



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

CURSO: ENGENHARIA DE AQUACULTURA

Avaliação da Albufeira dos Pequenos Libombos para prática da Aquacultura

Autor: Wiliamo Venício Jossua

Tutor: Orbino Guambe Msc

Co-Tutor: Eng: Armando Monjane Júnior

Lionde, Março de 2024



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Monografia de Investigação científica sobre Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da Aquacultura, apresentado ao curso de Engenharia de Aquacultura, na Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia de Aquacultura.

Autor:

Wiliamo Venício Jossua

Tutor:

Orbino Guambe MSc

Co-Tutor:

Eng: Armando Monjane Júnior

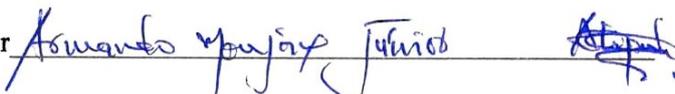


INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Williamo Vinício Jossua, Avaliação da Albufeira dos Pequenos Libombos para prática da Aquacultura', Monografia Científica apresentada ao curso de Engenharia de Aquacultura, Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia de Aquacultura.

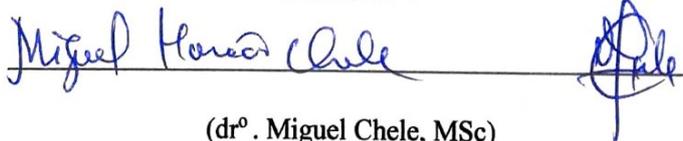
Monografia defendida e Aprovada em 13 de Maio de 2024

Supervisor



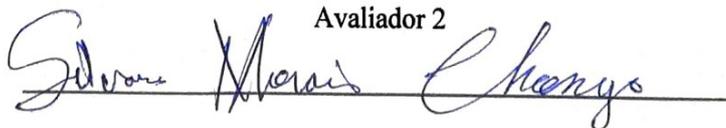
(Eng. Armando Monjane Júnior, MSc)

Avaliador 1



(drº. Miguel Chele, MSc)

Avaliador 2



(Silvano Chongo)

Índice

| | |
|--|-----|
| Declaração | i |
| DEDICATÓRIA | i |
| AGRADECIMENTOS | iii |
| Lista de abreviaturas | iv |
| Resumo | v |
| Abstract..... | vi |
| I. Introdução..... | 7 |
| 1.1 Problema e justificativa | 8 |
| 1.2 Objetivos..... | 8 |
| 1.2.1 Geral..... | 8 |
| 1.2.2. Específico..... | 8 |
| 1.3 Hipóteses | 9 |
| II. Revisão bibliográfica..... | 10 |
| 2.1 Aquacultura | 10 |
| 2.1.2 Aquacultura Mundial | 10 |
| 2.1.3 Aquacultura na África Subsaariana | 10 |
| 2.1.4 Aquacultura em Moçambique..... | 11 |
| 2.2 Albufeiras e seu aproveitamento para fins múltiplos | 11 |
| 2.2.1 Albufeira | 11 |
| 2.2.3 Importância das Albufeiras | 12 |
| 2.2.4 Albufeiras no contexto aquacultura | 12 |
| 2.2.5 Importância de Pequena e médias albufeiras para criação de peixes..... | 12 |
| 2.2.6 Aproveitamento de albufeira para criação de peixes | 13 |
| 2.3 Sistemas de produção | 13 |
| 2.3.1 Sistema extensivo | 13 |
| 2.3.2 Sistema semi-intensivo | 14 |
| 2.3.4 Sistema intensivo | 14 |
| 2.5 Parâmetros de qualidade de água..... | 15 |
| 2.5.1 Ph | 15 |
| 2.5.2 Oxigénio..... | 15 |
| 2.5.3 Temperatura | 15 |
| 2.6 A Aquacultura em albufeiras..... | 16 |
| 2.6.1 Impactos ambientais | 16 |
| 2.7 Capacidade de carga | 17 |
| III. Metodologia..... | 18 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.1 | Descrição da área de estudo..... | 18 |
| 3.2 | Material..... | 19 |
| 3.3. | Métodos | 19 |
| 3.3.1. | Fonte dos Dados..... | 19 |
| 3.3.2. | Colecta de dados | 19 |
| 3.3.3. | Análise dos parâmetros físico-químicos de qualidade da água | 19 |
| 3.3.4. | Avaliação dos impactos ambientais | 20 |
| 3.3.5. | Determinação da capacidade de carga, tipo de sistema de cultivo e tipo de infraestrutura..... | 20 |
| 3.4. | Análise de dados..... | 21 |
| IV. | Resultados e discussões | 22 |
| 4.1. | Parâmetros físico-químicos de Qualidade da água..... | 22 |
| 4.2. | Aspetos ambientais | 24 |
| 4.3. | Estimativa da capacidade de carga | 26 |
| 5. | Conclusão | 30 |
| 6. | Recomendações..... | 31 |
| | Referências | 32 |
| | ANEXOS..... | 35 |

Índice de Tabela

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Tabela de equipamentos, materiais e insumos..... | 19 |
| Tabela 2. Resultados dos parâmetros avaliados | 22 |
| Tabela 3. Valores mínimos e máximos respetivo aos pqa analisados em campo e no laboratório..... | 24 |
| Tabela 4. Metodo checklist..... | 25 |
| Tabela 5. Metodologia de ono e kubitiza..... | 26 |
| Tabela 6. Resultados da concentração do fosforo | 27 |

Índice de gráficos

| | |
|--|----|
| Gráfico 1. Valores mínimos e máximos respetivos aos pqa analisados em campo e no laboratório..... | 24 |
|--|----|



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Declaração

Declaro por minha honra que este Trabalho de Culminação do Curso é resultado da minha investigação pessoal e das orientações dos meus tutores, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, 23 de 05 de 2024

Wiliamo Venício Jossua
(Wiliamo Venício Jossua)

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho em forma especial ao meu pai André da Gloria Venício Jossua e minha mãe Ludovina Lúcia Carlos Saúte, e a todos os meus irmãos, família, amigos que dia pós dia tem contribuído positivamente no acompanhamento da minha carreira estudantil. **DEDICO.***

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, a minha família e amigos, Mãe Ludovina Carlos Saute, Pai André da Gloria Jossua, aos meus tios Agostinho Jossua, Jossua Jossua, Dadiva Jossua, Aparício Nhanbir, Felismina Jossua, pelo apoio, confiança e por serem a minha fonte de inspiração, aos meus irmãos Kailany, Yuran, André, a meus primos Clinton, Quivaldo, Victor, Assélio, aos meus amigos Momed Charmany, Danúbio Guiamba, Suzeria Lourenco, Denisy Renato, Videlio Quive, Lázio Chihanhe, Adelino Sumbane, Faria Anibal, Nelio Cornélio, Alercio Nhanduate, Virgílio Moiane, Nilza Nhaquila, Maria Zandamela, Vilma Mucoque, José Mbanguine, Edilson Chelengo.

Aos meus Docentes do Curso de Engenharia de Aquacultura, Dr. Miguel Chele, Dr. Agostinho Jr. Mahanjane, Dr. Rafael, Dra. Madalena e aos outros docentes do ISPG que souberam transmitir o conhecimento ao longo da formação e em especial ao meu Tutor e supervisor Orbino Alberto e Co-Tutor Armando Monjane Júnior, pela força, paciência e ensinamento.

O meu muito obrigado.

Lista de abreviaturas

SADC - Southern Africa Development Community

PH - Potencial hidrogeniónico

BMP - Best Management Practices

N - Nitrogénio

P-Fosforo

Ca - Cálcio

K - Potássio

Mg - Magnésio

PQA- parâmetros de qualidade de água

Resumo

O objectivo deste trabalho foi de avaliar a barragem dos Pequenos Libombos para introdução de espécies em cativeiro em aquacultura, como é o caso da tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). O estudo foi conduzido na província de Maputo, no distrito de Boane, na barragem dos Pequenos Libombos, num período de 30 dias. Para o estudo foi necessário um multiparâmetro para mensuração dos parâmetros de qualidade de água, garrafas de 500ml para colecta de amostras de água para a posterior serem levadas ao Laboratório Provincial de Higiene de Água e Alimentos que se encontra no distrito de Xai-Xai, onde foi necessário um total de oito (8) amostras de água, isto é, quatro (4) amostras para o período da manhã e quatro (4) para o período da tarde com o objectivo de medir níveis de fósforo e amónia, onde foi usado um espectrofotómetro. Durante o estudo, fizemos medições de água em dois (2) períodos referidos concretamente no período da manhã e da tarde, retirando, as dimensões da barragem: área, profundidade para posteriormente poder-se calcular o número de gaiolas que se pode alocar naquela barragem, e fez-se uma listagem de impactos que se podem mensurar pela prática na barragem. Como já havia descrito que diariamente mensurou-se variáveis de qualidade de água: temperatura, oxigénio, salinidade e condutividade eléctrica, às 8h e 14h. Foram mensurados no laboratório provincial de higiene de água e alimentos fosforo e amónia. As médias dos parâmetros de qualidade de água medidos, estiveram em valores recomendados no cultivo de organismos em cativeiro, mas houve oscilação da temperatura nos valores mínimo de 20,8°C e máximo de 23,6°C, assim como para o caso de oxigénio dissolvido que esteve em torno de 2,54mg/l mínimo o que pode ter interferir na pratica da aquacultura naquela barragem. Quanto a capacidade de carga com base no método usado o método de Onno e Kubitza para determinar o número de tanques que podemos alocar, chega-se às 264000 unidades para os pequenos libombos, apesar de estar obstante daquilo que foi determinado pela metodologia escolhida, mas isso deveu-se a alguns factores como fósforo, amónia.

Palavras chave: Aquacultura, barragem, capacidade de carga, tilápia

Abstract

The objective of this work was to evaluate the small libombos dam for the introduction of captive species in aquaculture, such as nilotic tilapia (*Oreochromis niloticus*). The study was conducted in the province of Maputo, in the district of Boane, at the Pequenos Libombos dam, over a period of 30 days. For the study, a multiparameter was needed to measure water quality parameters, 500ml bottles to collect water samples and then take them to the provincial water and food hygiene laboratory located in the district of Xai-Xai, where a total of eight (8) water samples were required, that is, four (4) samples for the morning period and four (4) for the afternoon period in order to measure phosphorus and ammonia levels, where it was used a spectrophotometer. During the study, we took water measurements in two (2) periods specifically referred to as the morning and afternoon, taking the dimensions of the dam: area, depth so that we could later calculate the number of cages that can be allocated to that dam. , and a list of impacts that could result from the practice on the dam was made. As already described, water quality variables were measured daily: temperature, oxygen, salinity and electrical conductivity, at 8 am and 2 pm. Phosphorus and ammonia were measured in the provincial water and food hygiene laboratory. The averages of the water quality parameters measured were at values recommended for the cultivation of organisms in captivity, but there was a fluctuation in temperature at minimum values of 20.8oC and maximum values of 23.6oC, as well as in the case of dissolved oxygen that was around 2.54mg/l minimum, which may have interfered with the practice of aquaculture in that dam. As for the load capacity, based on the method I used, the Onno and Kubitza method to determine the number of tanks that we can allocate, we reach 264,000 units for the small libombos, despite being despite what was determined by the methodology by me chosen, but this was due to some factors such as phosphorus, ammonia.

Keywords: Aquaculture, reservoirs, dam, carrying capacity, Tilapia

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

I. Introdução

Os sistemas fluviais de zonas temperadas quentes são caracterizados por grandes irregularidades hídricas, que se acentua com o aumento da latitude. Desta irregularidade resulta uma distribuição da água que desagua para as atividades humanas, no tempo e no espaço, sejam de produção hidroelétrica, regadio ou abastecimento de água potável, o que motivou um número crescente de albufeiras, presentemente mais de 1000 albufeiras de grande dimensão, num território que naturalmente possui poucos lagos naturais. (Teresa, 2010).

As albufeiras são massas de água lântica permanentes e artificiais que nos habituamos a considerar como parte integrante da paisagem ibérica. Trata-se de massas aquáticas relativamente recentes e de volume muito variável, cuja construção se relaciona com objetivos únicos ou múltiplos de uso humano da água: abastecimento, rega, hidra energia, lazer ou outros. Contudo, constituem também ecossistemas onde as espécies e comunidades se estabelecem, com uma estrutura e dinâmicas próprias. (Teresa, 2010).

A aquacultura é a produção em cativeiro de animais ou plantas que tenham um habitat predominantemente aquático, em pelo menos uma fase da sua vida. A cultura desses seres vivos implica a sua propagação, manutenção e colheita em ambientes controlados, sendo uma grande produtora de alimentos com a finalidade de suprir o défice da pesca extrativa, (FAO, 2014).

A aquacultura mundial tem vindo a desenvolver-se a um ritmo rápido, com a China na liderança da produção. Em 2007, o mundo produziu cerca de 47milhões de toneladas de produtos de aquacultura, o que representa quase 50% da produção total mundial de pescado, incluindo as capturas da pesca. A região da SADC contribui com uns meros 6% para a produção mundial total. (FAO, 2014).

Mesmo com o desenvolvimento desta actividade, o país tem-se deparado com vários problemas que proporcionam para o não desenvolvimento acelerado desta actividade, problemas relacionados com a falta de diversidade nas espécies produzidas, disponibilidade de ração de qualidade. Em Moçambique, é observada uma carência de informações que subsidiem a exploração de reservatórios, lagos, lagoas. Contudo, o país possui recursos e uma área total de produção que é estimada em 378.000 hectares, dos quais cerca de 258.000 hectares para aquacultura nas águas interiores e 120.000 hectares para aquacultura marinha (MMANP, 2020).

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

Desta forma, o presente trabalho tem como objectivo avaliar a barragem dos pequenos libombos para prática da aquacultura, sua capacidade de suporte, seus efeitos ambientais para prática desta actividade.

1.1 Problema e justificativa

Nas últimas décadas, a aquacultura vem se destacando como uma actividade competitiva e sustentável na produção de alimentos saudáveis, apresentando contribuição relevante para geração de emprego e renda, bem como redução da pobreza e da fome em várias partes do mundo, em Moçambique esta actividade tem se intensificado ultimamente e ela tem sido muito aplicada nos tanques escavados sendo que Moçambique contém, uma área total de produção que é estimada em 378.000 hectares, dos quais cerca de 258.000 hectares para aquacultura nas águas interiores e 120.000 hectares para aquacultura marinha (MMANP, 2020).

É importante que esta actividade seja alavancada, olhando para o potencial existente com as atenções viradas para o desenvolvimento de aquacultura nos ecossistemas naturais, porém, a partir da citação acima, percebemos que em Moçambique privilegia-se mais a prática desta actividade em tanques escavados assim como em tanques de betão. Neste contexto surge a seguinte questão: **porque é que não se estimula a prática da aquacultura em ecossistemas naturais, como é o caso da albufeira dos Pequenos Libombos?**

A prática desta actividade nos ecossistemas naturais, como é o caso dos Pequenos Libombos irá garantir a sustentabilidade, minimizando impactos negativos ao meio ambiente e maximizando os benefícios socioeconómicos, assim como ajudar a implantação de empreendimentos da aquacultura para a comunidade local, visto que esta comunidade dedica-se somente a prática de pesca artesanal que concorre para a extinção da tilapia, lagostim e outras espécies aquáticas pela falta do período de veda e esta prática não garante o desenvolvimento socioeconómico.

1.2 Objectivos

1.2.1 Geral

- Avaliar a albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura.

1.2.2. Especificos

- Estudar a qualidade da água na albufeira dos Pequenos Libombos;
- Identificar os possíveis impactos ambientais da prática para a barragem;
- Estimar a capacidade de carga que a albufeira oferece;

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

1.3 Hipóteses

H⁰ A albufeira dos Pequenos Libombos não apresenta condições para prática da aquacultura.

H¹ A albufeira dos Pequenos Libombos possui condições adequadas para prática da aquacultura.

II. Revisão bibliográfica

2.1 Aquacultura

Segundo apontado por *Lucas et al. (2019)*, aquacultura consiste no cultivo de organismos aquáticos, incluindo peixes, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas. O cultivo implica alguma forma de intervenção no processo de criação para melhorar a produção, como alimentação e proteção contra predadores, bem como a implicação na propriedade individual ou corporativa do estoque em cultivo. No entanto, segundo os mesmos autores, dois fatores essenciais distinguem a aquacultura da captura de peixe, designadamente: intervenção para aumento do estoque e pertença do estoque.

2.1.2 Aquacultura Mundial

Em 2016, a produção pesqueira global pela aquacultura (incluindo plantas aquáticas) registou valores superiores (110.2 milhões de toneladas) comparativamente à produção pesqueira global pela captura (90.9 milhões de toneladas). Globalmente, o continente Asiático é o maior contribuinte na aquacultura global, com cerca 89%, no entanto, destaca-se o crescimento registado pelo continente Africano nas últimas duas décadas em termos de contribuição na aquacultura global, com um crescimento médio anual de 1.7%, apontando-se o Egipto e a Nigéria como os principais produtores. Mundialmente, as Tilápias são amplamente cultivadas em regiões tropicais e subtropicais, constituindo o segundo maior grupo de peixes de piscicultura, depois das carpas, com uma taxa de crescimento anual de cerca de 11,5% (*Gammanpila et al., 2007; FAO, 2016*). No entanto, dentro deste grupo, as espécies Tilápia nilótica (*O. niloticus*), Tilápia de Moçambique (*O. Mossambicus*), Tilápia Azul (*O. Aureus*), *O. macrochir*, *O. hornorun*, *O. galilaeus*, *Tilapia Zilii* e *T. Rendalli*, são amplamente cultivadas a nível mundial, para efeitos comerciais (El-Sayed, 1999; FAO, 2016).

2.1.3 Aquacultura na África Subsaariana

A aquacultura na África Subsaariana foi introduzida há mais de meio século, no entanto, o desenvolvimento da mesma não seguiu passos significantes, devido a redução do alto interesse pela inovação na criação de peixes e o conseqüente encerramento de muitas empresas (Machena e Moehl, 2001). A contribuição deste continente na produção global da aquacultura, continua incipiente, embora a segunda maior espécie amplamente cultivada no mundo, tenha surgido nesta região (Salia, 2008). A Nigéria é o maior produtor aquícola na região Subsaariana, com uma produção constantemente crescente, sendo que em 1999 produziu 21 700 toneladas e em 2015, registrou 316 700 toneladas. O peixe gato (Bagre Africano), é a espécie mais cultivada na Nigéria, constituindo mais da metade da produção

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

aquícola do país (FAO, 2019). Contudo, na região Subsaariana, existem outras espécies de interesse aquícola como a Tilápia (*Oreochromis spp*), cultivada em todos países da região, Camarão tigre (*Penaeus monodon*) cultivados principalmente em Madagáscar e Moçambique, Algas marinhas, na Tanzânia e principalmente em Zanzibar e Abolane (*Haliotis spp*) na África do Sul (FAO, 2006). A Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) contribui com 12% da produção global da região, o corresponde a 43% da produção total dos Ciclídeos na região. Esta espécie, constitui a principal na produção aquícola em 8 países da região, designadamente: Camarões, República Democrática do Congo, Costa do Marfim, Quênia, Libéria, Serra Leoa, Tanzânia e Zâmbia (FAO, 2005).

2.1.4 Aquacultura em Moçambique

A aquacultura em Moçambique é uma atividade relativamente nova, sendo que o cultivo de espécies de água doce como a Tilápia, vem acontecendo a décadas. O seu início foi na década de 1950 com a construção de pequenas barragens e posteriormente com a instalação de incubadoras e unidades de demonstração no Departamento de Pesca e Aquacultura da FAO em Umbeluzi (0.5ha), Sussundenga (2ha) e Chókwe (1.6 ha) (FAO, 2005).

Os sistemas de cultivo têm sido extensivos (Tilápia e algas) com poucos insumos e produção moderada, e semi-intensivo (camarão), com altos insumos e alto rendimento, representando uma fonte adicional de proteína animal, contribuindo para a segurança alimentar, estimulando o desenvolvimento regional, gerando novos empregos e reduzindo a pressão nos estoques selvagens, particularmente do camarão (FAO, 2005). As principais espécies de interesse no sector aquícola em Moçambique, cultivadas em tanques escavados são Tilápia Moçambicana (*Oreochromis mossambicus*), Tilápia do Nilo (*O. niloticus*) e Tilápia vermelha (*Tilapia rendalli*) (INAQUA, 2011; Companhia, 2011), Carpa comum (*Cyprinus carpio*) e Peixe gato (*Clarias gariepinus*) (Chirindza, 2010).

2.2 Albufeiras e seu aproveitamento para fins múltiplos

2.2.1 Albufeira

Uma barragem, ao interromper o curso natural de um rio, cria um reservatório ou lago artificial que se designa por albufeira (Hipólito & Vaz, 2013). O termo albufeira, cuja palavra deriva do árabe e que significa “lago” ou “lagoa”. Em todo o Mundo são conhecidas por reservatórios (Rodrigues, 2000).

Rodrigues (2000) define como reservatórios ou lagos artificiais aqueles que resultam da construção de barragens para armazenamento de recursos hídricos. Destinam-se sobretudo a abastecer zonas residenciais, agrícolas, industriais, produção de energia elétrica ou ainda para

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

regularização de caudais. As albufeiras são meio aquáticos sujeitos a grandes variações espaço temporais, intra e inter-anuais, não só de dependência climática, mas impressas pelo regime de uso do recurso hídrico. (Adolfo Franco, S. A., 2010)

2.2.3 Importância das Albufeiras

As albufeiras são massas de águas lânticas permanentes e artificiais que nos habituamos a considerar como parte integrante da paisagem ibérica. Trata-se de massas aquáticas relativamente recentes e de volume muito variável cuja construção se relaciona com objectivos únicos ou múltiplos de uso humano da água: abastecimento, rega, hidro-energia, lazer, pesca e outros. Contudo, ao existirem, constituem também ecossistemas onde espécies e comunidades se estabelecem, com uma estrutura e dinâmica próprias. Algumas das comunidades aí existentes, como ictiofauna, são também utilizados pelas populações humanas como forma de lazer e recurso piscatório. As suas finalidades principais são o abastecimento de água para zonas agrícolas, residenciais e industriais, a produção de energia hidroelétrica e a regularização de caudais. Desde o início das grandes civilizações que as barragens são fundamentais para o desenvolvimento e subsistência do ser humano. (Adolfo Franco, S. A., 2010). São as albufeiras que garantem o abastecimento de água à maioria das grandes cidades do mundo (como, por exemplo, acontece com Lisboa e Maputo, abastecidas pelas albufeiras de Castelo do Bode e dos Pequenos Libombos, respetivamente) e ainda possibilitam utilizações sociais como o turismo, a navegação fluvial ou a pesca (Hipólito & Vaz, 2013).

2.2.4 Albufeiras no contexto aquacultura

A albufeira tem como finalidade principal a acumulação de água. Para os fins aqui descritos, a construção das represas segue praticamente as mesmas técnicas de engenharia, pois comumente não se conhece albufeiras construídos para a piscicultura como finalidade principal, sendo, pois, o peixe subproduto de uma albufeira. É, no entanto, um subproduto de considerável valia económica e social, sendo, pois, muito importante as adaptações das represas para a piscicultura, tanto sob o ponto de vista da engenharia civil, como sob a ótica da bioecologia das águas represadas. (Chacon, J. O., 1988).

2.2.5 Importância de Pequena e médias albufeiras para criação de peixes

A aquacultura intensiva, sob o ponto de vista empresarial, é muito mais interessante do que a extensiva praticada a nível de pequenas e médias albufeiras. No entanto, cabe à produção destas albufeiras uma fatia muito maior do mercado de peixes em termos de peso e valor de produção. Sabe-se que a produtividade desses reservatórios é realmente muito baixa, em torno de 150 a 200kg/ha/ano, é possível, entretanto, a adoção de algumas medidas técnicas no

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

sentido de otimizar essa produção e torná-la ainda mais significativa no contexto econômico. Assim, pode-se fazer uma seleção mais criteriosa das espécies a serem utilizadas no povoamento, usando para isso peixes prolíficos e melhores produtores de carne; é possível também controlar o esforço da pesca, para que ele seja apenas exploratório, e não exploratório. Na escolha das espécies para o povoamento, é muito importante o conhecimento da coleção de água como um nicho ecológico; assim é necessário a utilização de espécies que explorem os diversos níveis da coluna de água (superfície, fundo, etc) porque em cada um desses locais existem componentes diferentes do fito e zooplâncton que fornecem também diferentes tipos de alimento natural. É interessante também que as espécies sejam mutualistas, e não concorrentes, para que haja um equilíbrio ecológico satisfatório. (Chacon, J. O., 1988)

2.2.6 Aproveitamento de albufeira para criação de peixes

Entendemos como recursos pesqueiros todas formas vivas que tenham na água seu normal ou mais frequente meio de vida, juntamente com um definido interesse econômico. Portanto, os recursos pesqueiros se enquadram na categoria dos recursos naturais renováveis (Paiva, 1986). A maioria das formas vivas (animais e vegetais) aquáticas não apresentam qualquer valor econômico, vista por uma ótica imediatista. Entretanto, elas ocupam importantes posições em suas respectivas biocenoses, simplesmente porque nada é inútil na natureza, porque tudo é aproveitado nesta ou naquela forma de vida. Para se ter um bom aproveitamento na criação de peixes de uma determinada albufeira, deve observar-se alguns itens muito importantes: a) assoreamento da bacia hidráulica; b) redução da descarga da bacia hidráulica (afluente); c) turbidez elevada da água; d) flutuação rápida e frequente do nível de água; e) elevado índice de carnívoros; f) processo acelerado de eutrofização; g) danificação do fundo pela canalização e/ou dragagem; h) alterações dos parâmetros químicos e físicos da água (O₂ dissolvido, CO₂ livre, pH, temperatura, etc).

2.3 Sistemas de produção

De maneira geral, os sistemas de produção são diferenciados conforme o grau de interferência do criador no ambiente aquícola (densidade de estocagem, práticas de manejo e uso de insumos), das trocas de água na unidade de criação e da produtividade. Desta forma, são classificados em extensivo, semi-intensivo e intensivo, de acordo com Castagnolli (1992) e Zimmermann e Fitzsimmons (2004).

2.3.1 Sistema extensivo

Apresenta a menor interferência do criador utilizando nível mínimo de tecnologia, maior dependência da produção natural dos viveiros, eventual emprego de fontes de matéria

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

orgânica como, alimento e fertilização (exemplo, esterco e restos de alimento), baixa densidade de estocagem (500 a 1.000 alevinos por ha) e trocas de água limitada às chuvas.

Neste sistema o período de criação é mais longo, variando de 12 a 18 meses e, são obtidas produtividades entre 150 a 500 kg ha⁻¹, mas com baixo risco e custo de produção. Pode ser praticado em açudes e represas de médio e grande porte (Castagnolli, 1992 e Zimmerman e Fitzsimmons, 2004).

2.3.2 Sistema semi-intensivo

Esse sistema, responsável por grande parte da produção aquícola em viveiros escavados e represas no mundo, utiliza tecnologias de criação para aumentar a produtividade, tais como, ração comercial e outros alimentos, calagens, adubações e monitoramento da qualidade da água (pH, oxigênio dissolvido, amônia, temperatura e transparência), a densidade de estocagem varia de 5.000 a 25.000 alevinos ha⁻¹ e trocas de água entre 5 a 10% do volume total. As safras variam de 4 a 8 meses e a produção pode atingir de 2.500 a 12.500 kg ha⁻¹. Segundo Carberry e Hanley (1997), a criação de tilápia-do nilo, apenas com adubação dos viveiros e densidade de estocagem de 8.000 a 10.000 peixes ha⁻¹ alcança produtividade máxima de até 3.500 kg ha⁻¹ ano⁻¹ e, caso seja utilizada a densidade de 20 a 30 mil peixes ha⁻¹, com renovação de água de 10 L s⁻¹ ha⁻¹ e rações de boa qualidade pode alcançar produtividade de 15.000 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (Castagnolli, 1992 e Zimmerman e Fitzsimmons, 2004).

2.3.4 Sistema intensivo

Este sistema utiliza tecnologias mais sofisticadas, gestão da produção e apresenta produtividades maiores que os sistemas anteriores. Como características preponderantes devem-se destacar elevadas taxas de estocagem e total dependência da alimentação fornecida pelo criador. São tanques-rede e canais ou tanques de alto fluxo (raceways), onde a ração peletizada ou extrusada pode ser oferecida com maior frequência (mínimo de três vezes ao dia). Podem ser utilizados aeradores mecânicos na proporção de 2 a 4 CV ha⁻¹; as trocas de água variam de 10 a 35% do volume total; e deve ser realizado o monitoramento mais rigoroso da qualidade da água. A taxa de estocagem varia de 25.000 a 100.000 alevinos ha⁻¹ em viveiros escavados, de 20 a 80 peixes m⁻³ em raceways e de 100 a 600 peixes m⁻³ em tanques-rede. A duração da safra varia de três a seis meses e as produtividades variam, respectivamente de 12.500 a 50.000 kg ha⁻¹ safra⁻¹, de 10 a 40 kg m⁻³ safra⁻¹ e de 50 a 200 kg m⁻³ safra⁻¹ (Castagnolli, 1992 e Zimmerman e Fitzsimmons, 2004).

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

2.5 Parâmetros de qualidade de água

2.5.1 Ph - É a concentração de íons hidrogênio na água, determinando se é ácida ou básica.

Assim como nos solos para o plantio, a água também apresenta diferentes níveis de acidez, devendo-se em alguns casos fazer a correção para que se possa fazer a criação. A maioria dos peixes vivem em um pH que varia de 6,5 a 9,0. Em águas muito ácidas, os peixes apresentam um excesso de produção de muco enquanto que em águas alcalinas o muco é ausente.

Durante o processo de fotossíntese as algas retiram o CO₂ elevando o pH, à noite, com a respiração, ocorre a acidificação da água pela produção do mesmo gás.

2.5.2 Oxigênio - Por serem animais aeróbios os peixes necessitam do oxigênio para a sua sobrevivência. Este se encontra na água na forma de solução e sua concentração depende da temperatura (quanto menor, maior a concentração de oxigênio) e da demanda química (substâncias químicas que absorvem o oxigênio) ou biológica (oxigênio consumido pela respiração dos seres vivos aquáticos). Na água o oxigênio dissolvido (O₂D) varia entre 0 e 13 mg/litro. As águas a 15°C podem conter até 10,05 mg de oxigênio dissolvido e com 30° apenas 7,57 mg de oxigênio dissolvido. O oxigênio é proveniente da atmosfera, da fonte de renovação de água ou das plantas que vivem na água (fotossíntese) dependendo da espécie o excesso de oxigênio dissolvido pode provocar a morte dos peixes por embolia e a falta por asfixia. A concentração ideal de O₂D está entre 5 a 8 mg/litro. A falta de O₂D é observada pela presença de peixes na superfície da água pela manhã, principalmente após dias nublados. Nesse caso devemos suspender o fornecimento de ração e de Adubação, aumentar ao máximo a renovação da água até que o quadro se reverta.

2.5.3 Temperatura - A temperatura é factor de grande importância para a criação de peixes, visto que se ela aumentar os animais irão crescer mais rápido ocorrendo o inverso se ela diminuir. Isso se deve ao facto de os peixes serem animais pecilotérmicos, ou seja, a sua temperatura varia com a do ambiente. Este aumento ou diminuição da temperatura deve ser feito dentro de certos limites para não provocar a dormência dos animais em caso de temperatura baixa, ou de estresses calórico em temperaturas elevadas. Temperatura fora da zona de conforto ou variações bruscas podem causar a morte nos animais. Durante os períodos mais frios, os peixes ficam mais suscetíveis a doenças (parasitas, fungos e bactérias). Isso se deve ao facto de o animal reduzir a alimentação, diminuindo sua resistência consequentemente. Nessas épocas não é recomendado manejar os animais. Temperaturas elevadas também podem ser perigosas pois a cada 10°C que a temperatura aumenta, os efeitos das substâncias tóxicas duplicam.

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

2.5.4 Amônia – é resultante da própria excreção nitrogenada dos peixes e da decomposição do material orgânico (fezes, restos de ração). Está presente na água em duas formas: ionizada (não tóxica) e não ionizada (forma tóxica). A concentração de amônia não ionizada deve estar abaixo de 0,5 mg por litro. A medição de amônia deve ser feita no final da tarde, quando a possibilidade de intoxicação é maior, por causa da elevação do pH.

2.6 A Aquacultura em albufeiras

O cultivo de peixes em gaiolas gera uma série de impactos positivos e negativos nos níveis ambiental, social e econômico. Segundo Tovar et al. (2000), o cultivo em gaiolas vem sendo cada vez mais utilizado e o aumento desta atividade faz com que se torne necessária a avaliação dos impactos gerados.

2.6.1 Impactos ambientais

A aquacultura depende fundamentalmente dos ecossistemas nos quais está inserida. É impossível produzir sem provocar alterações ambientais. No entanto, pode-se reduzir o impacto sobre o meio ambiente a um mínimo indispensável, de modo que não haja redução da biodiversidade, esgotamento ou comprometimento negativo de qualquer recurso natural e alterações significativas na estrutura e funcionamento dos ecossistemas. Esta é uma parte do processo produtivo. Não se pode desenvolver tecnologia visando aumentar a produtividade sem avaliar os impactos ambientais produzidos.

Os principais impactos ambientais causados durante a fase de operação dos cultivos são:

- liberação de efluentes ricos em nutrientes (principalmente N e P), causando eutrofização em corpos de água naturais;
- Liberação de efluentes ricos em matéria orgânica e sólidos em suspensão, aumentando a turbidez em corpos de água naturais;
- Introdução de espécies exóticas e doenças no ambiente;
- Introdução de substâncias tóxicas e drogas bio acumulativas no ambiente.

A sustentabilidade ambiental dos sistemas de produção pode ser melhorada por meio da implantação das boas práticas de manejo (“BMP – Best Management Practices”).

Os sistemas integrados de produção são chamados de policultivo, quando duas ou mais espécies aquáticas são criadas no mesmo viveiro, ou consórcio, quando espécies aquáticas são criadas em associação com espécies terrestres. Estes sistemas otimizam o uso dos recursos naturais, das instalações e da mão de obra, ampliando a sustentabilidade ambiental e econômica.

2.7 Capacidade de carga

Transportando o conceito de capacidade suporte para ecossistemas, com o intuito de promover cultivos animais e/ou vegetais, é importante considerar esta habilidade como uma característica intrínseca do ecossistema denotando a sua produtividade máxima e também a sua capacidade de assimilar os impactos provenientes desta actividade, Angelini (2000).

A capacidade suporte do ambiente é a capacidade de degradar e assimilar a carga de 64 nutrientes dos cultivos sem sofrer profundas alterações e que esta capacidade varia de um ambiente para outro. O conceito de capacidade suporte ecológico aplicado a aquacultura prevê a definição da produção máxima permissível de organismos aquáticos na qual a emissão de resíduos não ultrapasse a capacidade assimilativa do ambiente (Kautskyk et al., 1997).

Segundo Araripe (2006), a piscicultura é uma actividade que requer boas condições ambientais, sendo que esse ambiente é modificado pelo metabolismo dos peixes e pela produção que no seu processo de transformação tem em si a produção de resíduos. Dessa forma, ela aporta para o ambiente uma quantidade de nutrientes compatível com o tipo de cultivo realizado. No caso dos tanques-rede, há um influxo directo de nitrogênio, fósforo e de outros nutrientes (Ca, K, Mg e etc), uma vez que o cultivo está instalado no próprio ambiente, impossibilitando o desvio ou tratamento dos efluentes, que ao se diluírem no corpo de água serão reciclados conforme a capacidade desse ambiente.

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

III. Metodologia

3.1 Descrição da área de estudo

A Albufeira dos Pequenos Libombos situa-se na Província de Maputo, a 5km do distrito de Boane, entre as latitudes 24° 40'S e 26° 20'S e Longitudes 32° 00' E e 32° 20' E (Mussagy, 1990). A albufeira esta localizada na parte baixa do rio Umbelúzi e recebe águas dos rios Umbelúzi e Calichane. A região possui duas estações climáticas durante o ano: uma estação quente e húmida, entre Outubro e Março, e outra fria e seca, entre Abril e Setembro. A temperatura média varia entre a 15°C e 25°C, e a precipitação media mensal entre 15 e 125mm.

A Barragem dos Pequenos Libombos foi construída entre 1983 e 1987, com o objetivo de assegurar a distribuição regular de água à crescente população de Maputo, prevenção de inundações das áreas abaixo da barragem e proporcionar terrenos aráveis à volta desta, com água para irrigação, pesca de pequena escala e turismo. O reservatório possui uma área superficial de 38km², profundidade média de 10.5m, e volume de 307x1000000m³ (Mussagy, 1990). Em termos de quantidade de fosforo, transparência do disco de *secchi*, clorofila e composição de espécie de algas, o reservatório foi classificado como mesotrófico, (produtividade intermediária e possíveis implicações sobre a qualidade de água, mas em níveis aceitáveis.) (Mussagy, 1990).



Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

3.2 Material

Tabela 1. Tabela de equipamentos, materiais e insumos

| Descrição | Finalidade |
|-------------------------|----------------------------------|
| Multi-parâmetro | Para fazer leituras na água |
| Máquina científica | Para cálculos |
| Esferográfica e caderno | Para anotações |
| Celular | Para capturar fotos |
| Garrafas de 500ml | Para coleta de água |
| Espetrofotômetro | Para leitura de Fósforo e amónia |
| pH metro | Para leitura de ph |

Fonte: autor

3.3. Métodos

Com o objectivo de recolher dados primários, o estudo baseou-se em colectar amostras de água, apresentação de um checklist, o qual permitiu obter dados quantitativos e qualitativos, sobre a barragem, ou seja, qualidade de água na barragem, permitindo assim conhecer melhor a barragem.

3.3.1. Fonte dos Dados

O estudo consistiu em uma pesquisa experimental, baseada na recolha de dados primários referentes à qualidade de água, efeitos ambientais, através de multiparâmetro para dados quantitativos, *checklist* para dados qualitativos que são os impactos que possam advir da prática desta actividade na barragem. As formulas matemáticas aplicamos para determinar quantas gaiolas se podem alocar, assim como que tipo de sistema se pode usar na barragem.

3.3.2. Colecta de dados

O trabalho foi realizado por um período de 30 dias, onde consistiu em:

- Levantar parâmetros de qualidade de água;
- Apresentar os impactos ambientais que podem advir;
- Determinar o sistema de cultivo ideal bem como apresentar cálculos matemáticos para determinar o numero de gaiolas a alocar naquela barragem;
- Colectar amostras de água que foram levadas ao laboratório.

3.3.3. Análise dos parâmetros físico-químicos de qualidade da água

Durante todo o período do estudo realizou-se o monitoramento dos parâmetros físicos e químicos de qualidade de água, usando um multiparâmetro que faz leituras de temperatura,

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

oxigénio, salinidade e condutividade elétrica. As mensurações foram feitas duas vezes ao dia em diferentes pontos da barragem, no período de manhã às 8h e no período de tarde às 14h, sendo medido temperatura, oxigénio e salinidade. Para mensuração de pH, amónia, fósforo foram colectadas amostras em pontos diferentes e levadas ao laboratório, isto porque o multiparâmetro não fazia essas leituras.

3.3.4. Avaliação dos impactos ambientais

Utilizou-se o método de **CheckList ou Listagem**, com o objectivo de prever os impactos que podem advir da prática desta actividade naquela barragem que podem ser alteração da qualidade da água, degradação do habitat, poluição por resíduos orgânicos e inorgânicos provenientes desta actividade.

3.3.5. Determinação da capacidade de carga, tipo de sistema de cultivo e tipo de infraestrutura

Na determinação da capacidade para a albufeira, usou-se o método de ONNO e KUBTIZA, onde usou-se formulas matemáticas já determinadas por eles para se ter uma mínima noção de quantas gaiolas se podem colocar naquela barragem o sistema a ser usado durante a produção de organismos em cativeiro.

$$V = (A_m \times h_m) \text{ Eq. (1)}$$

Onde: V = volume máximo que poderá ser outorgado (m^3);

A_m = área máxima do reservatório (m^2);

H_m = profundidade media do reservatório (m).

$$T_{px} = (V_{tq} \times D_{px}) \text{ Eq. (2)}$$

Onde: T_{px} = total de peixes por gaiola (numero de peixes);

V_{tq} = volume útil das gaiolas (m^3);

D_{px} = densidade de peixes por gaiola (numero de peixes/ m^3).

$$T_e = (T_{px} \times i)/1000 \text{ Eq. (3)}$$

Onde: T_e = total efetivo de peixes por gaiola (numero de peixes);

T_{px} = total de peixes por gaiola (numero de peixes);

i = índice de sobrevivência dos peixes (%);

$$B_{tq} = (T_e \times P_m)/1000 \text{ Eq. (4)}$$

Onde: B_{tq} = biomassa de peixes/tanque-rede (Kg de peixes/ tq);

T_e = total efetivo de peixes por tanque-rede (número de peixes);

P_m = peso médio dos peixes na despesca (gramas).

$$R_d = (B_{tq} \times TCA)/t \text{ Eq. (5)}$$

Onde: R_d = ração consumida por dia em cada tanque (Kg/dia/gaiola);

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

Btq= biomassa de peixes/gaiola (Kg/gaiola);

TCA = fator de conversão alimentar (Kg de ração/Kg de peixe);

t= período de cultivo (dias).

$$\mathbf{CP_{gaiola} = (Pe \times Rd)/1000 \text{ Eq. (6)}}$$

Onde: CP gaiola = concentração de fósforo gerada por gaiola durante um dia de cultivo (Kg/gaiola/dia).

Rd = ração consumida por dia em cada gaiola (Kg/dia/gaiola);

Pe = fósforo excretado pelos peixes para cada 1000 quilos de ração consumida (Kg de fósforo);

$$\mathbf{V_{eu} = (CPD/Cp) \times V_{gaiola} \text{ Eq. (7)}}$$

Onde: Veu= volume de água por gaiola para evitar a eutrofização (m³);

CPD = concentração de fósforo gerada por m³ [(CPgaiola x 1000) /Vgaiola] (gramas de fósforo); Cp = concentração de fósforo pré-estabelecida (0,005 mg/m³);

Gaiolas = volume útil das gaiolas (m³).

$$\mathbf{Gaiolas = (V/V_{eu}) \text{ Eq. (8)}}$$

Onde: Gaiolas = número de gaiolas que o ambiente pode suportar (unidades).

V = volume máximo a ser outorgado (m³);

Veu= volume de água por gaiola para evitar a eutrofização (m³);

3.4. Análise de dados

Os dados foram analisados e submetidos a uma análise estatística, usando o pacote estatístico (Excel do Microsoft Office 2013), através deste pacote produzimos gráficos e tabelas.

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

IV. Resultados e discussões

4.1. Parâmetros físico-químicos de Qualidade da água

A tabela 2 apresenta valores médios semanais dos parâmetros físico-químico de qualidade de água, observados em dois períodos (manhã e tarde). Santos *et al.*, (2013) destaca que temperaturas abaixo de 22°C não são recomendadas para o cultivo de Tilápia e Pandit e Nakamura (2010) relatam que a faixa óptima recomendada para produção de Tilápia é de 27-32°C. No presente estudo, da primeira à quarta semana de estudo, a temperatura esteve abaixo de 22°C no período da manhã e a temperatura durante o estudo apresentou valores médios no intervalo de 20.8-1.7 - 23.6±1.5, mínimo e máximo, respetivamente.

Tabela 2. Resultados dos parâmetros avaliados

| Parâmetros de qualidade de água | | |
|---------------------------------|------------------|----------------|
| | Media | Ideal |
| Temperatura | 20.8±23.6 | 25-30 |
| Oxigénio | 2.54±3 | >3,0 |
| Ph | 6,5±8,5 | 6,0-9,0 |
| Amónia | 0,052 | 0,2-1,0 |
| Fosforo | 0,066 | ≤ 0,030 |
| Condutividade elétrica | 371±384 | ≤ 70 |
| Salinidade | 33-35 | 33-38 |

Fonte: Esteves (1980)

Durante o estudo foram mensurados 4 parâmetros de qualidade de água por falta de material necessário para medir outros parâmetros como (pH, amónia e fosforo). Dos dois parâmetros que foram mensurados tivemos como resultado: o valor médio da temperatura da água no período de manhã foi de 20,7°C, e o valor médio do período de tarde foi de 23,6°C, sendo que resultados similares foram encontrados por Santos *et al.* (2011) analisando a dinâmica do oxigênio dissolvido no estuário do rio do Sal, diz não influenciar na de mortalidade.

A temperatura mínima registada durante a pesquisa foi de 20,7°C e uma máxima de 23,6°C. As variações de temperatura observadas nesta pesquisa deveram-se a época em o estudo foi feito uma vez que haviam oscilações devido a saída do inverno para o verão. As baixas temperaturas observadas podem ter influencia no crescimento ou desenvolvimento de peixes

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

em cativeiro naquela barragem. Segundo Hathaway (1927) certos peixes de água doce consomem 3 vezes mais alimentos a 20°C do que a 10°C. Segundo o mesmo princípio, uma água tropical de 25°C tem o ritmo dos processos biológicos acelerados 2 ou 3 vezes a mais do que numa água temperada de 15°C.

Os níveis de oxigénio registrados durante o estudo foram de 2,54 e uma máxima de 3mg/l. Este baixo nível de oxigénio também se deveu as variações de temperatura ou época de transição do inverno para o verão, assim como resultado da eutrofização devido ao excesso de nutrientes (tais como nitrogénio e fosforo) e segundo Zimmermann (2001), nesta faixa o peixe não se irá alimentar adequadamente e o seu crescimento será lento se exposto continuamente. Boyd e Tucker (1992), recomendam que o oxigénio dissolvido seja a partir de 5mg/l. Na mesma ordem, Santos et al. (2011) analisando a dinâmica do oxigénio dissolvido no estuário do rio do Sal, diz não influenciar na de mortalidade.

Os níveis de PH registrados durante o estudo foram de 6,5 a 8,0, Segundo Kleerekoper (1944), tanto para os peixes como camarões os valores entre 6,5 e 9,0 são os mais favoráveis para o desenvolvimento desses organismos. Faixa de 6,6 a 9,0 - Desejável para todos os peixes e organismos aquáticos criados em cativeiro, com garantia de um bom crescimento e boa produtividade, a não ser que substâncias tóxicas dissolvidas na água, principalmente de natureza metabólica, como amônia, nitritos e outras, venham inibir esse crescimento.

Os níveis de nitrogénio registrados foram de 0,052 a 1,5, Segundo Esteves (1988), nitrogénio componente dos aminoácidos e derivados, se apresenta sob a forma de nitratos (NO₃), cuja concentração não deve exceder de 10 mg/l, enquanto na forma de nitritos (NO₂) está presente nas águas poluídas, mas, para fins de aquacultura, não deve ultrapassar de 1,0 mg/l.

Os níveis de fosforo registrados foram de 0,060 a 1, Segundo Esteves (1988), fósforo é de grande importância para a assimilação fotossintética das algas e vegetais de um modo geral. Sob a forma de fosfatos (PO₄) não deve ultrapassar o limite de 0,025 mg/l.

Os níveis de salinidade registrados foram de 33 a 35, quanto à clorinidade e/ou salinidade os ecossistemas aquáticos têm sido classificados como marinhos, cuja faixa de variação da salinidade vai de 33 a 38‰, estuarinos entre 12 a 30‰ e de águas doces, de 0,30 a 10‰.

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

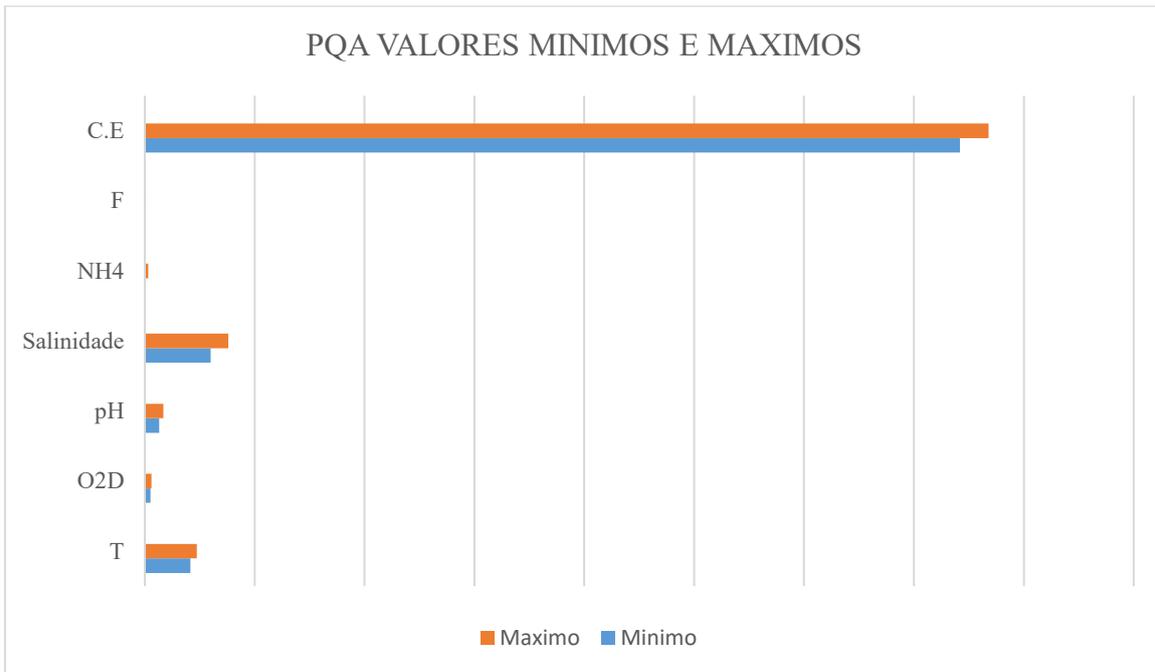


Gráfico 1. Valores mínimos e máximos respetivos aos pqa analisados em campo e no laboratório

Fonte: Autor

Tabela 3. Valores mínimos e máximos respetivo aos PQA analisados em campo e no laboratório

| Variáveis | Mínimo | Máximo |
|-----------------------------------|--------|--------|
| Temperatura | 20,8 | 23,6 |
| Oxigénio dissolvido | 2,54 | 3 |
| Ph | 6,5 | 8,5 |
| Salinidade‰ | 30 | 38 |
| Amónia | 0,054 | 0,082 |
| Fosforo | 0,054 | 0,067 |
| Condutividade elétrica <i>Usm</i> | 371 | 384 |

Fonte: Autor

4.2. Aspectos ambientais

Quanto aos impactos ambientais que esta actividade pode trazer são vários, visto que a implantação de empreendimentos já traz consigo impactos. Deste estudo pode-se notar que alguns impactos que podem advir desta prática são:

- Alteração do regime hidrológico,
- Fragmentação de ecossistemas,
- Perda de habitat aquáticos,

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

- Alteração da qualidade de água,
- Introdução de espécies invasoras,
- Poluição do meio ambiente devido as atividades humanas relacionadas a prática na albufeira,
- Sobras de ração ou matéria orgânica da alimentação dos peixes, assim como seus próprios excrementos etc.

Estes impactos ambientais podem ter efeitos sobre a qualidade da água, visto que, são fontes de nutrientes, como o carbono, o nitrogênio e o fósforo. Com uma alta concentração destes nutrientes pode estimular o crescimento exagerado de fitoplâncton ou população de algas. Com a morte e degradação de uma grande quantidade de algas há uma redução drástica do nível de oxigênio disponível na água, matando peixes e outros organismos.

Segundo Sousa (2006), estima-se que cerca de 1/3 das espécies de peixes e outros organismos aquáticos encontra-se em risco de extinção. As principais causas desse quadro são: a alteração de habitats, a introdução de espécies exóticas e a exploração directa de formas adultas e juvenis. O principal problema de poluição atribuído à aquacultura está relacionado à qualidade da água, pois, um dos maiores problemas associados ao cultivo de organismos aquáticos é o despejo de efluentes não tratados, os quais são ricos em matéria orgânica.

No entanto, os impactos da actividade aquícola sobre o meio ambiente nem sempre são negativos. Com expansão da aquacultura, mesmo considerando seu potencial para causar impactos ambientais negativos, ao suprir parcialmente a demanda pelo pescado, diminui as pressões sobre a captura, contribuindo, desta forma, para a preservação dos estoques naturais.

Tabela 4. METODO CHECKLIST

| NOTA DAS CONSEQUENCIAS | NEGATIVAS | NEUTRAS | POSITIVAS |
|----------------------------------|-----------------------|----------------|------------------|
| | -5,-4,-3,-2,-1 | | 5,4,3,2,1 |
| Fragmentação de ecossistemas | -5 | 0 | 1 |
| Perda de habitats aquáticos | -5 | 0 | 1 |
| Alteração da qualidade de água | -3 | 0 | 4 |
| Introdução de espécies invasoras | -4 | 0 | 1 |

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

| | | | |
|--|----|---|---|
| Poluição do meio ambiente devido as atividades humanas relacionadas a pratica na albufeira | -3 | 0 | 1 |
| Impacto na flora e fauna local | -3 | 0 | 4 |
| Impacto na comunidade local | -1 | 0 | 5 |
| Alteração do ecossistema aquático | -2 | 0 | 5 |

Fonte: Autor

4.3. Estimativa da capacidade de carga

Para estimar a capacidade de carga da albufeira, utilizamos um modelo matemático determinado por **Kubitza e Onno** para prever a resposta do ecossistema aquático para alocação de gaiolas/tanques. As formulas usadas para estimar a capacidade de carga estão acima descritas e dos cálculos apresentados abaixo tivemos como resultados:

Tabela 5. METODOLOGIA DE ONO E KUBTIZA

| |
|--|
| Total peixes (Tp) = Volume gaiola x densidade 5000 |
| Volume gaiola (m³) 20 |
| Densidade (NP/m³) 250 |
| Total peixes efetivo (Te) = (Tp x i) 500 |
| Sobrevivência (i) 10% |
| Biomassa gaiola (BGaiola) = (Te x Pm) / 1000 (kg) 400 |
| Te 500 |
| Peso médio (gramas) (Pm) 800 |
| Ração/dia (Rd) = (Bgaiola x TCA) / t 3,33 |
| Biomassa (gaiola) 400 |
| Conversão alimentar (TCA) 1.5 |
| Período Cultivo (t) 180 |
| |

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

| Tipo de Ração | Ração-1 | Ração-2 | Ração-3 | Ração-4 |
|--|---------|---------|---------|--------------------|
| CP gaiola = (Pe x Rd) / 1000 | | | | |
| 0,06 0,02 | | | | 0,19 0,13 |
| P excretado (Pe) | | | | 60 |
| 40 20 7 | | | | |
| Ração (Rd)/dia | | | | |
| 3,33 | | | | |
| CP gaiola: concentração de fósforo gerada por gaiola durante um dia de cultivo (Kg/gaiola/dia) | | | | |
| Ve^u* = (CPD/Cp) x Vgaiola (m³) | | | | |
| 1162,87 1145,52 | | | | 1421,29 1258,19 |
| Concentração de fósforo gerada (CPD) | | | | |
| 0,066 0,067 | | | | 0,054 0,061 |
| CP gaiola | | | | |
| 0.005 | | | | |
| Volume gaiola (m³) | | | | 20 |
| CPD estabelecida (mg/m³) | | | | |
| 0.005 | | | | |
| Ve ^u (m ³) Volume de água por gaiola para evitar eutrofização | | | | |
| Gaiolas outorgadas = (V/Ve^u) | | | | |
| Gaiolas outorgadas – albufeira dos Pequenos Libombos | | | | |
| 264000 268000 | | | | 216000 244000 |
| Volume (m³) albufeira dos Pequenos Libombos | | | | |
| 307x1000000m ³ | | | | |
| Ve^u (m³) | | | | |
| 1162,87 1145,52 | | | | 1421,29 1258,19 |

Fonte: Autor

Para a primeira equação realçar que já se tem o volume dos Pequenos Libombos que é 307x1000000m³, este volume já foi determinado pela entidade que zela pela albufeira.

Dos resultados obtidos pela metodologia demonstrada na tabela acima, a importância da qualidade da ração utilizada no processo produtivo. A quantidade de fósforo contida na sua composição está directamente relacionada ao fósforo excretado, interferindo na concentração de fosforo gerada por gaiola durante um dia de cultivo e, conseqüentemente, necessitando de um volume maior (Ve^u) para evitar a eutrofização, o que influencia directamente no número de gaiolas que podem ser introduzidas ou outorgadas no corpo hídrico em função do seu volume total.

Fazendo um comparativo da metodologia de ONO e KUBTIZA com as simulações realizadas nesta pesquisa através da metodologia proposta de forma quantitativa de gaiolas, apresentam-se os resultados na tabela abaixo.

Tabela 6. Resultados da concentração do fosforo

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

| | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------|
| Fósforo (P) excretado | 20 kg em 1.000 kg de ração | |
| | Gaiolas outorgadas | |
| | Metodologia | |
| ONO e KUBTIZA | PROPOSTA | Diferença |
| Reservatórios | Gaiolas outorgadas | |
| Barragem dos Pequenos Libombos | 38375 | 225 625 |
| 264000 | | |

Fonte: Kubitzka 2003

Através dos resultados obtidos na Tabela 4, o número de gaiolas outorgadas calculado pela metodologia de ONO e KUBTIZA foi de 264000 unidades para a barragem dos Pequenos Libombos. Enquanto que, na metodologia proposta, chega-se a gaiolas 38375 para o mesmo reservatório. Esta ligeira diferença deve-se as cargas de fósforo das fezes e da ração ofertada para as simulações nos reservatórios citados pelos autores, visto que a quantidade de nutrientes ofertados pelos reservatórios por eles estudados estavam acima do reservatório dos Pequenos Libombos e de salientar que esta metodologia por eles adotada foi feita em mais de um reservatório diferente do estudo que estava sendo feito. Com isso existe a necessidade de aprimoramentos dos modelos actuais.

Deste modo o aproveitamento de áreas delimitadas espacialmente, como uma barragem, exige uma necessidade de se ordenar e dimensionar a forma e a intensidade de uso do recurso hídrico, de modo que não ocorra a deterioração da qualidade ambiental, nem a perda das características que a tornam viável para o seu aproveitamento.

As áreas aquícolas, assim denominadas as porções contíguas de água em baías ou reentrâncias do reservatório (sensu BRASIL, 1998), e que constituem o local de instalação dos tanque-rede, devem apresentar uma profundidade superior de 4m, de modo a permitir uma boa movimentação de água abaixo dos tanques.

As áreas de cultivo devem ser protegidas de ventos fortes, que dificultam o manejo e comprometem a proteção e a integridade das estruturas de cultivo (Beveridge, 1991), o que restringe a sua implantação a braços de rio ou meandros, longe do corpo central do reservatório, de modo a não impedir a navegabilidade dos cursos de água.

Em função da liberação de metabolitos pelos peixes, que favorecem a proliferação de algas, bactérias e agentes patógenos (Silva & Siqueira, 1997), as unidades de cultivo não devem ser implantadas em áreas de captação de água para abastecimento público (áreas de manancial).

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

Do mesmo modo, não podem ser utilizadas áreas que sejam locais de destino para esgotos domésticos ou resíduos industriais, pelo risco de comprometimento da qualidade de água que constitui o meio de cultivo e de contaminação dos organismos cultivados.

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

5. Conclusão

Para o presente estudo cujo objectivo é de avaliar a barragem dos pequenos Libombos para prática da aquacultura, na província de Maputo, conclui-se que:

- Esta barragem oferece condições para prática da mesma actividade, visto que no monitoramento dos parâmetros de qualidade de água os resultados obtidos permitiram determinar que as condições da barragem para prática da mesma actividade são viáveis, apesar de resultados como temperatura e oxigénio, estiveram abaixo do esperado oscilando nos seus 23.7 como máximo e oxigénio nos seus 3mg/l.
- Verificou-se que na barragem dos Pequenos Libombos quanto aos impactos ambientais, factores como a alteração da qualidade da água, poluição do meio ambiente devido as actividades humanas relacionadas a prática na albufeira podem causar a degradação do ecossistema, também podem contribuir para retirada de pescadores artesanais da região, assim como o uso de tanques-rede pode ser vista de maneira amenizadora aos impactos sociais e económicos provocados pelo barramento destes lagos. O impacto positivo por parte desta actividade vai consigo esta em gerar emprego, isso merece destaque.
- Quanto a sua capacidade de carga a barragem dos Pequenos Libombos oferece uma área muita extensa para implantação de tanques, gaiolas, e traz consigo oferta de nutrientes como é o caso de fósforo e amónia que se encontram em quantidade promovendo assim a riqueza da mesma barragem para produção de espécies em cativeiro e promovendo a aquacultura.

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

6. Recomendações

- Desenvolver mais estudos sobre avaliação da barragem dos pequenos libombos no verão de modo a obter melhores resultados acerca de qualidade de água (temperatura e oxigénio).
- Desenvolver mais estudos sobre a avaliação dos pequenos libombos afim de ampliar os conhecimentos e minimizar os impactos relacionados a produção de organismos em cativeiro.

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

7. Referências

- Adolfo Franco, S. A., 2010. *PESCA DESPORTIVA EM ALBUFEIRAS DO CENTRO E SUL DE PORTUGAL CONTRIBUICAO PARA REDUCAO EUTROFIZACAO POR BIOMANIPULACAO.*
- ALLEN, R.G.; PERREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M., 2006. *Evapotranspiration del cultivo: guias para la determinacion de los requerimientos de agua de los cultivos.*
- Angelini, R., 2000. *Avaliação da capacidade suporte da Represa do Broa para a colocação de tanques-redes.*
- Araripe, M. N. B. A. S. L., 2006. *Efeito do cultivo de peixes em tanque rede sobre o aporte de fósforo para o ambiente..*
- BEVERIDGE, M., 1991. *Cage aquaculture.* Oxford: Fishing news books.
- BRASIL, 1998. *Estabelece a classificacao das aguas, doces, salobras e salinas do territorio nacional.*
- CASTAGNOLLI, N., 1992. *Piscicultura de água doce.* Jaboticabal: FUNEP: s.n.
- Chacon, J. O., 1988. *MANUAL SOBRE MANEJO DE RESERVATORIOS PARA A PRODUCAO DE PEIXES.*
- Chirindza, I. A., 2010. *A survey of small-scale rural aquaculture in Mozambique.*
- El-Sayed, A. F. M., 1999. *Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, Oreochromis spp. Aquaculture..*
- Esteves, F. d. A., 1998. *Fundamentos de Limnologia.* s.l.:2ª Ed. – Rio de Janeiro : Interciência.
- FAO, 1988. *PROGRAMA COOPERATIVO GOVERNAMENTAL FAO-ITALIA.* s.l.:s.n.
- FAO, 2000. *A world overview of species of interest to fisheries. Oreochromis niloticus. FIGIS Species Fact Sheets.*
- FAO, 2005. *National Aquaculture Sector. Overview Mozambique Fisheries and Aquaculture Department.*
- FAO, 2005. *National Aquaculture Sector. Overview Mozambique Fisheries and Aquaculture Department.*
- FAO, 2005. *Regional review on aquaculture development 4. Sub-saharan Africa.* s.l.:s.n.
- FAO, 2014, 2016. *Departamento de pesca e aquacultura, Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação Departamento de Pesca e Aquicultura.*
- FAO, 2016. s.l.
- Filho, M. d. S. P. B., s.d. *Criação de Peixes em Águas Continentais.*
- Gammanpila, M. Y. A. e. B. A., 2007. *Evaluation of the effects of dietary vitamin C, E, and Zinc supplementation on reproductive performance of Nile tilapia (Oreochromis niloticus).*
- Gurgel, J. e. a., 1977. *A Escada de Peixes do Açude Público Mendubim (Açu. RN) e sua eficiência para a curimatã comum, Prochilodus cearensis.*

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

- Hipólito, J. R. & V. Á. C., 2013. *Hidrologia e Recursos Hídricos*.
- Hipólito, J. R. e V. A. C., 2013. "Hidrologia e Recursos Hídricos". 2.^a Edição ed. Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- INAQUA, 2011. *Plano de Desenvolvimento da Aquacultura Comercial, Maputo*.
- Junior, M. G. F., 2011. *USO DE MODELAGEM NA AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE SUPORTE DE RESERVATÓRIOS COM PROJETOS DE AQUICULTURA, TENDO O FÓSFORO COMO FATOR LIMITANTE*.
- Kautsky, N.; H. Berg; C. Folke & J. Larsson., 1997. *Ecological footprint for assessment for resource use and development limitations in shrimp and tilapia aquaculture*.
- KLEERKPOPER, H., 1994. *Introducao do estudo da Limnologia, Ministerio da Aquacultura, serie Didatica*. Rio de Janeiro, RJ
- Lucas, J. S. P. e T. C., 2019. *Aquaculture. Farming aquatic animals and plants..*
- Machena, C. e M. J., 2001. *Sub-Saharan African aquaculture: regional summary*.
- MMANP, 2020. *Estratégia para o Desenvolvimento da Aquacultura 2020 – 2030*.
- MORAES, C. D. & D'AQUINO, 2016. *Avaliação de Impacto Ambiental: Uma Revisão da Literatura Sobre as Principais Metodologias, IN: 5º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense*.
- Mussagy, A., 1990. *A preliminary study of some physical, chemical and biological components of the Pequenos Libombos reservoir*.
- ONO, E. A.; KUBITZA, F. *Cultivo de peixes em tanques-rede*. 3^{ed}. Jundiaí: Eduardo A. Ono, 2003.
- Paiva, M., 1986. *Fundamentos da Administração Pesqueira*.
- Rodrigues, A. D., 2000. *Modelacao Hidrodinamica e da Qualidade da Agua da Albufeira de Alqueva*.
- Salia, A. M. J. e J. P., 2008. *Economic analysis of small-scale tilapia aquaculture in Mozambique*. Iceland, The United Nations University, Fisheries Training program.
- Santos, E. G., s.d. *Dimensionamento de albufeiras*.
- SILVA, A.L.N. SIQUEIRA, A. T, 1997. *Piscicultura em tanques rede, principios basicos*. Recife:
- SOUZA, J. A. P. L. D. L., 2006. *ESTUDO DE IMPACTOS SOCIAIS, ECONÔMICOS E AMBIENTAIS, OCASIONADOS PELA PISCICULTURA EM TANQUES-REDE NA REGIÃO DE PAULO AFONSO-BA*.
- Terresa Ferreira, Adolfo Franco, Suzana Amaral, Antonio Albuquerque, 2010. *PESCA DESPORTIVA EM ALBUFEIRAS DO CENTRO E SUL DE PORTUGAL: CONTRIBUICAO PARA REDUCAO EUTROFIZACAO POR BIOMANIPULACAO*. Lisboa
- TOVAR, A.; MORENO, C.; MANUEL-VEZ, M.P.; GARCIA-VARGAS, M, 2000. *Environmental implications of intensive marine aquaculture in earthen ponds*. Marine.
- Valenti, W. C., s.d. *AQÜICULTURA SUSTENTÁVEL*.

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

ZIMMERMANN, S. & FITZSMMONS, K., 2004. *Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva*. São Paulo:

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura

ANEXOS



F1: Amostras de água



F2: Medição de amónia no
Espectrofotómetro



Fonte: Autor



F3: Medição de Ph usando o Ph metro



F5: Prestes a fazer leituras de água

Avaliação da albufeira dos Pequenos Libombos para prática da aquacultura