países orientais, no tratamento de doenças intestinais, diabetes, obesidade, cancro, indigestão, gastroenterites, nevropatias, hepatite, asma, artrites, hipertensão e hemorróidas (Isca, 2013).

O etanólico extraído da *Salicornia* tem actividade citotóxica significativa contra *Artemia salina* L. e *Daphnia magna* S., com efeito de inibir o desenvolvimento de tumores, portanto, esta espécie poderá ser candidata a estudos posteriores, no âmbito de encontrar e desenvolver novos compostos anti-tumorais (Isca, 2013). Constituído principalmente por ésteres metílicos de ácidos gordos, exhibe actividades antibacterianas e antifúngicas elevadas, em comparação com extractos de outras *Chenopodiaceae* (Isca, 2013). No caso de *Salicornia Sp*, a administração do extracto de etanol a um grupo de ratinhos conduz a uma condição de hepatotoxicidade e inflamação nos nefrónios (Isca, 2013)

2.9.2. Na agricultura

O extracto etanólico de partes aéreas de *S. europea* exhibiu capacidade de inibir o crescimento de algas, bem como actividade moderada contra leveduras, no entanto não exhibiu actividade contra bactérias gram-positivas e gram-negativas (Isca, 2013).

CAPITULO III

3. Metodologia

3.1. Local do estudo

O presente projecto foi realizado nas instalações do laboratório de aquacultura, na Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras, localiza-se na província de Zambézia, distrito de Quelimane, Chuabo Dembe, na região centro de Moçambique.

3.2. Procedimentos e instrumentos

3.2.1. Preparação de canteiros para cultura de *Salicornia* sp

Os canteiros para cultivo da *Salicornia* foram preparados usando solo argiloso misturado com o solo lodoso onde plantou-se mudas da *Salicornia* em dois canteiros, os canteiros foram confeccionados num tanque PVC de 2500L, cortado na transversal, com as seguintes medidas: 2.9m de comprimento e 1m de largura. A densidade populacional das mudas foi de 40 plantas para cada canteiro e a separação entre as plantas foi de 30cm. Em seguida usou-se brita na parte inferior do canteiro, acompanhado de mistura dos solos lodoso e argiloso na parte superior do canteiro fez-se uma drenagem de efluentes nos canteiros em forma de zig-zag do modo a permitir a circulação dos efluentes em todo canteiro.

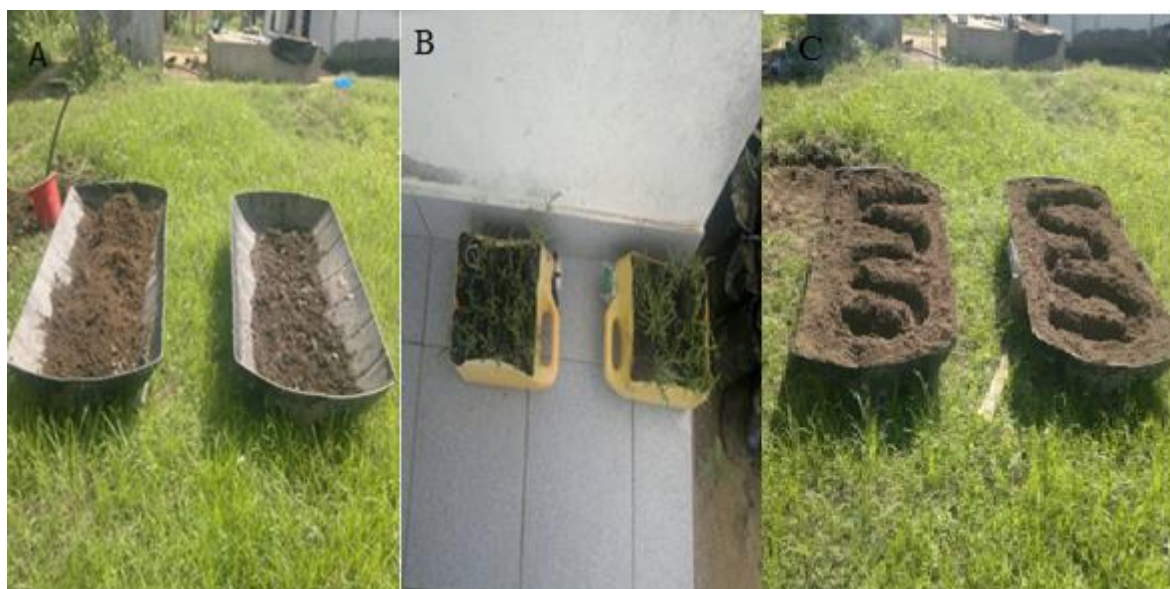


Figure 2. Concepção dos canteiros (A), mudas de *Salicornia* (B), ilustração da concepção final dos canteiros (c)

3.2.2. Efluente de aquacultura para irrigação de *Salicornia ramosissima*

Os efluentes transportados da AQUAPESCA foram conservada no laboratório da Aquacultura da ESCMC, em tanques de PVC até a irrigação (cerca de uma semana de conservação) da *Salicornia*, a irrigação foi feita num intervalo de dois em dois dias, do modo a evitar o encharcamento das plantas, sendo que cada canteiro foi irrigado 20 litros em cada dois dias. Os efluentes foram transportados em 6 recipientes de 25 litros, equivalente a 150L no que usou-se durante duas semanas do cultivo com cerca de 150 litros de efluentes.

3.2.3. Cultivo de *Salicornia sp*

Após as determinações dos parâmetros químicos e físicos procedeu-se a plantação da *Salicornia* em dois canteiros (A e B). Usou-se uma tela escura do modo que impedir uma absorção de raios solares por excesso, a cultura foi observada e monitorada semanalmente, ao nível do desenvolvimento ou crescimento e altura das plantas.



Figure 3. Estacas da *Salicornia* uma semana após a plantação (A) e após o final do cultivo (B).

3.3. Análise de amostras

Antes do uso dos efluentes retirou-se duas amostras dos efluentes e conservadas nas garrafas plásticas de 0.5L sendo amostras de Nitrato (NO_3^-) e Fosfato (PO_4), retirou-se também as amostras do solo em canteiros que foram determinadas as concentrações de nutrientes usando método de calorímetro (multiparâmetro portátil DR 900 HACH EUA), também foram determinadas as concentrações de salinidade da água e pH do solo usando Salinómetro do pHmetro.



Figura 4. Equipamentos usados durante o experimento espectrofotómetro (A), Salinómetro (B) e refractometria com o solo e água destilada (C).

3.3.1. Determinação altura e peso médio da *Salicornia*

Para obter valores médios fez-se o somatório das alturas individuais das plantas e dividiu-se pelo número totais das planta a partir das seguintes fórmulas:

$$\text{a) } M_i = \frac{H_1+H_2+H_3+H_{n-1}..}{n-1} \text{ e}$$

$$\text{b) } M_f = \frac{H_1+H_2+H_3+H_{n-1}..}{n-1}$$

As médias do peso da *Salicornia* foram determinadas a partir da seguinte formula:

$$\text{a) } M_i = \frac{P_1+P_2+P_3+P_{n-1}}{n-1} \text{ e}$$

$$\text{b) } M_f = \frac{P_1+P_2+P_3+P_{n-1}}{n-1}$$

Onde: M_i – Média inicial e M_f – Média final

A variação da altura e peso das plantas foram obtidas a partir da seguinte fórmula:

$$\text{a) } \Delta H = H_i - H_f$$

$$\text{b) } \Delta P = P_i - P_f$$

Onde: ΔH – Variação de altura; ΔP – Variação do Peso; H_i –Altura inicial; H_f –Altura final; P_i –Peso inicial ; P_f – Peso final

3.3.2. Determinação de taxa de crescimento relativo (%)

A taxa de sobrevivência relativa da Salicornia foi obtida a partir dos cálculos da taxa de crescimento relativo baseando-se na seguinte fórmula:

$$TCR = \frac{\text{Peso(g)}}{\text{Tempo}} \times 100$$

3.3.3. Determinação de taxa sobrevivência final (%)

A taxa de sobrevivência relativa da Salicornia foi obtida a partir dos cálculos da taxa de crescimento relativo baseando-se na seguinte fórmula:

$$TSF = \frac{\text{Numero de plantas sobreviventes}}{\text{Numero inicial das povoado}} \times 100$$

3.3.4. Determinação das concentrações de nutrientes e salinidade em efluentes

Para determinação das concentrações de NO_3^- , PO_4^- de efluentes usou-se 10ml das amostras dos efluentes de carcinicultura e da água do estuário e misturados com o reagente (nitrito e fosfato) e agitado durante 2 minutos, após a agitação colocou-se no instrumento espectrofotômetro onde fez uma leitura durante 2 minutos.

Para a determinação da salinidade em efluentes usou-se o Salinômetro, mergulhando-o em efluentes durante um minutos para fazer uma leitura total.

3.3.5. Determinação das concentrações de nutrientes, salinidade e pH em solo

As concentrações de nutrientes em solo foram determinadas usando-se 20 gramas das amostras do solo e misturado com água destilada e agitada por dois minutos, adicionado com o reagente (nitrito e fosfato) e agitado por dois minutos e colocou-se no instrumento espectrofotômetro onde fez uma leitura durante 30 segundos. Para a determinação da salinidade e pH do solo usou-se 20 gramas das amostras do solo e adicionado com água destilada e agitada por dois minutos, após agitação mergulhou-se a Salinômetro e o pH-metro durante cinco minutos para fazer uma leitura total.



Figura 5. Amostras de solo irrigado por efluentes de carcinicultura (A), solo irrigado por água do estuário (B) e do solo do estuário Bons Sinais (C),

3.3.6. Determinação Analítica de nutrientes presentes em *Salicornia sp*

As concentrações de nutrientes na *Salicornia* foi determinado no Laboratório do IIAM, usando amostras irrigadas por água do estuário, amostras irrigadas por efluentes de carcinicultura e as amostras obtidas próximo ao estuário Bons Sinais (ambientes naturais). Para a determinação analítica das amostras de *Salicornia* compreendeu os seguintes procedimentos:

3.3.6.1. Preparação das amostras

Colocou-se amostras de *Salicornia* numa estufa a 45°C durante doze horas, após a secagem das amostras moeu-se e crivou-se usando crivo de 0,2mm, pesou-se 0,3 g da amostra para tubo de digestão de 75ml e adicionou-se H₂SO₄ concentrado, salicílico e C₁₄H₁₂O₃ de 2,5ml

3.3.6.2. Preparação do ácido sulfúrico com selênio

Misturou-se 500ml de ácido sulfúrico concentrado e 3.5g de selênio, ferveu-se em uma manta de aquecimento a 350°C até atingir o ponto de equivalência apresentando uma coloração amarela pálida, após ter atingido a coloração adicionou-se com ácido salicílico com 10.08g e 150ml de ácido sulfúrico com selênio. Após a preparação do ácido sulfúrico e selênio adicionou-se a mistura com três bolas de cristais e agitou-se por dez minutos, colocou-se num bloco registrador durante uma hora a uma temperatura de 100°C, prosseguiu com adição de 1ml por 3vezes de H₂O₂ agitando-se a cada 1ml até eliminar a oxidação da matéria orgânica, e colocou-se novamente no bloco registrador por três horas a uma temperatura de 330°C, após o bloco registrador deixou-se arrefecer por trinta minutos, completou-se o volume até 75ml,

filtrou-se para balões de 150ml, após a filtração determinou-se os seguintes elementos nitrogénio, fósforo total em percentagem e cálcio, magnésio, sódio e potássio em mg/100.

3.3.6.3. Determinação de nitrogénio

Para a determinação de nitrogénio, pipitou-se 15ml do extracto e adicionou-se 20ml de NaOH para o tubo de destilação, pipitou-se também 10ml de H₃BO₃ num erlenmeyer de modo a recolher o extracto em forma de borato de amónio com coloração verde. Após estes procedimentos titulou-se HCl 0.02N até a conversão da coloração verde para rosa, efectou-se os seguintes cálculos:

$$\text{Nitrogénio total \%} = (A - B) \times t \times 14 \times \frac{V}{v} \times 100$$

Onde:

A- Volume de HCl gasto na titulação das amostras;

B- Volume de HCl gasto na titulação do ensaio em branco;

t- Normalidade de HCl (0.02N);

V- Volume total do extracto (75ml);

v- Volume do pipetado

3.3.6.4. Determinação do fósforo

Para a determinação do fósforo pipetou-se 1ml do extracto, pipetou-se também 5ml da série de padrão de fósforo para frasco de erlenmeyer de 50ml, misturou-se 20ml de água destilada e 15ml de solução mista, após estes procedimentos colocou-se no espectrofotómetro por 30minutos até fazer a leitura das absorvância e determinou-se os seguintes cálculos:

$$\text{mg/kg Fósforo total} = (A - B) \times \frac{V}{v} \times \frac{S}{P}$$

Onde:

V- é o volume total;

S – volume da série padrão;

P- peso (0,3g);

v- volume pipetado;

A-B – concentração das amostras em mg/l

3.3.6.5. Determinação de Cálcio

Para a determinação de Cálcio pipetou-se 20ml do extracto para um erlenmeyer de 250ml, adicionou-se 80ml de água destilada e 10ml de NaOH (5N), usou-se uma ponta de espátula de Cálcon e titulou-se directamente com a solução de EDTA (0.02N).

3.3.6.6. Determinação de Cálcio e Magnésio

Para o magnésio pipetou-se 20ml de extracto para erlenmeyer de 250ml, adicionou-se 80ml de água destilada, aqueceu-se a uma temperatura de 60°C, misturou-se 10ml de solução tampão de pH 10 e três gotas de indicador eriócomo preto, Após estes procedimentos titulou-se directamente com solução de EDTA 0.02N até a conversão da coloração vermelha para azul e efectou-se os seguintes cálculos:

$$\text{Cálcio de troca} \left(\frac{me}{100g} \right) = (A - B) \times t \times \frac{V}{v} \times \frac{100}{p} \times f \dots (D)$$

$$\text{Cálcio + magnésio} \left(\frac{me}{100g} \right) = (A - B) \times t \times \frac{V}{v} \times \frac{100}{p} \times f \dots (C)$$

$$\text{Cálcio + magnésio (me/100g)} = (C) - (D)$$

Onde:

A -ml de EDTA gastos na titulação da amostra;

B -ml de EDTA gastos na titulação de ensaio em branco;

t =normalidade de EDTA;

V -volume inicial do extracto;

v -volume pipetado do extracto do solo;

p- peso do solo em gramas;

f - factor de humidade

3.3.7. Processamento dos dados

Para o processamento dos dados usou-se a folha de cálculo Microsoft Excel (2010) para a organização dos dados, cálculo do desvio padrão, percentagem de mortalidade, as médias do peso em gramas e altura em centímetros da Salicornia e plotagem dos respectivos gráficos.

CAPITULO IV

4. Resultados

4.1. Parâmetros dos efluentes da carcinicultura e da água do estuário Bons Sinais

As concentrações de nutrientes estão apresentadas (figura 2), onde as concentrações de nitratos determinadas nas águas do estuário, registaram concentrações inferiores de nitrato nas primeiras semanas, e a partir da terceira semana apresentou uma variação brusca ao longo do cultivo, sendo que desde ai não se registou variação de nitrato até ao fim do cultivo, em relação aos efluentes da carcinicultura registou-se subida de concentrações de nitrato a cada semana, devido o maior tempo que os nutrientes se encontravam nos tanques e também era aumentado no processo de lixiviação. Os nutrientes mostraram diferença acentuada entre os tratamentos, onde a água do estuário apresentou menores concentrações de nitrato e fosfato em comparação a nutrientes determinados de efluentes da carcinicultura. As concentrações de fosfato estão ilustradas (figura 3), mostrando uma diferença acentuada entre as concentrações determinadas na água do estuário e nos efluentes de carcinicultura. o fosfato determinado nos efluentes de carcinicultura não mostrou variação das duas semanas e na terceira semana registou-se aumento e a cada duas semanas, o fosfato tendia aumentar e nos fins do cultivo as concentrações de fosfato nos efluentes de carcinicultura reduziram-se. A água do estuário mostrou pequenas variações determinadas das concentrações de fosfato ao longo do cultivo.

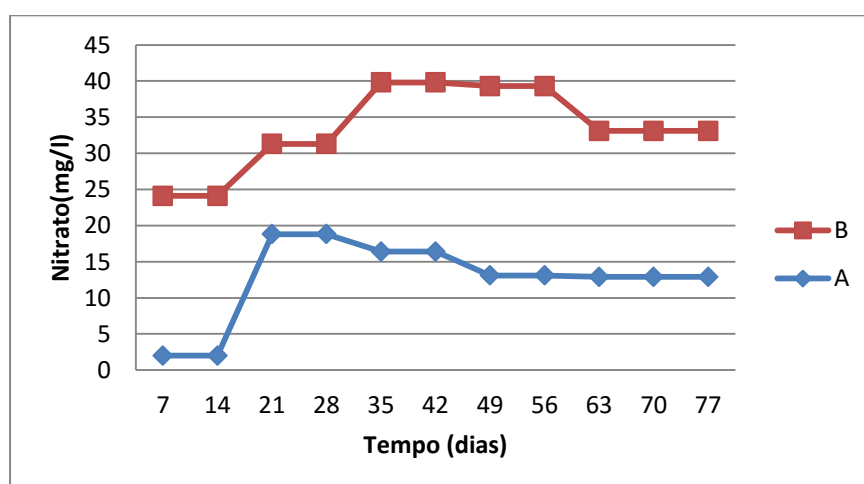


Figura 6. Concentrações de nitratos determinados nos efluentes de carcinicultura (B) e da água do estuário Bons Sinais (A).

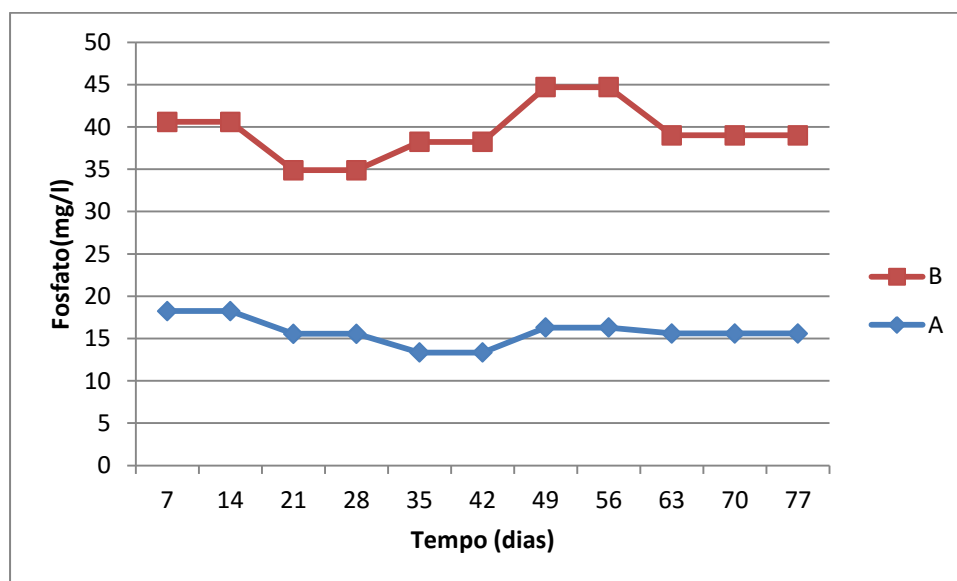


Figure 7. Concentrações de fosfato determinados nos efluentes de carcinicultura (B) e da água do estuário Bons Sinais (A).

4.2. Variação da altura da *Salicornia sp*

As alturas iniciais (das mudas) em ambos tratamentos verificou-se uma variação não significativa, para plantas irrigadas por água do estuário apresentaram uma média de altura total de 10.58 cm com enquanto que para as plantas irrigadas por efluentes de carcinicultura registou-se média total de 11.99 cm. Nas alturas finais registaram-se um crescimento elevado em comparação as alturas iniciais, sendo que as plantas irrigadas por água do estuário registou-se altura média final de 15.68 cm e as plantas irrigadas por efluentes de carcinicultura registou-se 21.34 cm, mostrando um desenvolvimento significativo. Em ambos tratamentos, as plantas mostraram uma tendência de aumentar mais ramificações em relação ao aumento das alturas sendo que as plantas irrigada por efluentes de carcinicultura apresentou mais ramificações relativamente as plantas irrigadas por água do estuário. As altura forma determinadas pela ramificação principal da planta o que deu mais efeito nos pesos que as alturas das plantas. As alturas iniciais registou-se uma diferença nos dois tratamentos, sendo que as plantas irrigadas por água do estuário apresentou menor desvio padrão de 1.7, em relação as plantas irrigadas por efluentes de carcinicultura que apresentou 2.25. para as alturas finais das plantas irrigadas por água do estuário apresentou 3.72 de desvio padrão, e plantas irrigadas por efluentes de carcinicultura registou-se 3.91, sendo que nos dois tratamentos, não houve grande dispersão dos valores do desvio padrão.

4.3. Variação do peso da *Salicornia sp*

Apesar dos artigos carnudos influenciarem no peso das plantas, não apresentaram diferença tanto no peso inicial assim como no final e a formação de ramificações nas plantas contribuíam significativamente para o peso das plantas, sendo que essas ramificações iniciais não apresentaram diferença significativa nos dois tratamentos. A diferença do peso em ambos canteiros registaram-se no final do cultivo com uma variação significativamente, para as plantas irrigadas com água do estuário apresentaram um peso médio total de 6g com menores ramificações, em comparação das plantas irrigadas por efluentes de carcinicultura que registou um peso médio total de 12.29g apresentando valores significativos de peso e com mais ramificações que influenciou no aumento do peso das plantas.

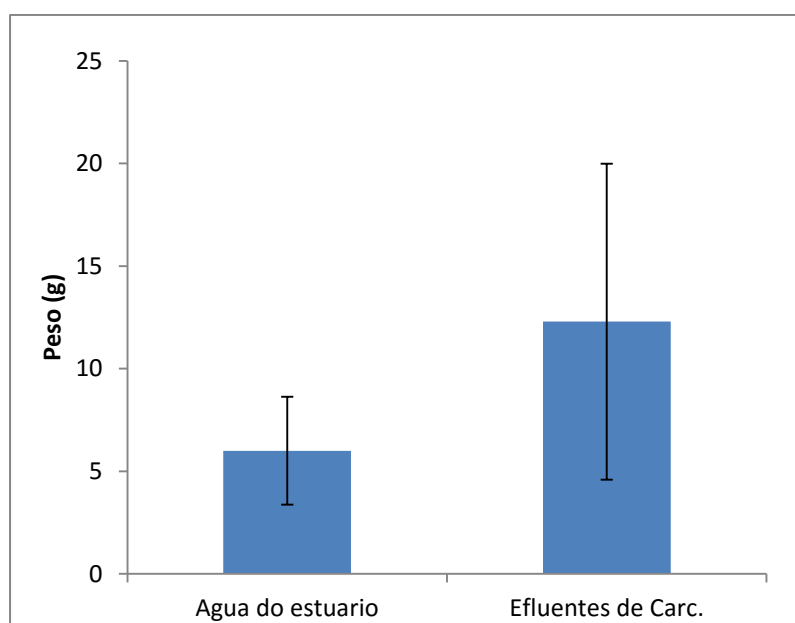


Figura 8. Variação dos pesos da *Salicornia Sp* irrigadas por água do estuário e por efluentes de carcinicultura.

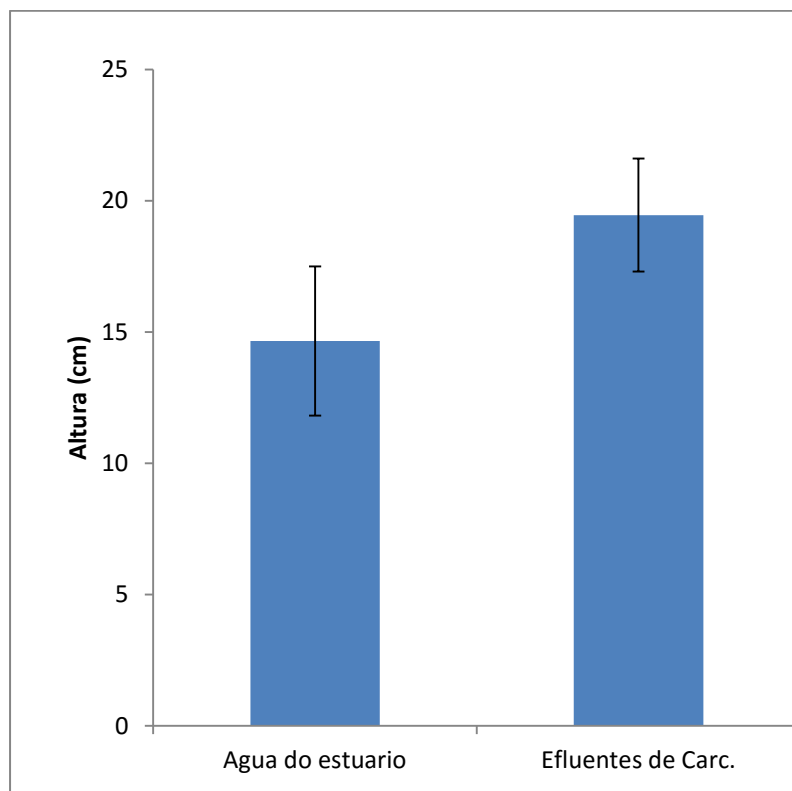


Figura 9. Variação das alturas da *Salicornia Sp* irrigadas por água do estuário e por efluentes de carcinicultura.

4.4. Comparação das raízes

Comparação das raízes da *Salicornia sp* nos dois tratamentos são apresentadas (Fig. 6). As plantas irrigadas por águas do estuário apresentaram um desenvolvimento menor de raízes e a sua fixação no substrato foi fraca, que facilitou na sua colheita. Para as plantas irrigadas por efluentes de carcinicultura apresentaram um desenvolvimento significativo das raízes e fixaram-se fortemente no substrato, na sua colheita foi necessário o uso de uma faca de mono a arrancar sem quebrar os ramos.



Figura 10. Raízes de plantas irrigados por água do estuário (A) e por efluentes da carcinicultura (B).

4.5. Taxa de crescimento relativo e de sobrevivência da *Salicornia* sp

Após 2 semana do cultivo observou-se um crescimento excessivo daa *Salicornia* nos dois canteiros, desmontou-se a estufa e fez-se a limpeza onde identificou-se 4 indivíduos mortos entre as plantas irrigadas por água do estuário e 1 indivíduo para as plantas irrigadas por efluentes de carcinicultura, na quarta semana observou-se surgimento de ramificações das plantas e crescimento, na qual as plantas irrigadas por água do estuário apresentavam um desenvolvimento lento relativamente as plantas irrigadas por efluentes de carcinicultura. Na sexta semana, observou-se aumento significativo das alturas entre as plantas irrigadas por efluentes de carcinicultura que atingia o topo da estufa, na qual foi ajustada de modo que a estufa não influenciasse no crescimento das plantas. Observou-se também as plantas que não se encontravam nas drenagens tendiam em ganhar mais altura relativamente aquelas que estão nas áreas de drenagem em ambos canteiros. As plantas presentes nas drenagens ficavam saturadas ou encharcada de água e a maioria das plantas mortas encontravam-se nas drenagens. Registou-se com maior taxa de sobrevivência final as plantas irrigadas por efluentes de carcinicultura onde apresentou uma taxa percentual de 90% de indivíduos que sobreviveram correspondendo 36 indivíduos dos 40 que foram povoados, para as plantas irrigadas por água do estuário registou-se uma taxa de 72.5% de indivíduos sobreviventes correspondendo 29 indivíduos dos 40 que foram povoados.

4.6. Determinação de concentrações de nutrientes, salinidade e pH do solo

Para os valores de nutrientes determinados nos solo do mangal registou maiores valores de pH salientando 6.78, e para o solo das plantas irrigadas com água do estuário apresentou concentração maior da salinidade correspondendo 6.9 mS⁻¹, em comparação das plantas irrigadas por efluentes de carcinicultura que registou maiores valores de nitrato e fosfato que são respectivamente 1.3 mg/l e 1.2mg/l.

Tabela 3. Concentrações de nutrientes, salinidade e pH determinados nos solos onde as plantas foram irrigadas com água do estuário, de plantas onde foram irrigadas com efluentes de carcinicultura e do solo do mangal do estuário Bons Sinais

Solo	Nutrientes (mg/l)		Salinidade (mS ⁻¹)	Ph
	NO ₃ ⁻	PO ₄		
A	0.2	0.91	6.9	3.42
B	1.3	1.25	3.5	2.37
C	0.47	0.23	3.9	6.78

A: Solo das plantas irrigadas/água do estuário; B: Solo das plantas irrigadas /efluentes de carcinicultura; C: Solo do Mangal do estuário Bons Sinais.

4.7. Determinação das concentrações de nutrientes presentes nas plantas

As plantas do mangal apresentaram maiores valores médios de fósforo, nitrogénio, magnésio e sódio. Para as plantas irrigadas por efluentes de carcinicultura, registaram valores maiores valores médios em todos os nutrientes em comparação das plantas irrigadas por água do estuário

Tabela 4. Média ± DP das concentrações dos nutrientes presentes nas plantas irrigadas por efluentes de carcinicultura e água do estuário Bons Sinais e as plantas extraídas do mangal

Referência	Nutriente (%)			Nutriente (g)		
	N	P	Na	Ca	Mg	K
A	1.01(±0.08)	1.4(±0.05)	0.016(±0.002)	0.009(±0.0)	0.00(6±0.0)	0.005(±0.01)
B	1.17(±0.02)	2.1(±0.06)	0.019(±0.003)	0.012±0.0007	0.007(±err)	0.006(±erro)
C	1.82(±0.05)	2.4(±0.03)	0.023±(0.006)	0.005(±erro)	0.008(±err)	0.005(±0.00)

A: Salicornia irrigada com água do estuário; B: Salicornia irrigada com efluentes de carcinicultura; C: Salicornia extraída do mangal

5. Discussão

5.1. Concentrações de nutrientes (NO_3^- e PO_4^-) dos efluentes da carcinicultura e da água do estuário Bons Sinais

Os teores de nitrato e fosfato em mg/l determinados nos efluentes de carcinicultura apresentaram concentrações altas atingindo um pico de 26 mg/l e 28.4 mg/l respectivamente, estes valores justifica-se pelo facto de acréscimo de fertilizantes nos tanques a cada semana e a renovação da água não foi feita constantemente, o que pode contribuir no aumento do nitrato e fosfato nos tanques, e a concentração mínima do nitrato e fosfato foram de 12 mg/l e 19.33 mg/l, estas concentrações deve-se pelos processos de renovação da água nos tanques, o que precisou de mais tempo para que se propagassem no tanque, uma vez que as águas eram novas e com teores ínfimas de nitrato e fosfato.

Os Teores de nitrato e fosfato em mg/l na água do estuário atingiram até um pico de 18.8 mg/l e 18.24 mg/l, a água era tirada directamente do estuário em pleno processos cíclicos de marés, no que concerne os valores altos de nitrato e fosfato justifica-se pelos processos de mistura das águas e sedimentos, sendo que o estuário encontrava-se na vazante da maré, o que verificou-se maiores concentrações de nitrato e sólidos suspensos que pode possibilitar a mistura de nutrientes nos sedimentos e na água. A concentração mínima de nitrato e fosfato foram respectivamente de 2.0 mg/l e 13.55 mg/l que foi verificada na enchente de marés, onde a água apresentava-se com menores sólidos suspensos.

5.2. Concentrações de nutrientes, salinidade e pH do solo.

Os teores de nitrato e fosfato em mg/l determinados nos solos não mostraram uma diferença, uma vez que os solos foram misturados no mesmo local, no entanto essas variações foram observadas no solo, onde as plantas irrigadas com efluentes de carcinicultura apresentaram concentrações médias de nitrato em torno de 1.3 mg/l e fosfato 1.25 mg/l. Essas concentrações foram aumentando na medida em que ocorria a irrigação, onde os nutrientes não aproveitados poderiam se depositar entre os sedimentos, enquanto que as concentrações de nitrato e fosfato observado nas plantas irrigadas com água do estuário foram respectivamente 0.2 mg/l e 0.91 mg/l.

A concentração de salinidade em mS^- no solo em ambos tratamentos não apresentaram variações, no entanto o solo onde plantou-se Salicornia irrigada por água do estuário obteve mais concentração de salinidade no solo de 3.9 mS^- e 3.5 mS^- para efluentes de carcinicultura, essa variação justifica-se pelos valores altos de salinidade presente na água do estuário que

pode ter se sedimentado. O solo do mangal apresentou maior concentração de salinidade atingindo 6.9 mS^{-1} , o que pode se justificar pelas concentrações de sais depositado no solo ao longo das variações de marés.

O solo onde plantou-se *Salicornia* irrigando-se com efluentes de carcinicultura apresentou menor valor de pH quando comparado com o solo irrigado com água do estuário, essa variação deve-se pelo facto maior concentração de nutrientes presente nos efluentes de carcinicultura depositado nos sedimento, o que influenciou na diminuição de pH, enquanto que o solo das plantas extraídas do mangal registou valor elevado do pH 6.78 o alto teor de pH do solo do mangal deve-se pelos concentrações inferiores de nutrientes, conforme Sousa, *et al*, (2012), verificou a diminuição do pH do solo o que proporciona um aumento no teor de matéria orgânica do solo, no seu estudo de inter-relações entre matéria orgânica, pH, teor de água em solo de cobertura de aterro experimental.

5.3. Variação das alturas e peso da *Salicornia* irrigada por água do estuário e por efluentes de carcinicultura

A altura e peso médio da *Salicornia* sp irrigada por efluentes de carcinicultura foi de 19.45 cm e 12.29 g respectivamente, mostrando um desempenho significativo na absorção dos nutrientes em relação as plantas irrigadas com água do estuário (14.66 cm de altura e 6.0 g) que continha baixas concentrações de nutrientes.

Salicornia irrigada com efluentes de carcinicultura apresentou aparecimento de muitas raízes, sendo que este aparecimento foi induzido pelos processos fisiológicos da própria planta nos processos de absorção da água e de nutrientes.

Os resultados obtidos neste estudo mostram que as plantas irrigadas com efluentes de carcinicultura apresentaram resultados satisfatórios sob ponto de vista de aproveitamento dos nutrientes tendo uma sobrevivência de 90%. Garcia (2010), em seu estudo de irrigação da *Salicornia bigelovii* por 61 dias observou a sobrevivência a densidades variando a 90%, onde afirma que as plantas adaptaram-se em ambientes totalmente salinizados e acompanhadas com efluentes ricos em fósforo e nitratos. Em relação as plantas irrigadas com água do estuário apresentaram um processo lento no desenvolvimento das plantas, tendo uma sobrevivência de 72.5 % e atraso na adaptação da própria planta nas condições submetidas, resultante de baixas concentrações de nitrato e fosfato.

5.4. Concentrações de nutrientes nas plantas

As plantas extraídas no mangal (ambiente natural) apresentaram maiores teores médios de nitrogénio e fósforo atingindo 1.82% e 2.4% respectivamente entre as amostras apresentadas no estudo, para as plantas irrigadas com efluentes de carcinicultura apresentaram maiores teores de fósforo e nitrogénio de 2.1% e 1.77% aproximando-se aos teores das plantas extraída do mangal, para a água do estuário apresentaram teores de fósforo e nitrogénio menores, essa diferença de fósforo e nitrogénio entre as plantas cultivadas em canteiros deve-se pelas diferenças de concentrações de nutrientes encontrados nos efluentes de carcinicultura e água do estuário, onde os nutrientes contidos nos efluentes de carcinicultura não aproveitados poderiam se depositar entre os sedimentos. As concentrações de Mg foram as mesma encontradas entre as plantas irrigadas com efluentes de carcinicultura e as plantas extraídas do mangal, que é de 0.007g, e diferem nas concentrações de Na deve-se pelo facto dos factores fisiológico da planta em absorver e tolerar concentrações maiores desses sais no mangal, no entanto as plantas halófitas utilizam o sódio e o potássio para a sua osmoregulação, segundo Jacoby (1994), afirma que as plantas halófitas podem acumular de 30% a 50% de sais em iões, principalmente sódio, podendo correr razões de Na/K.. Para as plantas irrigadas com água do estuário apresentaram concentrações de Na e Mg menores. As concentrações maiores de Ca e K foram encontradas nas plantas irrigadas com efluentes de carcinicultura que são de 0.012g e 0.006g respectivamente em relação as outras plantas. de um modo geral, dependendo da planta, o potássio pode substituir parcialmente e poupar o sódio, no entanto o potássio é absorvido activamente ainda favorecendo a sua absorção quando há concentrações baixas do sódio. Resultados semelhantes, foram obtidos por (Ventura *et al.*, 2011, *apud* Bertin 2014), onde afirma que a substituição de sódio por potássio em sua contribuição ao potencial de soluto. A *Salicornia* tende acumular concentrações de minerais nos caules do que nas folhas, e as variações no conteúdo de minerais são um reflexo dos processos de absorção e translocação desses minerais dentro da planta, e também da biodisponibilidade no solo e na água (Ventura *et al.* 2011 *apud* Bertin, 2014). As concentrações de cálcio aumentaram com o aumento das concentrações de sais, este facto é sustentado por Silva (2000) no estudo onde relata os aspectos morfológico e fisiológicos das plantas halófitas. Para plantas irrigadas com água do estuário foram registadas concentrações menores nos teores de nutrientes, o que pode justificar o processo lento no desenvolvimento das plantas, adaptação e no que confere a baixa concentração de nutrientes presente na própria água que foi usada para a irrigação.

6. Conclusão

A *Salicornia sp* mostrou um bom desenvolvimento no cultivo em canteiros irrigados com efluentes de carcinicultura sob condições do presente estudo.

As plantas irrigadas com efluentes de carcinicultura adaptaram-se perfeitamente ao sistema de cultivo, assim como à utilização dos efluentes de canicultura cultivo em relação as plantas irrigadas com água do estuário que apresentaram uma dificuldade de desenvolvimento.

As plantas irrigadas com efluentes de carcinicultura obtiveram mais desenvolvimento em termos do peso, altura, raiz, formações de ramos, em comparação das plantas irrigadas com água do estuário.

7. Referências bibliográficas

- Abdal, M. S. *et al.* *Salicornia* Production in Kuwait. *Applied Sciences*, 6(8), p.1033-1038. 2009.
- Adam, P. 1993. *Saltmarsh ecology*. Cambridge University Press. 461 pp.
- Andreoli, C. V.; Pegorini, E. S.; Tamanini, C. R. Parâmetros para normatização do reúso agrícola. In: Workshop Uso e Reuso de Águas de qualidade inferior – Realidades e Perspectivas. Campina Grande: UFCG/UEPB, 2005. p.127-166.
- Ashraf, M., 2009. Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers. *Biotechnology Advance*, 27, 84-93.
- Ball, P.W. & Brown, K.G. 1970. A biosystematic and Ecological study of *Salicornia* in the Dee Estuary. *Watsonia* 8: 27-40.
- Renata Labronici Bertin, prospecção para exploração da erva de sal (*sarcocornia ambigua* - amaranthaceae): análise histológica, caracterização química, valor nutricional e potencial antioxidante, Florianópolis, 2014
- Centro de Estudos e Valorização de Algas (2003). *Salicornia - Curso Salinicultura*. Projecto EQUAL – Animação local para o desenvolvimento e criação de emprego na Ria Formosa.
- Boyd, C.E.; Massaut, L. Risks associated with the use of chemicals in pond aquaculture. *Aquac. Eng.*, v. 20, p. 113-132, 1999.
- Boyd, C.E.; Gautier, D. Effluent composition & water quality Standards: Implementing GAA's Responsible Aquaculture Program. *The Advocate*, v. 35, n. 5, p. 61-66, 2000.
- CARLSON, R.E. A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.*, Waco, v. 22, p. 361-369, 1977.
- Braz Filho, M. S. P. Qualidade na produção de peixes em sistemas de recirculação de água. 2010. 41 p. Monografia (Graduação em qualidade nas empresas)- Centro Universitário Nove de Julho, São Paulo-SP. 2010.
- Castroviejo, S.; Laínz, M.; González, G.; Monsetserrat, P.; Garmendia, F.; Paiva, J.; Vilar, L., *Flora Ibérica*, 1990, Real Jardín Botánico, Madrid. Plantas do gênero *Salicornia* (Chemopodiaceae),

Chapman, V.J. 1974. Salt marshes and salt deserts of the world. In: *Ecology of Halophytes*. R.J.Reimold & W.H. Queen (Eds.). Academic Press.

Costa, J. C. (2001). Tipos de vegetação e adaptações das plantas do litoral de Portugal continental. Em M. E. Moreira, A. Casal Moura, H. M. Granja, F. Noronha (Eds.).

Davy, A. J.; Bishop G. F.; Costa, S. B (2001). *Salicornia* L. (*Salicornia pusilla* J. Woods, *S. ramosissima* J. Woods, *S. europaea* L., *S.obscura* P. W. Ball & Tutin, *S. nitens* P. W. Ball & Tutin, *S. fragilis* P. W. Ball & Tutin and *S. dolichostachya* Moss). *Journal of Ecology*. 89: 681 – 707.

Ernst, W.H.O. 1990. Ecophysiology of plants in waterlogged and flooded environments. *Aquatic Botany* 38: 73-90.

Esteves, F. A. Fundamentos de Limnologia. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 1998.

Flowers, Tj e Colmer, TD. 2008. Transley Review: Salinity tolerance in halophytes. *New phytologist*, 179: 945-963.

Fragoso Jr., C. R.; Ferreira, T. F.; Marques, D. da M. 2009. Modelagem Ecológica em Ecossistemas Aquáticos. São Paulo: Oficina de Textos. 304 p.

Garces-Restrepo, C.; Vermillion, D.; Muñoz, G. Irrigation management transfer: worldwide efforts and results. Rome: FAO, 2007. 63p. (FAO Water Reports, 32).

Glenn, E. P., J. J. Brown and J. W. O'Leary. 1998. Irrigating crops with seawater. *Scientific American*.

Henry-Silva, G.G.; Camargo, A.F.M. 2006. Efficiency of aquatic macrophytes to treat Nile tilapia pond effluents. *Scientia Agricola*, 63: 417-513.

Hespanhol, I. Conservação e reuso de água na indústria. In: Workshop Uso e Reuso de Águas de qualidade inferior – Realidades e Perspectivas. Campina Grande: UFCG/UEPB, 2005. p.167-193.

Hussar, G.J.; Paradela, A.L.; Sakamoto, Y.; Jonas, T.C.; Abramo, A. L. Aplicação de escoamento de tanque de piscicultura na irrigação da alface: aspectos nutricionais. *Revista Ecossistema*, v.27, n.1,2, p.49-52, jan.-dez.20102.

- Isca, V.M.S.; Seca, A.M.L.; Pinto, D.C.G.A.; Silva, A.M.S., "An overview of *Salicornia* genus: the phytochemical and pharmacological profile" em: *Natural Products: Research Reviews*, **2013**, Daya Publisher, Deli.
- Eduardo Marques Izeppi, efeitos da densidade de plantio na sobrevivência, desenvolvimento e produção de biomassa da halófito *sarcocornia ambígua* (MICHX) Alonso e Crespo, Rio Grande, maio de 2012.
- Jacoby, B. Mechanisms involved in salt tolerance by plants. Cap. 5. In: *Handbook of Plant and Crop Stress*. M. Pessarakli (Ed.). Marcel Dekker, Inc. p. 97 - 122, 1994.
- Jefferies, R.L. 1977. Growth responses of coastal halophytes to inorganic nitrogen. *Journal of Ecology* 65: 847-865.
- Jefferies, R.L. & Gottlieb, L.D. 1982. Genetic differentiation of the microspecies *Salicornia europaea* L. (*sensu stricto*) and *S. ramosissima* J. Woods. *New Phytologist* 92: 123-129.
- La Lettre des Marais Atlantiques (2008). Le Marais Insolite. *Journée mondiale des Zones Humides*, 16. France
- Langlois, J. & Ungar, I.A. 1976. A comparison of the effect of artificial tidal action on the growth and protein nitrogen content of *Salicornia stricta* Dumort and *Salicornia ramosissima* Woods. *Aquatic Botany* 2: 43-50.
- Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. (2^a ed.). Academic Press.
- Metcalf, C.R. & Chalk, L. 1972. *Anatomy of the dicotyledons*. Vol 2. (3^a ed.). Oxford University Press.
- Martinez-Espinosa, M.; Barg, U. Aquaculture and management of freshwater environments, with emphasis on Latin America. In Pullin, R.S.W.; Rosenthal, H.; Maclean, J. L. (ed). *Environmental and aquaculture in developing countries*. Manila, Philippines: ICLARM Conf. Proc. 31, 1993. p. 42-59.
- McIntosh, R. P. Changing paradigms in shrimp farming: Low protein feeds and feeding strategies. *The Advocate*, v. 1, p. 48-50, 2000.
- Mierzwa, J. C., O uso racional e o reúso como ferramentas para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria: Estudo de caso da KODAK Brasileira. 2002. 401f.

Muffareg, M.R. Análise e Discussão dos Conceitos e Legislação Sobre Reúso de Águas Residuárias, Dissertação apresentada com vistas à obtenção do título de Mestre em Ciências na área de Saúde Pública, Ministério da Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro, 2003.75p.

Nunes, A. J. P. (2002b). Tratamento de efluentes e recirculação de água na engorda de camarão marinho. *Panorama da Aquacultura*. Rio de Janeiro, v. 12, n. 71, p.27-39, maio/jun.

O'Leary, J. W.; Glenn, E. P.; Watson, M. C. (1985). Agricultural production of halophytes irrigated with seawater. *Plant and Soil*, 89: 311-321.

Pedro, J. G. M. (2007). *Produção experimental da planta Halófito Salicornia, à escala piloto, na Ria Formosa*. Relatório de Estágio da Licenciatura em Engenharia Agronómica – Ramo Hortifruticultura. Faculdade de Engenharia e Recursos Naturais. Universidade do Algarve, Faro. 68 pp.

Peterson, B.J.; Wollheim, W.M.; Mulholland, P.J.; Webster, J.R.; Meyer, J.L.; Tank, J.L.; Marti, E.; Bowden, W.B.; Valett, H.M.; Hershey, A.E.; McDowell, W.H.; Doods, W.K.; Halminton, S.K.; Gregory, S.; Morall, D.D. Control of nitrogen export from watersheds by Headwater Streams. *Science*, Washington, v.292, p.86-90, Apr. 2001.

Pullin, R. Agro-aquicultura integrada y medio ambiente. In: FAO/ICLARM/IIRR. *Agroaquicultura integrada: manual básico*. Roma: FAO, 2003. p.17-18. (FAO Documento Técnico de Pesca Nº 407).

Rafael Martinez-Garcia, 2010, Physiological Studies of the Halophyte *Salicornia bigelovii*: A Potential Food and Biofuel Crop for Integrated Aquaculture Agriculture Systems.

Shepherd, K. A. *et. al.* Morphology, Anatomy and Histochemistry of *Salicornioideae* (Chenopodiaceae) Fruits and Seeds. *Annals of Botany*, 917-933. 2005.

Silva M. H.A. Aspectos morfológi e ecofisiológicos de algumas halófitas do sapal da Ria de Aveiro, 2000.

Silva, D. M. L. Dinâmica de nitrogénio em microbacias no Estado de São Paulo. Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, 2005. Tese de Doutorado.

Sousa, J.T. ; Vazzoller, R.F.; Foresti, E. Phosphate removal in an UASB reator treating synthetic substrate simulating domestic sewage. *Journal of Chemical Engineering.*, v. 14, n.4, p. 309-314, 1997.

Sousa, T. R.; Villas-Boas, R. L.; Quaggio, J. A.; Salomão, L. C.; Foratto L. C. Dinâmica de nutrientes na solução do solo em pomar. *Pesquisa Agro-pecuária Brasileira*, 2012.

Tyson, R.V.; Treadwell, D.D.; Simonne, E.H. Opportunities and Challenges to Sustainability. *Hortscience*, 21: 6-13, 2011.

Isca, V.M.S.; Seca, A.M.L.; Pinto, D.C.G.A.; Silva, A.M.S., "An overview of *Salicornia* genus: the phytochemical and pharmacological profile" em: *Natural Products: Research Reviews*, 2013, Daya Publisher, Deli.

Valenti, W.C.; Poli, C.R.; Pereira, J.A. e Borghetti, J.R. (2000). "Aquicultura no Brasil – bases para um desenvolvimento sustentável". C.N.Pq. - Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/ M.C.T. - Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília - DF, Brasil, 399 p.

Ventura, Y. et al. Effect of seawater concentration on the productivity and nutritional value of annual *Salicornia* and perennial *Sarcocornia* halophytes as leaf vegetable crops, 2011.

Vinatea-Arana, L. 1999. Aquicultura e desenvolvimento sustentável. Subsídios para a formulação de políticas para o desenvolvimento da Aquicultura brasileira. UFSC, 310 p.

Von Sperling, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos, Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. v.1, 1996, 243p.

Watkinson, A.R. & Davy, A.J. 1985. Population biology of salt marsh and sand dune annuals. *Vegetatio* 62: 487-497.

8. Anexos

8.1. Plantas irrigadas por água do estuário Bons Sinais

(%)	(g)					(%)
N	Na	Ca	Mg	K	P	
0.99	0.017	0.000	0.007	0.005	1.49	
1.11	0.013	0.009	0.005	0.005	1.42	
0.94	0.018	0.009	0.005	0.005	1.46	
1.013333	0.016	0.009	0.006	0.005	1.456667	
0.087369	0.002652	0	0.017	0.016	0.035119	

8.2. Plantas irrigadas por efluentes de carcinicultura

(%)	g					(%)
N	Na	Ca	Mg	K	P	
1.17	0.019	0.012	0.007	0.006	2.16	
1.2	0.019	0.012	0.007	0.006	2.04	
1.15	0.018	0.012	0.007	0.006	2.12	
1.173333	0.019	0.012	0.007	0.006	2.106667	
0.025166	0.000351	0.000176	8.99389E-05	5.19615E-05	0.061101	

8.3. Plantas extraídas do Mangal do estuário Bons Sinais

(%)	g					(%)
N	Na	Ca	Mg	K	P	
1.88	0.023	0.005	0.008	0.005	2.49	
1.78	0.024	0.005	0.008	0.005	2.46	
1.81	0.024	0.005	0.008	0.005	2.53	
1.823333	0.023	0.005	0.008	0.005	2.493333	
0.051316	0.000609	7.63763E-05	9.39628E-05	0.000113	0.035119	

