



FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO

LICENCIATURA EM AGROECONOMIA E EXTENSÃO AGRÁRIA

PROJECTO FINAL

**Estudo de Viabilidade Financeira de produção de hortícolas em sistema de aquaponia na  
zona tampão do Parque Nacional da Gorongosa**



**Autora :**

Marina Augusto Chume

**Supervisor:**

Doutor Eng. Mário Paulo Falcão (PhD.)

Maputo, Dezembro de 2025

**Estudo de viabilidade financeira de produção de hortícolas em sistema de aquaponia na  
zona tampão do Parque Nacional da Gorongosa**

**Elaborado por:**

Marina Augusto Chume

Projecto final apresentado à Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (Departamento de Economia e Desenvolvimento Agrário), como parte de exigências para obtenção do grau de Licenciatura em Agroecologia e Extensão Agrária.

**Supervisionado por:**

Doutor Eng. Mário Paulo Falcão (Ph.D.)

Maputo, Dezembro de 2025

*"Todas as vitórias ocultam uma abdicação"*

**Simone de Beauvoir**

## **DECLARAÇÃO DE HONRA**

Eu, Marina Augusto Chume, declaro por minha honra que este trabalho é fruto da minha pesquisa e da orientação do meu supervisor, o seu conteúdo é original e todas as fontes utilizadas estão devidamente citadas no texto e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma instituição de ensino para a obtenção de qualquer grau académico.

Maputo, Dezembro de 2025

---

(Marina Augusto Chume)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, por ter me dado forças, saúde e perseverança para chegar até aqui.

Aos meus pais, Augusto Pascoal Chume e Cremilda Armando Zandamela, que sempre foram a minha base, pelo amor incondicional, apoio constante e por acreditarem em mim, até nos momentos em que duvidei de mim mesma.

A minha avó, Cristina Malangane Munguambe, que me acompanhou nessa caminhada, me incentivou nos momentos difíceis, seu carinho e apoio foram fundamentais para que eu nunca desistisse dos meus sonhos. Essa conquista também é sua.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus, que me sustentou nos momentos em que eu pensei em desistir. Sua presença silenciosa me deu força quando a minha parecia não ser suficiente e por ser a base das minhas conquistas.

Aos meus pais, por todos sacrifícios feitos. A minha mãe por estar sempre ao meu lado me dando forças e incentivo em todos momentos da vida minha acadêmica.

Aos meus irmãos Isa Chantel Chume, Laura Nhancale, Afonso Chume, Guterres Chume, e aos meus primos: Amanda Zandamela, Genny Zandamela, Belmiro Langa pelo apoio moral.

Aos meus tios, Pedro Zandamela, Lúcia Zandamela, Sivaldina Zandamela, Célia Zandamela e Luís Chunguane, pelos conselhos sábios e pelas palavras de incentivo que, muitas vezes, vieram na hora certa.

Ao meu supervisor, Prof. Doutor Mário Paulo Falcão, pela orientação, paciência, dedicação e valiosas orientações durante o desenvolvimento deste trabalho. E a todos os docentes, por compartilharem seus conhecimentos e contribuírem de forma significativa para a minha formação.

Aos meus amigos, Assa Lucas, Hipólito Langa e Nilton Freitas, obrigada por cada apoio, pelas conversas que aliviaram cansaço, pelas risadas que tornaram os dias mais leves e pela compreensão nos momentos em que precisei me ausentar. Ter vocês por perto fez toda diferença e tornou esse processo muito mais suportável.

Aos meus colegas e amigos, Hortência Panguana, Rosa Marrenjo (em especial), Vânia Panguana, Elsa Monjane, Lunga Chitsondzo, Otília Quegodes, Orísia Nhantumbo, Felismeta Marrengula, Rosa Bimbe, Abel Mataveia Jr, Adelino Mortar, Annan Mafuca e Balac Ndowa, que estiveram presentes nessa trajetória, pelas conversas, incentivos, parcerias e momentos de descontração que tornaram a jornada mais leve.

***A todos que, de alguma forma, contribuíram para que este trabalho se tornasse realidade, meu muito obrigado!***

## ÍNDICE

DECLARAÇÃO DE HONRA.....	iii
DEDICATÓRIA .....	iv
AGRADECIMENTOS .....	v
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS .....	ix
RESUMO.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Contextualização.....	1
1.2. Problema de estudo e justificativa do estudo .....	3
1.2. Objectivos .....	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	5
2.1. Aquaponia.....	5
2.1.1. Sistema de aquaponia.....	6
▪ Princípios biológicos.....	7
2.2. Ambiente de cultivo de hortícolas.....	8
2.2.1. Ambiente de cultivo em cascalho .....	8
2.2.2. Ambiente flutuante.....	9
2.2.3. Ambiente de cultivo em canaletas .....	10
2.2.4. Ambiente de cultivo em areia .....	11
2.3. Espécies de plantas e peixes produzidas em sistema aquapônico.....	12
2.4. Produção de hortícolas em Moçambique.....	13
2.5. Descrição das principais hortícolas.....	14
2.5.1. Alface.....	14
2.5.2. Rúcula .....	15
2.5.3. Agrião .....	16
2.5.4. Tomate .....	16
2.5.5. Pepino .....	18
2.6. Depreciação.....	18
2.7. Taxa mínima de atratividade (TMA) .....	19
2.8. Análise de viabilidade financeira de um projecto .....	19
2.8.1. Indicadores de viabilidade financeira.....	19
▪ <i>Payback</i> (período de retorno).....	20
▪ Valor Actual Líquido (VAL) .....	21

▪	Taxa Interna de Retorno (TIR).....	23
▪	Análise do custo/benefício.....	24
2.9.	Análise de sensibilidade.....	25
2.10.	Estudos similares.....	26
3.	METODOLOGIA.....	27
3.1.	Descrição da área do estudo.....	27
3.1.1.	Localização do distrito da Gorongosa.....	28
3.1.2.	Condições Edafo-climáticas.....	28
3.1.3.	Actividades económicas.....	29
3.1.	Dados.....	30
3.2.	Análise e interpretação de dados.....	30
3.2.2.	Análise de sensibilidade.....	31
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1.	Actividades realizadas para a implementação do projecto.....	33
4.1.1.	Construção da Estufa.....	33
4.1.2.	Montagem de Sistema de irrigação e integração aos ataques piscícolas.....	34
4.1.3.	Instalação de sistema elétrico e contratação de mão-de-obra adicional.....	34
4.1.4.	Formação de Mudanças e Transplante para o Sistema de Abrigos Assistidos.....	34
4.1.5.	Gestão da Irrigação e Fertilização através de um Sistema de Filtro.....	35
4.1.6.	Cultivo das hortícolas findo o seu ciclo de vida.....	35
4.2.	Custos e receitas do projecto.....	35
4.3.	Viabilidade financeira.....	39
4.4.	Análise de sensibilidade.....	42
5.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	44
5.1.	Conclusões.....	44
5.2.	Recomendações.....	46
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
7.	ANEXOS.....	54

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Sistema básico de aquaponia.....	6
Figura 2.	Princípios biológicos.....	8
Figura 3.	Sistema de cultivo em cascalho.....	9

Figura 4. Sistema de cultivo em ambiente flutuante.....	10
Figura 5. Sistema de cultivo em canaletas (NFT).....	11
Figura 6. Ambiente de cultivo em areia.....	12
Figura 7. Localização do distrito de Gorongosa .....	28
Figura 8. Diagrama das actividades do projecto.....	33

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Lista dos custos de investimento.....	36
Tabela 2. Custos operacionais.....	37
Tabela 3. Depreciação linear anual.....	38
Tabela 4. Receitas anuais das hortícolas e peixe em (MZN).....	39
Tabela 5. Fluxo de caixa de produção de hortícolas em sistema de aquaponia.....	39
Tabela 6. Indicadores de viabilidade do projecto .....	40
Tabela 7. Análise de sensibilidade.....	42

## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

%	Percentagem
°C	Grau celsius
ACB	Análise de custo-benefício
cm	Centímetro
FC	Fluxo de caixa
ha	Hectare
INE	Instituto nacional de estatística
Kg	Kilograma
Kg/ha	Kilograma por hectare
$Km^2$	Kilómetro quadrado
LDA	Limitada
mm	Milímetro
$m^2$	Metro quadrado
MADER	Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural
MAE	Ministério da Administração Estatal
MINAG	Ministério da Agricultura
Mzn	Metical
MZN/Kg	Meticais por quilograma
PB	Payback
PBD	Payback descontado
R	Rand sul africano
R\$	Real brasileiro
TD	Taxa de desconto
TIR	Taxa interna de retorno
Ton/ha	Tonelada por hectare
TMA	Taxa mínima de Atractividade
VAL	Valor líquido actual

## **RESUMO**

A produção de hortícolas em sistema de aquaponia oferece uma solução inovadora e sustentável para melhorar a segurança alimentar, gerar renda e conservar recursos naturais. Na zona tampão do Parque Nacional da Gorongosa, essa técnica pode fortalecer a resiliência das comunidades locais, promovendo uma agricultura mais ecológica e economicamente viável. O presente estudo tem como objectivo avaliar a viabilidade financeira de produção de hortícolas em sistema de aquaponia, no Parque Nacional da Gorongosa, num período de 5 anos. Para o presente estudo usaram-se dados secundários fornecidos pela Miombo Consultores Lda, para estimar os custos, receitas e os indicadores de viabilidade do projecto. Os resultados mostraram que o investimento inicial foi de 5 272 459,00 MZN, as receitas aumentaram gradualmente ao longo dos anos e todos os indicadores revelaram viabilidade financeira: o VAL foi positivo (999 188,78 MZN), a TIR de 13% superou a TMA (7,25%), o B/C foi de 1,07 e o PBD de 4,22 anos, inferior à vida útil do projecto. Estes resultados demonstram que o projecto é economicamente e financeiramente viável, mesmo em cenários de variação moderada da TMA. Contudo, verificou-se que um aumento de 10% nos custos operacionais pode comprometer a viabilidade. Assim, conclui-se que a produção de hortícolas em sistema de aquaponia é uma alternativa viável e sustentável para as comunidades da zona tampão do Parque Nacional da Gorongosa, contribuindo para a redução da pressão sobre os recursos naturais e para o desenvolvimento socioeconómico local.

**Palavras-chave:** *Viabilidade financeira, Produção de hortícolas, Sistema de aquaponia, Parque Nacional da Gorongosa*

## **ABSTRACT**

Aquaponics, or vegetable production, offers an innovative and sustainable solution to improve food security, generate income, and conserve natural resources. In the buffer zone of Gorongosa National Park, this technique can strengthen local communities' resilience, promoting more ecologically and economically viable agriculture. This study aims to evaluate the financial viability of aquaponics, or vegetable production, in Gorongosa National Park over 5 years. Secondary data provided by Miombo Consultores Lda were used to estimate costs, revenues, and project viability indicators. The results showed that the initial investment was 5,272,459.00 MZN, revenues increased gradually over the years, and all indicators revealed financial viability: the NPV was positive (999,188.78 MZN), the IRR of 13% exceeded the MARR (7.25%), the B/C ratio was 1.07, and the PBD was 4.22 years, less than the project's lifespan. These results demonstrate that the project is economically and financially viable, even in scenarios of moderate variation in the MARR. However, a 10% increase in operating costs could compromise viability. Thus, it is concluded that the production of vegetables in an aquaponics system is a viable and sustainable alternative for the communities in the buffer zone of Gorongosa National Park, contributing to the reduction of pressure on natural resources and to local socio-economic development.

**Keywords:** *Financial viability, Vegetable production, Aquaponics system, Gorongosa National Park*

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Contextualização

A agricultura é a principal actividade consumidora de água, e a crescente população mundial combinada com o aumento da demanda por água impõe enorme pressão sobre os sectores envolvidos na produção de alimentos (Fernandes *et al.*, 2013). A crescente preocupação com a segurança alimentar, a escassez de recursos hídricos e a degradação ambiental têm impulsionado a busca por sistemas agrícolas sustentáveis, particularmente em regiões vulneráveis como a zona tampão nas áreas de conservação. A produção de alimentos, em especial hortaliças, com perda mínima de água e nutrientes é também uma necessidade e a aquaponia se mostra uma possibilidade para que isso ocorra (Hundley, 2013). A aquaponia é definida como um sistema integrado que promove o cultivo simultâneo de espécies aquáticas e plantas, baseando-se em uma interação simbiótica (Yep & Zheng, 2019).

Em Moçambique ainda são escassos os estudos sobre a aquaponia, mas em outros países como Canadá, Austrália, Estados Unidos da América, Brasil, México e Israel pesquisas têm sido realizadas e com resultados satisfatórios. Nestes países, a maior parte dos produtos oriundos da aquaponia são das produções de pequena escala, sendo encontradas também produções em larga escala. Situa-se na Alemanha uma das maiores propriedades que adotam sistema aquapônico no mundo e, com um investimento de pouco mais de 1 milhão de euros, destaca-se como uma das maiores estruturas já construídas com a capacidade de produzir anualmente 35 toneladas de verduras e legumes e 25 toneladas de peixes. (Carneiro *et al.*, 2015; Corso, 2010).

Nos centros urbanos de Moçambique o consumo de hortícolas constitui, cada vez mais, a base da segurança alimentar, nutricional e do aumento da renda das comunidades. E isso não difere do Parque Nacional da Gorongosa, onde o crescente aumento da demanda impõe a necessidade de melhorias tecnológicas e métodos de produção sustentáveis (Camargo *et al.*, 2018). As hortícolas no país são produzidas em todo o território nacional, sendo a região sul com maior destaque principalmente nas províncias de Maputo e Gaza por razões das zonas apresentarem melhores condições edafo-climáticas favoráveis e experiência por parte dos produtores (Manhique, 2016).

Esse sistema apresenta vantagens em relação à agricultura tradicional, especialmente em contextos com limitações de solo fértil e escassez de água. Devido aos seus benefícios em termos de

produção ecológica, sustentável e de alimentos saudáveis, a aquaponia tem sido amplamente incentivada em diversas partes do mundo (Basumatary *et al.*, 2023).

A crescente adoção de sistemas aquapônicos pode ser atribuída à sua capacidade de permitir a produção simultânea de vegetais e peixes em espaços reduzidos, além de melhorar a qualidade da água em comparação com a hidroponia e a aquicultura (Coadă, 2016). A aquaponia é vista como uma solução promissora para a crescente demanda alimentar global (Maluin, 2021; Dong e Feng, 2022).

As iniciativas do Departamento de Desenvolvimento Sustentável (DDS) têm promovido o desenvolvimento de cadeias de valor inclusivas e meios de subsistência sustentáveis que contribuem para a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento das comunidades de Zona de Desenvolvimento Sustentável (Zona tampão). As principais actividades estão focadas na identificação e introdução de práticas agrícolas resilientes, promovendo o acesso a insumos e infraestrutura de produção e processamento, assistência técnica e treinamento, vinculando a produção local aos mercados nacionais e internacionais, bem como promovendo o acesso a serviços financeiros. A produção de hortícolas em Moçambique é tida como uma actividade fundamental, proporciona meio de subsistência, redução da pobreza e fome para a maioria dos agricultores principalmente das regiões rurais (Correia, 2018).

A aquaponia se espelha em dois sistemas de produção de peixes e sistema de recirculação de água e o sistema hidropônico, unificando sua produção, em que ocorrem benefícios para ambas as partes. Ela se assemelha aos processos de simbiose ocorridos na natureza, onde os peixes dos rios produzem dejetos nitrogenados, que também possuem uma fracção de nutrientes que atende às exigências dos vegetais, a biomassa, retirando esses compostos de água limpa para o ambiente novamente. (Rakocy, 2007; Hundley, 2013; Carneiro *et al.*, 2015).

Para Love *et al.* (2014), a aquaponia se apresenta como uma alternativa viável aos métodos tradicionais, apresentando uma série de vantagens tanto ao nível de qualidade de produtos quanto de economia de recursos que utiliza.

A viabilidade financeira em sistemas aquapônicos está associada à eficiência técnica, ao controlo dos custos operacionais e a sustentabilidade do processo produtivo. Permite identificar os custos de implantação, manutenção e as margens de retorno, orientando a tomada de decisão do investidor (Medeiros,2021).

## **1.2. Problema de estudo e justificativa do estudo**

A produção hortícola desempenha um papel importante no sector agrícola do país, abrangendo tanto a subsistência quanto o comércio. Isso desempenha uma função significativa na dinâmica das actividades do sector familiar. Além disso, essa prática oferece oportunidades substanciais para melhorar a segurança alimentar, promover o desenvolvimento rural, impulsionar a economia agrícola do país e contribuir para o fortalecimento e garantir a sustentabilidade geral. No entanto, os níveis de produção e produtividade alcançados não se mostram atractivos e satisfatórios, devido a diversos desafios que resultaram em uma produção, produtividade e comercialização abaixo do esperado (Haber *et al.*,2015).

O sistema de aquaponia em Moçambique apresenta-se como uma solução viável aos métodos mais tradicionais, apresentando uma série de vantagens tanto ao nível de qualidade dos produtos obtidos, como da economia dos recursos que utiliza. Todavia, ainda é uma forma de cultivo desconhecida para a grande maioria da população moçambicana. Contudo, observa-se um crescimento de popularidade e atenção relativamente à aquaponia como um método importante e potencialmente mais sustentável de produção de alimentos (Love *et al.*,2014). Dar a conhecer esta forma de produção de alimentos à população permitirá, por um lado, chamar a atenção dos consumidores aumentando a confiança e o sentimento de segurança neste tipo de produtos e, por outro lado, chamar a atenção da indústria para produções mais sustentáveis.

Os modelos convencionais de cultivo que muito são usados em Moçambique constituem grandes perdas de água associadas a baixa capacidade de produção. Outros factores que se relacionam com este problema são as mudanças climáticas, escassez da água, a falta de acesso a tecnologias e insumos, as dificuldades de acesso limitado a tecnologias e insumos, a variabilidade climática, a gestão inadequada do solo e o impacto da falta de capital e conhecimento especializado. Segundo MINAG (2011), apesar dos esforços conjuntos de entidades do governo e outros parceiros para melhorar os serviços de assistência técnica aos agricultores, menos de 20% dos agricultores têm acesso aos serviços de extensão. Assim, torna-se necessário avaliar se a produção de hortícolas

em sistema de aquaponia é financeiramente viável na zona tampão do Parque Nacional da Gorongosa, considerando os investimentos iniciais, os custos operacionais e os potenciais retornos econômicos. Para os produtores da zona tampão do Parque Nacional da Gorongosa, os resultados poderão demonstrar o potencial da aquaponia como alternativa para a diversificação da produção agrícola, aumento da renda familiar e melhoria da segurança alimentar.

Adicionalmente, caso a viabilidade financeira seja confirmada, o estudo poderá servir como base para a adoção do sistema por pequenos produtores, cooperativas ou projectos comunitários, contribuindo para a redução da pressão sobre os recursos naturais e para o desenvolvimento rural sustentável da região.

## **1.2.Objectivos**

### **1.2.1. Objectivo geral**

- Avaliar a viabilidade financeira de produção de hortícolas em sistema de aquaponia na zona tampão do Parque Nacional da Gorongosa.

### **1.2.2. Objectivos específicos**

- Descrever as atividades a serem realizadas para estabelecer o projecto;
- Quantificar os custos e receitas do projecto;
- Determinar a viabilidade financeira do projecto.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Aquaponia

A palavra “aquaponia” é derivada da combinação entre “aquicultura” (produção de organismos aquáticos) e “hidroponia” (produção de plantas sem solo) e refere-se à integração entre a criação de organismos aquáticos, principalmente peixes, e o cultivo de vegetais hidropônicos através de um sistema intensivo de cultivo com recirculação de água, resultando em baixo consumo de água e alto aproveitamento de resíduo orgânico gerado (Carneiro, 2015). Devido às suas características de sustentabilidade, a aquaponia apresenta-se como uma verdadeira alternativa para a produção de alimentos de forma menos impactante para o meio ambiente (Diver, 2006).

A aquaponia surgiu há milhares de anos, por volta de 1400 D.C., ficando atribuída aos povos aztecas suas primeiras formações conhecidas como “chinampas” (Corrêa, 2018). As “chinampas” eram como ilhas artificiais próximas uma da outra e construídas em pântanos e lagos rasos onde eram cultivados legumes e folhosas, e as ilhas eram usadas para criar peixes. Os resíduos excretados pelos peixes caíam no fundo dos canais, eram recolhidos e serviam como adubo para as plantas. Embora o conceito de aquaponia seja antigo, actualmente ela fornece para a agricultura uma solução sustentável que reduzirá o emprego de recursos naturais. A aquaponia usa 90% menos de água que a agricultura tradicional e as plantas crescem rápido (Calone *et al.*, 2022).

Portanto, é uma alternativa de produção de peixes e vegetais menos impactante ao meio ambiente, com possibilidade de ser implantada em residências e apartamentos, como também em grandes complexos comerciais. Neste sistema, há uma interação entre os organismos aquáticos cultivados, plantas e bactérias, através do reaproveitamento de restos de ração, excretas e outros produtos do metabolismo dos peixes, pela ação de microrganismos que liberam na água nutrientes e minerais que são necessários ao crescimento das plantas (Lima, 2015).

Em todo o mundo, o sistema de aquaponia é praticado predominantemente em escala domiciliar (Herbert; Herbert, 2008; Hundley *et al.*, 2013). Além disso, há um grande número de residências que são produtoras de hortaliças, sendo chamadas de “backyard aquaponics” ou “aquaponia de quintal”, sendo encontradas também produções em larga escala. Na Alemanha está localizada uma das maiores propriedades do mundo a utilizar o sistema de aquaponia. Com um investimento superior a 1 milhão de euros, essa estrutura se destaca pela sua dimensão, possuindo capacidade

anual de aproximadamente 35 toneladas de hortaliças e 25 toneladas de peixes. (Carneiro *et al.*, 2015; Corso, 2010).

Braz Filho (2000) salienta que a aquaponia se apresenta como o sistema de criação de peixes intensivo com a circulação de água, cuja as principais vantagens são o controle de água, minimização dos resíduos orgânicos resultantes da aquacultura, a redução de proliferação de algas e fungos (que podem conferir sabor desagradável ao peixe) e a possibilidade de obtenção de várias colheitas durante o ano, como ilustra a figura 1 abaixo.



Figura 1. Sistema básico de aquaponia

Fonte: AQP Brasil (2017).

### 2.1.1. Sistema de aquaponia

A aquaponia é a produção de alimentos com baixo consumo de água e alto aproveitamento do resíduo orgânico gerado. Portanto, é uma alternativa de produção de peixes e vegetais menos impactantes ao meio ambiente. Apesar do termo aquaponia ser novo em Moçambique, trata-se de uma tecnologia testada e validada em vários países nos últimos 20 anos e, hoje, comprovadamente viável do ponto de vista técnico e econômico (Hundley *et al.*, 2013).

O sistema de aquaponia é uma integração do cultivo de peixes e hortaliças em um sistema de recirculação de água e nutrientes. A aquaponia se apresenta como um dos sistemas consorciados ou de integração de vegetais e animais aquáticos e se destaca por ser um sistema agroalimentar. A aquaponia é um sistema com pouca necessidade de espaço e baixo consumo de água, adequando-se a pequenos produtores (Navarro, 2013).

A aquaponia integra aquacultura e a hidroponia, de maneira que ambos os sistemas se complementam em uma inter-relação benéfica de forma simbiótica. Através da recirculação da água, que é o componente principal de um sistema aquapônico, resíduos tóxicos produzidos pelos peixes são transformados em matéria orgânica e produtos não tóxicos, os quais servirão como subsídio indispensável para o cultivo das plantas em um sistema hidropônico, ou seja, um sistema onde a produção das plantas dispensa o uso do solo (Rakocy, *et al.*, 2006).

Basicamente um sistema aquapônico, é composto por três elementos: sendo um tanque para a criação de peixes, um sistema de filtração mecânica e também biofiltração para filtrar a água e, outro ambiente de cultivo para plantar as mudas e a peça-chave desse sistema é o sistema de filtração para equilibrar os nutrientes, pois é neste local, que ocorre a conversão de amônia para nitritos, e posteriormente em nitratos (Somerville *et al.*, 2014).

#### ▪ **Princípios biológicos**

A aquaponia preconiza o reaproveitamento da água, evitando seu desperdício e diminuindo consideravelmente, ou até mesmo eliminando a liberação do efluente no meio ambiente. A quantidade de água necessária para um sistema aquapônico é muito baixa comparada aos sistemas tradicionais da agricultura e aquicultura. Uma vez abastecido e em funcionamento, um sistema de aquaponia pode ficar muito tempo sem que haja a necessidade de troca de água, sendo necessária somente a reposição de água perdida pela evaporação e pelas colheitas. Na aquaponia, há um fluxo contínuo de nutrientes entre diferentes organismos vivos que estão relacionados por meio de ciclos biológicos naturais, notadamente a nitrificação promovida por bactérias (Carneiro *et al.*, 2015). Bactérias nitrificantes dos gêneros *Nitrosomonas* e *Nitrobacter* são responsáveis pela conversão da amônia ( $\text{NH}_3$ ) em nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e este em nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), transformando substâncias tóxicas produzidas pelos peixes em nutrientes assimiláveis pelas plantas. Ao consumir esses nutrientes, as plantas, juntamente com as bactérias, desempenham papel importante na filtragem biológica da água, garantindo sua condição adequada para o desenvolvimento normal dos peixes (Figura 2). (Carneiro *et al.*, 2015).

O pH é um dos pontos mais importantes e que requer muita atenção dentro de um sistema de aquaponia. Pelo facto da aquaponia envolver num mesmo corpo de água três organismos muito distintos (peixes, plantas e bactérias), é de fundamental importância conhecer as necessidades de cada um deles para que o pH da água seja mantido numa faixa que atenda a todos satisfatoriamente.

As bactérias nitrificantes são predominantemente aeróbicas e têm o pH ótimo no intervalo entre 7,0 e 8,0. Por outro lado, a maioria das plantas cultivadas em hidroponia cresce melhor em pH entre 5,5 e 6,5 (Carneiro *et al.*,2015).

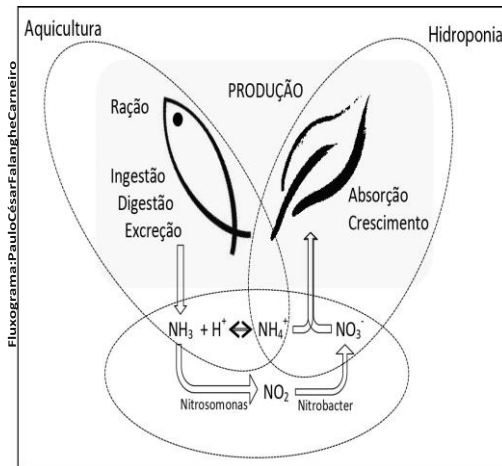


Figura 2. Princípios biológicos

Fonte: Carneiro (2015)

## 2.2. Ambiente de cultivo de hortícolas

O ambiente do cultivo de hortícolas, conhecido como substrato, é onde serão plantadas as espécies de plantas escolhidas. Os ambientes de cultivo podem ser divididos em quatro diferentes tipos principais: *Media-filled bed*, *gravel bed* ou ambiente de cultivo em cascalho, *deep water culture (DWC)*, *floating raft* ou ambiente flutuante, *nutrient film technique (NFT)* ou ambiente de cultivo em canaletas e o *wicking bed* ou ambiente de cultivo em areia (Carneiro,2015). Esses quatro tipos de ambientes são descritos a seguir:

### 2.2.1. Ambiente de cultivo em cascalho

Ambientes do tipo *media-filled bed*, *gravel bed* ou cultivo em canteiros consistem no cultivo da espécie vegetal em cascalho, sendo necessário o uso de substratos inertes com alta relação superfície/volume (área específica). São comumente utilizados argilas expandidas, britas, seixos de leito de rio, rochas vulcânicas, areia grossa, entre outros. Além disso, é indicado para sistemas de menor porte ou com baixa densidade de peixes (Carneiro, 2015).

A água é normalmente fornecida em um fluxo e refluxo padrão, garantindo nutrição e aeração sequenciais (Goddek *et al.*, 2015).

O ambiente de cultivo em cascalho é prático, por não ser apenas um ambiente de cultivo dos vegetais, mas também um filtro biológico. Devido à alta relação superfície/volume (área específica), seu substrato permite a eficiente colonização por bactérias nitrificantes, facilitando o ciclo biogeoquímico do nitrogênio, transformando a amônia dos dejetos dos peixes em nitrito, que é nutriente para as plantas. Não é recomendado o uso de substratos com partículas muito pequenas, para evitar entupimento. Para minimizar esse problema, é indicada a colocação de um sistema de filtragem prévia para retirar os sólidos (Carneiro, 2015). Como ilustra a figura abaixo.



Figura 3. Sistema de cultivo em cascalho

Fonte: Fiaes (2021)

### **2.2.2. Ambiente flutuante**

Esse sistema é conhecido como cultivo flutuante, pois as plantas são ancoradas em uma superfície flutuante directamente acima do tanque contendo a solução nutritiva, sendo suas raízes total ou parcialmente imersas nessa solução, como ilustrado na Figura 4. Como as raízes das plantas ficam submersas, é necessária uma fonte de aeração distribuída ao longo do ambiente de cultivo (solução nutritiva), para manter o nível de oxigênio dissolvido na água alto e homogêneo. Esse método costuma ser utilizado na aquaponia de média e grande escala, devido a sua grande superfície disponível, possibilitando uma maior plantação. E ainda, essa maior área superficial possibilita o desenvolvimento da colônia de bactérias nitrificantes nas paredes e no fundo desses ambientes, não necessitando de filtro biológico prévio. Além disso, por conter um grande volume de água,

confere maior estabilidade aos parâmetros físico-químicos como a temperatura e o pH (Carneiro, 2015).



Figura 4. Sistema de cultivo em ambiente flutuante

Fonte: Fiaes (2021).

### **2.2.3. Ambiente de cultivo em canaletas**

O ambiente de cultivo em canaletas ou *nutrient film technique (NFT)* compõe um sistema hidropônico mais popular hoje em dia, e muitas pessoas, quando se referem à hidroponia, imediatamente o relacionam com ela, sendo interessante para os produtores interessados em aquaponia, por já possuir uma estrutura prévia. Nessa técnica o ambiente de cultivo é feito em canaletas, como ilustra a Figura 5. A NFT pode ser utilizada com plantas de pequeno e médio porte, como alface, rúcula, agrião, manjericão, endro e pimenta malagueta (Fiaes, 2021).

Nesse sistema, as plantas são colocadas em buracos feitos em suporte acoplado na parte superior das canaletas, que são dispostas paralelamente e com desnível entre 8% e 12% para permitir a passagem da água por gravidade. As raízes dos vegetais ficam parcialmente submersas na água, onde há a existência dos nutrientes para o crescimento das plantas. Nesse método é necessária a inserção de um filtro de sólidos, para evitar o depósito desses nas raízes das plantas, e de um filtro biológico, pois a superfície molhada da canaleta não é suficiente para o necessário crescimento da colônia de bactérias nitrificantes. Porém, esse método é bem ergonômico, facilitando o manejo dos vegetais (Carneiro, 2015).



Figura 5. Sistema de cultivo em canaletas (NFT)

Fonte: Fiaes (2021)

#### **2.2.4. Ambiente de cultivo em areia**

No ambiente de cultivo em areia a solução nutritiva é absorvida e conduzida às raízes da planta por capilaridade, por meio de um ou mais pavios, como se ilustra na Figura 6. Um substrato é normalmente usado, como turfa ou areia de coco, a fim de aumentar a capacidade de retenção de umidade tanto quanto possível. Mas, com o tempo, os sais minerais vão se acumulando no pavio, e estes, por sua vez, tendem a perder seu efeito. Uma solução para este problema é ter uma abertura suficientemente grande no fundo do canteiro para permitir que as raízes cresçam diretamente em direção à solução nutritiva (Fiaes, 2021).

Este sistema é adequado para pequenas plantas e plantas com folhas verdes e/ou que apresentam uma proporção de crescimento lento, como por exemplo, plantas ornamentais. É o mais simples de todos os sistemas, sendo um sistema antigo e popularizado para lavouras cultivadas no solo, pois o pavio nunca perde seu efeito absorvente. Esse ambiente também é propício para o cultivo de raízes como rabanete, cebola, cenoura e tuberosas. Pode ser utilizado também para o cultivo de mudas a serem utilizadas posteriormente nos demais sistemas (Carneiro, 2015).

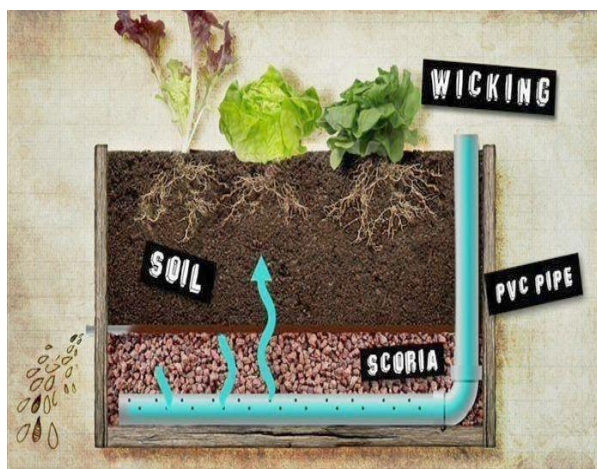


Figura 6. Ambiente de cultivo em areia

Fonte: Fiaes (2021)

### 2.3. Espécies de plantas e peixes produzidas em sistema aquapônico

Hortaliças são plantas comestíveis cultivadas principalmente por suas partes vegetais, como folhas, caules, raízes e flores, e são amplamente utilizadas na alimentação humana devido ao seu valor nutricional e sabor. No sistema de aquaponia é viável estabelecer um sistema com diversas plantas adequadas para cultivo em hidroponia, incluindo alfaces, rúcula, agrião, temperos e plantas medicinais (Estadão, 2020; Oliveira, 2016).

Plantas folhosas com ciclos de produção curtos apresentam uma excelente resposta ao alto teor de nitrogênio típico desses sistemas e tendem a ser mais requisitadas devido à sua alta produtividade (Bailey & Ferrarezi, 2017).

A alface é uma das plantas mais cultivadas por ser uma planta de ciclo rápido e de fácil adaptação ao sistema de aquaponia. Para desenvolvimento do sistema, as hortaliças folhosas são recomendadas na dieta alimentar de pessoas em tratamento como obesidade e doenças crônico-degenerativas (Ohse *et al.*, 2001). Ohse *et al.* (2001) adicionam que a alface produzida em sistema de aquaponia tem maior teor de fibra que a alface produzida no solo e maior desenvolvimento das folhas comparados à alface produzida no solo em casa de vegetação.

Dentre as diversas espécies de peixes cultivados em sistemas aquapônicos, a tilápia é amplamente reconhecida como a espécie modelo, sendo seguida por carpas e bagres (Yep & Zheng, 2019). A proporção de peixes em relação às plantas é um factor crítico no sucesso dos sistemas aquapônicos,

uma vez que o equilíbrio adequado entre esses dois componentes é essencial para garantir a absorção eficiente de nutrientes pelas plantas e o seu crescimento adequado. Esse equilíbrio também exerce um papel decisivo nas opções econômicas do sistema (Palm, 2019). Embora a tilápia e o bagre sejam as espécies mais comumente utilizadas, uma ampla variedade de espécies pode ser cultivada em sistemas aquapônicos, oferecendo flexibilidade para atender a diferentes mercados e condições ambientais (Pinho, 2021).

#### **2.4. Produção de hortícolas em Moçambique**

Em Moçambique a produção de hortícolas, tanto comercial como para a subsistência, possui um papel importante para a actividade do sector agrícola familiar, contribuindo para o seu fortalecimento e garantindo a sua sustentabilidade. Entretanto, até aqui, os níveis de produção e produtividade alcançados não se mostram atractivos e satisfatórios, sendo que vários problemas têm ditado a baixa produção, produtividade e comercialização. O crescente aumento da demanda impõe a necessidade de melhorias tecnológicas e métodos de produção sustentáveis (Haber, Ecole, Brown & Resende, 2015).

A adopção de uma estratégia de produção, processamento e distribuição que promova o desenvolvimento integrado de todos os elos da cadeia de valor de hortícolas é, portanto, um fator-chave para a dinamização da horticultura nacional. A produção e a distribuição das hortícolas ocupam muita mão-de-obra, requerem treinamento e constituem peças-chave da função social da agricultura para Moçambique (Haber *et al.*, 2015).

O mercado de hortícolas ainda é bastante informal e pouco desenvolvido em Moçambique, sendo o crescimento limitado pela dificuldade, tanto do sector público quanto do sector privado, em investir de uma forma coordenada e integrada para o desenvolvimento de todos os elos da cadeia (Haber *et al.*, 2015).

O mercado doméstico é abastecido por hortícolas nacionais e importadas. As principais hortícolas são o tomate, a cebola, o repolho, o feijão-verde, o pimento, a beterraba, o alho, a alface, a couve e a cenoura. Mas, pouco a pouco, amplia-se a variedade de produtos, incluindo alimentos processados ou com valor agregado, como verduras pré-lavadas (Haber *et al.*, 2015).

Moçambique apresenta uma variabilidade de zonas agro-ecológicas, o que possibilita a prática de horticultura durante todo o ano (Haber *et al.*, 2015). A produção de hortaliças é proveniente de

quatro sistemas de produção: cultivo no sistema hidropônico, convencional, orgânico em campo aberto e no solo (Filgueira, 2005).

A hidroponia, termo derivado de duas palavras de origem grega, hidro = água e ponia = trabalho, é uma técnica que, segundo Furlani (1998), está se desenvolvendo rapidamente como meio de produção vegetal, especialmente de hortícolas, pois é uma técnica alternativa de cultivo protegido, na qual o solo é substituído por uma solução aquosa, contendo apenas os elementos minerais necessários aos vegetais.

A produção orgânica apresenta-se como um sistema produtivo com objectivo de autossustentação da propriedade agrícola, os benefícios sociais para o produtor, o mínimo uso de energias não renováveis na produção, a oferta de produtos saudáveis e a preservação da saúde ambiental e humana, promovendo qualidade de vida. Conejero, Serra & Neves (2007), complementam afirmando que a produção orgânica é baseada na tecnologia de processos e fundamentada na produção de alimentos que não utilizam defensivos agrícolas e adubos químicos.

A produção orgânica de hortícolas tem por princípio estabelecer sistemas de produção com base em tecnologias de processos, ou seja, um conjunto de procedimentos que envolvam a planta, o solo e as condições climáticas, produzindo um alimento sadio e com suas características e sabor originais, que atenda às expectativas do consumidor (Penteado, 2000).

O cultivo de hortícolas em ambiente protegido no Brasil não é tão recente, pois existem trabalhos que registam seu início no final dos anos 60. Entretanto, somente no fim dos anos 80 e, principalmente, no início da década de 90 é que esta técnica de produção passou a ser amplamente utilizada. Projeções de crescimento realizadas no início dos anos 90 relatam uma área cultivada de 10.000 ha, no final do milênio (Goto & Tivelli, 1998).

## **2.5.Descrição das principais hortícolas**

### **2.5.1. Alface**

A alface (*Lactuca sativa L.*) é uma planta que se originou na região leste do Mediterrâneo e prospera em climas temperados. É uma planta herbácea que possui um pequeno caule a partir do qual as folhas tenras crescem ao redor. Essas folhas são a parte comestível da planta e podem ter coloração verde (variando de claro a escuro) ou roxa, assim como podem ser lisas ou crespas e formar ou não cabeça. O sistema radicular é superficial e muito ramificado. A condição climática

ideal para a produção de alface é a que associa temperatura amena, entre 15 e 18 °C durante a noite e 18 a 25 °C durante o dia, e dias curtos (Haber *et al.*, 2015).

Os principais cuidados da cultura de alface são: sarchar constantemente o terreno, arrancar as plantas contaminadas; fazer cobertura sobre os canteiros de maneira que o sol não queime as folhas e a chuva forte não as danifique; quando o sol está quente e sem melhorar as folhas, deita-se água aos lados da planta; as mudas devem ser produzidas em estufas apropriadas, utilizando bandejas de plástico, ou isopor colocando de 2 a 3 sementes por célula, numa profundidade de 0,5 cm. O transplântio deve ocorrer quando as mudas estiverem com 4 a 5 folhas definitivas e 6 a 7 cm de altura e a variedade de alface à venda em Moçambique é Great Lakes, de origem norte-americana (Gaspar, 2010).

O rendimento médio da alface por hectare é de 20-40 toneladas. O preço médio de venda de alface em Moçambique é de 62,00-63,00 Mt/Kg (MADER, 2021).

### **2.5.2. Rúcula**

A rúcula (*Eruca sativa*) é uma planta que originou da região mediterrânea e oeste da Ásia e pertencente à família *Brassicaceae*. No Brasil, é mais conhecida nos estados do sul e sudeste, principalmente entre os descendentes de italianos, espanhóis e portugueses, mas actualmente já é cultivada e consumida em todas as regiões, preferencialmente na forma de salada crua e em pizzas (Steiner *et al.*, 2011).

A rúcula é uma folhosa herbácea de rápido crescimento vegetativo e ciclo curto, possuindo normalmente altura de 15 a 20 cm, cujas folhas são de coloração verde, espessas, de formato recortado e comprido (Filgueira, 2008).

Tem um papel de destaque entre as hortaliças pela sua composição, que contém altos teores de potássio, enxofre, ferro, vitaminas A e C, proteínas, carboidratos e sais minerais, além do sabor picante e odor agradável (Genúncio *et al.*, 2011).

A planta desenvolve-se nas mais variadas temperaturas, mas tem preferência por temperaturas amenas (15-18 °C), produzindo folhas grandes e tenras, já sob temperaturas maiores, as menores, mas duras e pungentes (Filgueira, 2008).

Apesar da sua importância nutricional, a rúcula é uma planta sensível às condições de campo, sendo sua produção baixa. Por isso, a rúcula é uma opção interessante para o cultivo em hidroponia. Ela possui folhas de sabor picante, muito utilizadas imaturas em saladas e lanches (Andriolo, 2013).

Os principais cuidados da cultura de rúcula são: monitorar o crescimento da planta, pois a colheita tardia pode resultar em folhas mais amargas e fibrosas, afectando a qualidade do produto final (Filgueira, 2005).

O rendimento médio da rúcula por hectare é de 5-10 toneladas. O preço médio da venda de rúcula é de 58 Mt/Kg (MADER, 2021).

### **2.5.3. Agrião**

O agrião (*Nasturtium officinale*) é uma planta originária de Europa, pertencente à família *Brassicaceae*. É uma planta perene, podendo atingir até 80 cm de altura, com folhas de coloração verde-escura, apresentando caule tenro e oco (Vaz; Jorge, 2006).

É uma planta que se desenvolve em temperaturas que variam de 16 a 20 ° C. A cultura do agrião por ser encontrada com muita frequência em todos e banhados, tem uma certa desconfiança quanto a origem por parte do mercado consumidor, devido ao receio da contaminação das plantas por certos patógenos, por isso o seu cultivo em sistema hidropônico garante uma melhor qualidade de produção na questão sanitária não oferecendo riscos à saúde do consumidor (Morais *et al.*, 2006).

Os principais cuidados da cultura de agrião são: manter a água constantemente em circulação para garantir o fornecimento adequado de nutrientes, realizar podas regulares para estimular o crescimento das plantas e evitar o acúmulo de plantas mortas, colher as folhas de agrião quando estiverem no ponto de consumo, geralmente de 30 a 40 dias após o plantio. O rendimento médio e o preço médio do agrião podem variar dependendo de diversos factores como condições climáticas, região, a época do ano e a disponibilidade (MADER, 2021).

### **2.5.4. Tomate**

O tomate (*Solanum lycopersicum L.*) tem sua origem na região da América do Sul, pertencente à família das solanáceas. O tomate é uma das hortícolas mais importantes em Moçambique, a seguir à Batata Reno, representa 77% da área alocada e do mercado das hortícolas no país (Haber *et al.*, 2015).

É uma planta herbácea, o sistema radicular é vigoroso e pode atingir 2m de profundidade. As flores são hermafroditas e ocorre autofecundação; temperaturas noturnas entre 18 e 20 °C e as diurnas de 25 a 28°C são mais favoráveis para o desenvolvimento das plantas, enquanto são mais elevadas afetam a frutificação, desenvolvimento e qualidade dos frutos; a produtividade média varia entre 60.000- 120.000 kg/ha (Haber *et al.*, 2015).

Apesar de Moçambique ter potencial para o desenvolvimento do sector da horticultura principalmente para a cultura de tomate, especialmente na região centro, onde há oportunidades para produzir hortícolas de alto valor, a produção ainda apresenta uma sazonalidade muito marcada, caracterizada por maior produção em períodos de clima favorável, ou seja, na estação fresca em que as temperaturas são amenas (USAID & MANAGE, 2014).

A produção nacional de tomate já atingiu as 40 toneladas por hectare, cifra que se situa muito próxima dos padrões internacionais, que fixam entre 45 e 60 toneladas o volume de produção numa área de 10 mil metros quadrados. O tomate é comercializado a um valor de 55,00-60,00 Mt/Kg, nos meses de setembro a fevereiro há baixa demanda desta hortícola, neste período do ano, o tomate é comercializado a um valor superior ao padrão (MADER, 2022).

Os espaçamentos recomendados para o plantio em covas ou sulcos podem variar de 0,5 a 0,7 m entre plantas e de 1,0 a 1,2 m entre linhas. Os espaçamentos maiores são utilizados em períodos mais quentes e chuvosos. As variedades de tomate em Moçambique são:

Variedade Marglobe: variedade tardia com grandes frutos e plantas robustas; os frutos podem chegar a pesar de 120 a 200 gramas.

Variedade *money mark*: produz frutos de 60 a 80 gramas.

Variedade campebell: o fruto é redondo. É híbrido muito complexo e características novas das quais resistência a fissuração, possibilidade de colheita mecanizada.

Variedades industriais: com fruto comprido, de fruto muito doce e com ótimas qualidades de conservação (Gaspar, 2010).

Os principais cuidados da cultura de tomate são: mudas devem ser produzidas em estufas apropriadas, utilizando bandejas de plástico ou de isopor, colocando de 2 a 3 sementes por célula, numa profundidade de 1,0 cm. O transplante para o local definitivo é feito quando estas

apresentarem cerca de 6 a 10 cm de altura e 4 a 5 folhas definitivas. Os espaçamentos recomendados para o plantio em covas ou sulcos podem variar de 0,5 a 0,7 m, entre plantas e 1,0 a 1,2 m, entre linhas. Os espaçamentos maiores são utilizados em períodos mais quentes e chuvosos (Gaspar, 2010).

### 2.5.5. Pepino

O pepino (*Cucumis sativus*) é uma planta herbácea da família das *Cucurbitáceas*, originária da Índia. É uma planta anual, prostrada ou trepadora. O sistema radicular é aprumado, denso e relativamente superficial. Caule herbáceo, angular, flexível, prostrado ou trepador por meio de gavinha. O pepino prefere climas quentes, sendo muito sensível à geada. A temperatura ótima de desenvolvimento vegetativo é de 20 a 25°C, podendo suportar até 30°C se a Humidade Relativa for elevada (Zimolim, 2000).

É uma hortícola cultivada em todo o território nacional, é habitualmente comercializada nos mercados localizados nos centros urbanos do país. Segundo estudo feito sobre Horticultura em Moçambique, uma cooperação Trilateral entre Moçambique, Estados Unidos e Brasil afirma que a maior parte das variedades de pepino comercializadas no território nacional podem iniciar a colheita aos 50 dias pós-sementeira com rendimento de cerca de 23 Ton/ha. O preço para 1 kg de pepino nacional é de 75,00 Mzn (MADER, 2022).

Os principais cuidados da cultura de pepino são: proporcionar espaço suficiente para o crescimento e garantir o suporte adequado para as trepadeiras de pepino.

### 2.6. Depreciação

A depreciação pode ser resumidamente definida como a despesa que corresponde à perda de valor de um determinado ativo. Durante o ciclo que vai desde a chegada da matéria-prima até o produto final, diversos equipamentos são utilizados e sofrem desgaste devido ao uso, acção da natureza ou obsolescência. Essa depreciação deve ser considerada no preço de comercialização do produto para evitar prejuízos a longo prazo (Souza & Clemente, 2014).

$$\text{Depreciação} = \frac{V_i - V_f}{t} \quad (1)$$

**Onde:**

$V_i$  = valor inicial do capital (MT);  $V_f$  = Valor final (MT);  $t$  = vida útil do bem em questão.

## **2.7. Taxa mínima de atratividade (TMA)**

Taxa mínima de atratividade (TMA), é definida por Mayna (2019) como a taxa de remuneração oferecida pelo mercado com um dos menores níveis de risco. Essa taxa é usada como um ponto de referência para que empreendedores possam avaliar se estão obtendo retornos abaixo dessa taxa comumente utilizada no mercado. Dessa forma, os empreendedores conseguem analisar se estão enfrentando custos de oportunidade, ou seja, se estão deixando de ganhar dinheiro que poderiam obter caso seu capital estivesse investido em outra atividade (Oliveira, 2014).

## **2.8. Análise de viabilidade financeira de um projecto**

De acordo com SEBRAE (2019), a análise de viabilidade financeira possibilita uma comparação dos retornos que podem vir a ser obtidos com os investimentos demandados, para que o empreendedor decida se vale a pena ou não investir em determinado negócio. Uma decisão satisfatória é aquela considerada viável, realista e que aperfeiçoa os processos, proporcionando avanços ao projecto. Deste modo, ao realizar-se uma escolha, esta deve ser baseada na lógica e numa análise criteriosa das opções.

### **2.8.1. Indicadores de viabilidade financeira**

Cecconello e Ajzental (2008) definem que a análise de viabilidade visa obter indicadores que recomendem ou não o investimento no objecto da análise, ou seja, informam se o projecto é viável ou não.

Segundo Ende e Reisdorfer (2015), para a realização da análise de viabilidade são usados indicadores de viabilidade; alguns destes indicadores são determinados baseando-se no fluxo de caixa (*cash flow*) do projecto.

O fluxo de caixa consiste basicamente em contabilizar todas as entradas e saídas monetárias de uma empresa em um período determinado, permitindo conhecer a rentabilidade e viabilidade econômica do projecto ao longo de sua vida útil (Samanez, 2009).

Segundo Cecconello e Ajzental (2008), os métodos actuais de avaliação de investimento buscam apresentar ao investidor interessado quatro informações básicas para a tomada de decisão que são o Payback (período de retorno), o Valor Actual Líquido (VAL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Razão Custo Benefício (RBC).

Essas ferramentas são muito importantes para analisar a viabilidade de um investimento; elas trazem informações relevantes para a tomada de decisão, diminuindo o risco e trazendo maior

segurança na análise do projecto. Todo administrador, antes de efectuar algum investimento dentro da sua empresa, necessita efectuar a sua viabilidade através dessas ferramentas (Ogata *et al.*, 2014).

- **Payback (período de retorno)**

O *payback* é basicamente o tempo necessário para se recuperar o valor investido (Araújo *et al.*, 2017). Os sucessos de qualquer projecto são julgados em função da recuperação de seus investimentos originais em tempo menor do que algum prazo máximo de *payback* aceitável (Puccini, 2007).

É um método bastante importante para o planeamento da execução financeira, uma vez que representa elemento importante para a tomada de decisão em relação à estratégia financeira da empresa/agroindústria. De acordo com Goes e Chinelato (2018), o PB pode ser calculado com base no fluxo de caixa simples (*payback* simples) ou no fluxo de caixa descontado (*payback* descontado-PBD), que inclui uma taxa de juros. Assim, em ambos, se o *Payback* for menor que o tempo de vida do projecto, este é viável.

- **Payback descontado**

Motta e Calôba (2002), o *payback* descontado analisa o *payback* através dos fluxos de caixas descontados, sendo assim, o tempo necessário para pagamento do investimento dependerá da taxa de desconto do investimento. Sendo assim, quanto maior for a taxa esperada pelo investimento, maior será a diferença entre o *payback* e o *payoff* descontado.

O *payback* descontado traz informações mais realistas quanto ao tempo necessário para o pagamento dos investimentos feitos na organização, considerando a taxa atractiva mínima no investimento, trazendo os VALs para os valores descontados, desconsiderando o valor pretendido pelo investimento. Dessa forma, o *payback* descontado é mais eficaz para saber o real tempo - necessário para o pagamento dos investimentos (Motta *et al.*, 2002). Abaixo estão apresentadas as vantagens e desvantagens do *Payback* simples e do *Payback* descontado.

Segundo Groppelli e Nikbakht (2010), o período de *Payback* é calculado por:

$$\text{Payback} = \frac{\text{Valor do investimento}}{\text{Média anual dos retornos líquidos}} \quad (2)$$

**Vantagens** (Lima, 2019):

- ✓ Simplicidade: O período de payback é fácil de entender e calcular. Ele fornece uma medida directa do tempo necessário para recuperar o investimento inicial.
- ✓ Foco na liquidez: Enfatiza a recuperação do investimento inicial, o que pode ser especialmente importante para projectos com restrições de liquidez.
- ✓ Baixo risco de erro de cálculo: Dado seu método simples de cálculo, há um risco reduzido de erros de cálculo em comparação com métodos mais complexos

**Desvantagens** (Lima, 2019):

- ✓ Não considera o custo de capital: Não leva em consideração o custo de capital, o que pode resultar na seleção de projectos menos lucrativos se baseando apenas no período de payback mais curto.
- ✓ Não considera riscos e incertezas: Não leva em consideração os riscos e incertezas associados ao projecto.

- **Valor Actual Líquido (VAL)**

O Valor Actual Líquido (VAL) entende-se por valor actual de um determinado montante a obter no futuro. Como qualquer investimento apenas gera fluxo de caixa no futuro, é necessário actualizar o valor de cada um desses fluxos de caixa e compará-los com o valor do investimento. No caso do valor do investimento ser inferior ao valor actual dos fluxos de caixa, o VAL é positivo, o que significa que o projecto apresenta uma rentabilidade positiva, ao contrário disso, o projecto será inviável. Para actualizar os fluxos de caixa futuros é utilizada a taxa de desconto (Barros, 2007).

Essa taxa de desconto é basicamente uma taxa de juros sem risco (geralmente são usadas as taxas de juros dos títulos do governo) acrescida de um prémio de risco específico para o tipo de projecto em questão (Barros, 2007).

Segundo Abecassis e Cabral (2000), perante este critério, aceitam-se os projectos com um VAL positivo. No caso de alternativa entre vários projectos de investimento, será de preferir o que tiver maior VAL e devem rejeitar-se os que possuam um VAL negativo.

O VAL é determinado através do valor actual de todos os fluxos de caixa do projecto, a sua expressão matemática é (Samanez, 2009):

$$VAL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - FC_0 \quad (3)$$

**Onde:**

$i$  – taxa de desconto;

$j$  – período de tempo;

$FC_0$  – Fluxo de caixa verificado no momento zero.

$FC_j$  – Valor de entrada ou saída de caixa previsto para cada intervalo de tempo.

Segundo Motta & Calôba (2002) os projectos com um VAL igual a zero são indiferentes, uma vez que apenas recuperam o capital investido, que representa o mínimo a partir do qual o investidor está disposto a investir sem gerar quaisquer excedentes, o VAL superior a zero significa que os fluxos de caixa criados cobrem o investimento inicial, os custos de exploração, a rentabilidade exigida e ainda contribuem para criar autofinanciamento para a empresa. Abaixo estão indicadas vantagens e desvantagens deste indicador.

**Vantagens** (Lorenzet,2013):

- ✓ Consideração do valor temporal do dinheiro: O VAL leva em conta o valor temporal do dinheiro, descontando os fluxos de caixa futuros para seu valor actual, refletindo a preferência pelo consumo no presente.
- ✓ Facilita a tomada de decisão: O VAL fornece uma medida directa de lucratividade do projecto, representando o valor actual líquido dos fluxos de caixa futuros esperados, facilitando a comparação entre diferentes projectos ou alternativas de investimento.
- ✓ Avaliação de sensibilidade: O VAL permite uma análise de sensibilidade, avaliando como mudanças nos parâmetros financeiros afectam a rentabilidade do projecto.

### **Desvantagens (Mithá, 2008):**

- ✓ Dependência de estimativas: A precisão do VAL depende das estimativas dos fluxos de caixa futuros, que podem ser incertas e sujeitas a erros de previsão.
- ✓ Sensibilidade à taxa de desconto: O VAL é sensível à escolha da taxa de desconto, e diferentes taxas podem levar a resultados diferentes, tornando a interpretação do VAL mais subjectiva.
- ✓ Ignora aspectos não financeiros: O VAL foca principalmente em aspectos financeiros, como fluxos de caixa e custo de capital, ignorando outros fatores importantes, como impactos ambientais, sociais e políticos.

#### ▪ **Taxa Interna de Retorno (TIR)**

Segundo (Puccini, 2007), a taxa interna de retorno de um fluxo de caixa é a taxa de juros que torna nulo o valor actual líquido. É a taxa que torna o valor dos lucros futuros equivalente aos dos gastos realizados com o projecto. Desta caracteriza-se como uma taxa de remuneração do capital investido, ou seja, é um índice que indica a rentabilidade de um investimento em um determinado período de tempo (Motta; Calôba, 2002).

A TIR é calculada através da seguinte fórmula (Samanez, 2010):

$$TIR = \sum \frac{FC_t}{(1+i)^t} \quad (4)$$

**Onde:** FC<sub>t</sub> – Fluxo de caixa no t (t=1,2, 3,...n)

i -Taxa apropriada do empreendimento;

t - Ano

Segundo os autores Casarotto Filho e Kopittke (2010) e Motta e Calôba (2013), o critério de decisão através do indicador TIR se baseia na comparação dessa taxa com a TMA, tal como é descrito na sequência:

- 1) Se a TIR for maior que a TMA, o projecto é viável;
- 2) Se a TIR for igual a TMA, o projecto é financeiramente indiferente;
- 3) E se a TIR for menor que a TMA, o projecto é inviável.

Através dessa ferramenta torna-se mais fácil descobrir a real taxa de retorno que um investimento trará em determinado período (Rebelatto, 2004). Abaixo estão indicadas vantagens e desvantagens deste indicador.

### **Vantagens** (Samanez, 2009)

- ✓ Facilidade de interpretação: A TIR fornece uma medida intuitiva da rentabilidade do projeto, representando a taxa de retorno que iguala o valor actual dos fluxos de caixa ao investimento inicial.
- ✓ Considera o valor temporal do dinheiro: A TIR leva em consideração o valor temporal do dinheiro, refletindo a preferência por retornos mais rápidos sobre os investimentos.
- ✓ Comparação com a taxa de retorno exigida: Permite comparar a taxa de retorno do projeto (TIR) com a taxa de retorno exigida pelos investidores, ajudando na tomada de decisão sobre a viabilidade do projecto.

### **Desvantagens:**

- ✓ Não mostra o risco que a empresa ou o investidor corre para obter esse retorno (Gomes, 2011);
- ✓ Não considera o custo do investimento. Acaba não sendo uma boa opção caso um projeto tenha saídas de caixa após ter gerado o fluxo (Lorenzet, 2013);

#### ▪ **Análise do custo/benefício**

A análise custo-benefício é uma análise que consiste em comparar todos os benefícios e todos os custos de um determinado projecto, que são expressos em unidades monetárias (Miyabukuro, 2014 citado por Tocota, 2018). De seguida, agrega os resultados em benefícios líquidos, para tomada de decisão sobre se o projecto é desejável e vale a pena ser executado (CE, 2006). Abaixo estão indicadas as vantagens e desvantagens.

Segundo Rosário (2014), para analisar a viabilidade de um projecto aplicando a ACB% recorreremos aos seguintes parâmetros de decisão:

ACB% = 1: é indiferente o projecto

ACB% > 1: é viável o projecto

ACB% < 1: não é viável o projecto.

**Vantagem** (CE,2006):

- ✓ Incorpora na sua avaliação vários impactos: financeiros, económicos, sociais, ambientais, etc.

**Desvantagem** (Portal gestão, 2018)

- ✓ Quando correctamente efectuada precisa considerar não só os custos e benefícios tangíveis, porém também os intangíveis, tais como os custos sociais e ambientais

A fórmula de ACB% apresenta-se:

$$ACB\% = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{Bt}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{Ct}{t}} \quad (5)$$

**Onde:**

B = Benefícios totais a determinada taxa de desconto; t

C = Custos totais a determinada taxa de desconto; t

i = Taxa de desconto;

t = Tempo.

## 2.9. Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade, como o nome sugere, significa avaliar quão sensível é o valor actual líquido (VAL) às alterações de valores estimados das variáveis. É um enfoque prático para tratar o problema das incertezas. A análise de sensibilidade seleciona algumas condições-chave e altera-as para determinar a sensibilidade do projecto. Os resultados desta análise ajudam a perceber quais as variáveis prioritárias para melhor quantificação, para reduzir as incertezas nos resultados (Fernandes *et al.*, 2022).

Essa análise pode ser realizada com base em diferentes formas de alterações e em uma ou duas quantidades variáveis, resultando em uma mudança no Valor Actual Líquido (VAL) ou na Taxa Interna de Retorno (TIR), dependendo do objectivo da análise (Rosário, 2014). O objectivo é determinar o impacto que tal variação tem sobre a rentabilidade do investimento, medida pela TIR e o VAL (Oliveira, 2012).

## 2.10. Estudos similares

Silva (2022), conduziu um estudo sobre a viabilidade econômica de um sistema aquapônico na produção de peixes consorciada com alface em uma propriedade rural no município de Tangará da Serra-MT, Brasil. Este estudo teve como objetivo identificar os elementos necessários para a implantação do projeto; estimar os custos e as receitas e desenvolver fluxos de caixa. A pesquisa foi do tipo descritiva com abordagem quantitativa e as ferramentas de análise foram Valor actual líquido (VAL), Taxa interna de retorno (TIR), Retorno do investimento (*Payback*) e ABC Análise Custo/Benefício. Os resultados indicaram que o VAL foi de R\$ 69.862,61, TIR foi de R\$ 146,61% acima da Taxa mínima de atractividade (TMA) (8,86%). O projecto apresentou viabilidade econômica, mesmo em cenários pessimistas, e o tempo médio de recuperação do investimento foi de pouco mais de 1 ano.

Cruz (2019), conduziu um estudo sobre a viabilidade de um sistema de aquaponia adequado para o contexto urbano considerando materiais recicláveis e de baixo custo, no Brasil. Os resultados confirmaram que a aquaponia é um sistema ecologicamente correcto, muito benéfico para o meio ambiente e para a sociedade. Conclui-se que era de fundamental importância integrar os dois tipos de atividades, visto que resultará em maior diversidade de produtos ou aproveitamento de recursos não explorados, tornando-se possível produzir duas culturas utilizando a mesma água, diminuindo o impacto ambiental, diminuindo os custos por meio de materiais alternativos e recicláveis.

Nos estudos similares em África, destaca-se o estudo de Babatunde *et al.* (2020), que conduziu um estudo sobre a viabilidade econômica de um sistema aquapônico de pequena escala e baixo custo, na África do Sul. Este estudo avaliou a viabilidade econômica utilizando dados de produção e econômicos. Tendências de preço, custo, receita, retorno sobre o investimento (ROI), valor actual líquido (VAL) utilizando um período de 10 anos, taxa de retorno (TIR) e análise de rentabilidade foram modeladas para determinar o desempenho financeiro do sistema aquapônico. Os resultados revelaram um VAL de R\$ 81.466, TIR de 13% e índice de lucratividade de 0,35. O estudo indicou que esta operação aquapônica de pequena escala não é economicamente viável.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Descrição da área do estudo

O distrito da Gorongosa está situado no nordeste da província de Sofala, na região central de Moçambique e possui uma superfície de  $6.722 \text{ km}^2$ . Sua capital, a vila da Gorongosa, está situada às margens do rio Pungué, a cerca de 183 quilómetros a oeste da cidade portuária de Beira, que é a segunda maior cidade de Moçambique. Sendo limitado a Norte o distrito de Maringue, a Sul o distrito de Nhamatanda, a Este os distritos de Cheringoma e Muanza ao longo do rio Urema, e a Oeste os distritos de Macossa e Gondola (província de Manica). (MAE, 2005).

Para o caso do Parque Nacional da Gorongosa, os limites da zona tampão são: Limite Norte: compreende as áreas de vigilância das extintas coutadas 1 e 3 e uma faixa de cerca de 5 km ao longo do rio Nhandinde, ao Norte do Parque Nacional até a vila de Inhaminga, Limite Sul: é a faixa de mais ou menos 5 km de largura ao longo da margem Sul do rio Púngue, entre a EN 213 Dondo-Inhaminga e a EN1 Inchope-Vila da Gorongosa, Limite Este: é a área entre o limite Leste do Parque e a EN 213 Dondo-Inhaminga, desde o rio Mazamba à Samacueza, Limite Oeste: esta área é delimitada pelos rios Vunduzi e Púngue ao Norte e Sul respectivamente e pela EN 323 e o limite Oeste do Parque.

A população é estimada em cerca de 176.845 habitantes e apresenta densidade populacional de  $20,1 \text{ habitantes/km}^2$  (INE, 2017).

### 3.1.1. Localização do distrito da Gorongosa

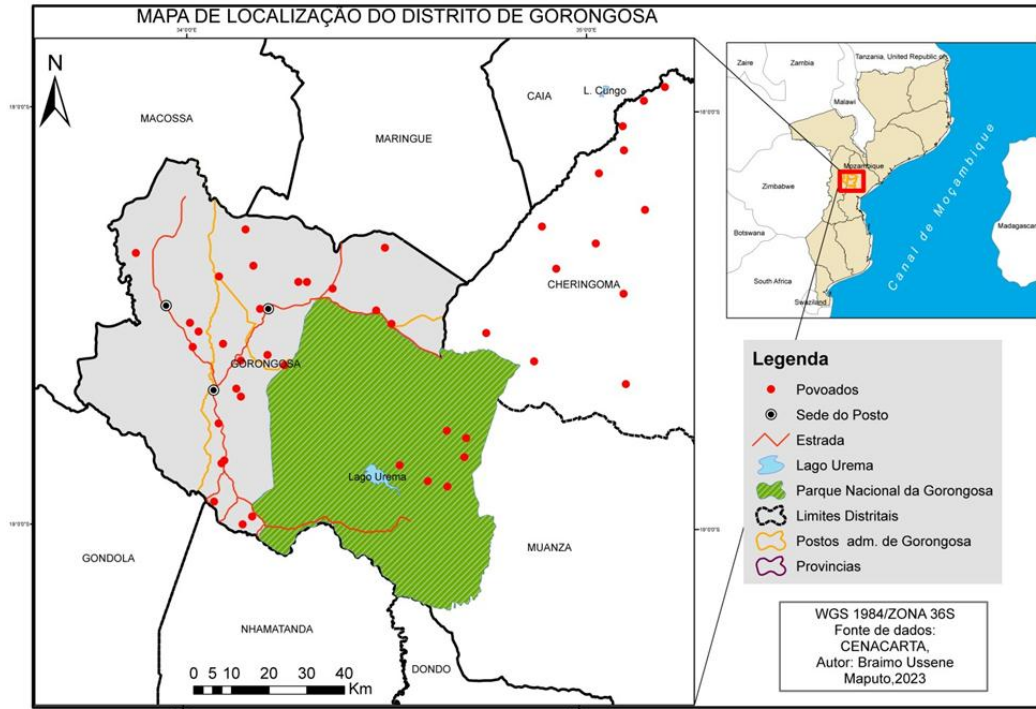


Figura 7. Localização do distrito de Gorongosa

### 3.1.2. Condições Edafo-climaticas

#### ▪ Clima e hidrografia

De acordo com MAE (2005), o distrito de Gorongosa tem um clima do tipo tropical chuvoso de savana (Aw) e outras regiões de altitude, em particular associado aos sistemas montanhosos (Serra de Gorongosa), de tipo temperado húmido (Cw), (Classificação de Köppen), com temperatura média anual do ar de 22,9 °C com uma amplitude anual média de aproximadamente 8 °C. A precipitação média anual é de 1241 mm aproximadamente. As chuvas repartem-se desigualmente ao longo do ano a março do ano seguinte, correspondendo ao período chuvoso. O mês de abril considera-se um mês de transição do período chuvoso para o período seco, que ocorre de maio a outubro inclusive. O mês de novembro pode considerar-se de transição do período seco para o período chuvoso. Os meses de janeiro e fevereiro são os mais chuvosos (com cerca de 40% da precipitação total).

### ▪ **Relevo e solos**

Uma das características paisagísticas do distrito é a ocorrência da Serra da Gorongosa, um maciço de contorno elíptico quase perfeito, onde têm origem numerosos rios e riachos, que drenam a peneplanície circundante nomeadamente os rios Vanduzi e Chitunga na parte Oeste, Vunduzi e Nhandu (gue) a Sudeste e Nordeste, cujos cursos sensivelmente paralelos drenam na direcção Nw-SE (MAE,2005).

A maior parte da área do distrito é formada por uma extensa peneplanície, zona caracterizada pela grande uniformidade do seu relevo, com declives suaves e cumes aplanados cujas cotas variam entre os 300 m e 600 m, embora as cotas a oeste da Serra sejam superiores às da zona este, resultado num talude de inclinação no sentido W-E ou Nw-SE (MAE,2005).

Sendo assim, e baseando-se na geologia, os solos foram agrupados em solos derivados de rochas ácidas (granito & gnaisse), ricos em quartzo, e solos derivados de rochas básicas (gabro & dolerito) (MAE,2005). Segundo o relevo, os solos foram agrupados em solos dos topos dos interflúvios (solos de derivados de rochas ácidas e solos derivados de rochas básicas), solos das encostas (superior, média e inferior) dos interflúvios (solos coluvionares derivados de rochas ácidas e básicas), solos dos fundos dos vales (solos hidromórficos derivados de rochas ácidas e solos aluvionares não hidromórficos) (MAE,2005).

### **3.1.3. Actividades económicas**

No distrito de Gorongosa, as principais actividades económicas são a agricultura, a pecuária e o turismo, impulsionadas pela Serra da Gorongosa e pelo Parque Nacional da Gorongosa. A agricultura de subsistência é predominante, com destaque para a produção de milho, mandioca, feijão, cana-de-açúcar e hortícolas.

O fomento pecuário tem sido fraco. As doenças e a falta de fundos e de serviços de extensão, os principais obstáculos ao seu desenvolvimento. A caça é um suplemento alimentar das famílias do distrito, sendo as espécies mais caçadas as gazelas, coelhos e aves aquáticas. As espécies de fauna bravia mais importantes que ainda existem no distrito são os rinocentes, elefantes, diversos antílopes de grande porte, leões, leopardos e muitas outras. O turismo, por sua vez, foca-se na observação da vida selvagem e na beleza natural da região. As comunidades locais cultivam uma variedade de culturas e são habitadas por várias comunidades étnicas, cada uma com sua própria

cultura e tradições. Além do Parque Nacional da Gorongosa, a área possui outros recursos naturais significativos, como florestas, rios e lagos (MAE, 2005).

### **3.1. Dados**

O presente estudo utilizou dados secundários, fornecidos pela Miombo Consultores LDA. Esses foram obtidos por meio da análise das despesas operacionais, dos factores de produção e dos materiais necessários para a implementação do projecto. Além disso, para complementar a informação fornecida, foram realizadas pesquisas literárias abrangendo todos os aspectos relacionados à cadeia produtiva das culturas em estudo. Isso inclui dados técnicos sobre operações culturais, variedades, produção, comercialização do produto e preços, possibilitando assim a estimativa das receitas do projecto.

### **3.2. Análise e interpretação de dados**

Para a descrição das actividades realizadas na produção de hortícolas em sistema aquapônico, usou-se o método qualitativo que consistiu na identificação e organização sequencial das actividades que compõem o ciclo produtivo do projecto. As actividades foram categorizadas segundo as etapas principais de instalação, produção, manutenção dos equipamentos e colheita. E o método quantitativo, foi usado para determinar os indicadores de viabilidade financeira.

Os dados foram compilados e processados com base no Microsoft Excel, onde foram usados os custos e receitas anuais geradas durante a vida útil do projecto, organizadas no fluxo de caixa, considerando um horizonte temporal de 5 anos e uma taxa mínima de atractividade de 7,25%. E para reflectir o desgaste e a perda de valor dos activos ao longo do tempo, considerou-se o cálculo de depreciação de equipamentos, usando o método de linha recta. Este é o método de depreciação que consiste em distribuir o custo de um activo de forma uniforme ao longo de sua vida útil, considerando o valor inicial (activo novo), o valor residual e o número de anos de uso previsto e foi estimado o valor de 10%.

#### **3.2.1. Determinação dos indicadores de viabilidade**

Para determinar a viabilidade financeira do projecto, foram calculados os seguintes indicadores: Valor Líquido Actual (VAL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Rácio Benefício-Custo (RBC) e Payback. Esses indicadores foram escolhidos porque oferecem informações de maneira directa,

útil e de fácil interpretação, auxiliando na tomada de decisões assertivas sobre a viabilidade do investimento no projecto.

Para o presente estudo foram utilizados como base para os cálculos, os seguintes pressupostos:

- ✓ Tamanho da estufa:  $600m^2$
- ✓ Taxa mínima de atratividade: 7.25%
- ✓ Culturas, suas respectivas áreas de produção e preço:
  1.  $200 m^2$ ; 48,00 MZN para cultura de Alface;
  2.  $100 m^2$ ; 48,00 MZN para cultura de Rúcula;
  3.  $100 m^2$ ; 30,00 MZN para cultura de Agrião;
  4.  $100 m^2$ ; 69,00 MZN para cultura de Tomate;
  5.  $100 m^2$ ; 70,00 MZN para a cultura de Pepino.
  6. Espécie de peixe: Tilápia ; Sistema NFT, área dos tanques  $-120-140m^2$ ; volume da água  $140-150m^2$ ; biomassa 3,8-4,0 toneladas; densidade  $25-30kg/m^3$ , ciclo: 6 meses, mortalidade estimada: 10%, 250 MZN/kg.

### **3.2.2. Análise de sensibilidade**

Realizou-se esta análise para observar mudanças nos indicadores de viabilidade, no caso de possíveis alterações nas variáveis que são susceptíveis a incertezas. Neste contexto foram analisadas as seguintes variações:

- ✓ Aumento da taxa de atratividade mínima para 12%;
- ✓ Diminuição dos custos totais em 10%.
- ✓ Variação de rendimento agrícola em 10 % (aumento e redução);



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Actividades realizadas para a implementação do projecto

As principais actividades a serem desenvolvidas para a materialização do projecto serão as seguintes: construção de estufa, montagem de sistema de irrigação e integração aos ataques piscícolas, instalação do sistema eléctrico e contratação de mão-de-obra adicional. Após a construção da estrutura e montagem do sistema de irrigação, para a operacionalização do mesmo serão realizadas as seguintes actividades: escolha dos canteiros em relação aos peixes, abastecimento do tanque de peixes e adição de bactérias no tanque de peixes. As etapas relativas ao processo produtivo serão: formação de mudas, transplante das mudas e fertilização através de um sistema de filtro e cultivo das hortícolas findo o seu ciclo de vida. A figura 8 ilustra as actividades do projecto desde a implementação até o processamento.

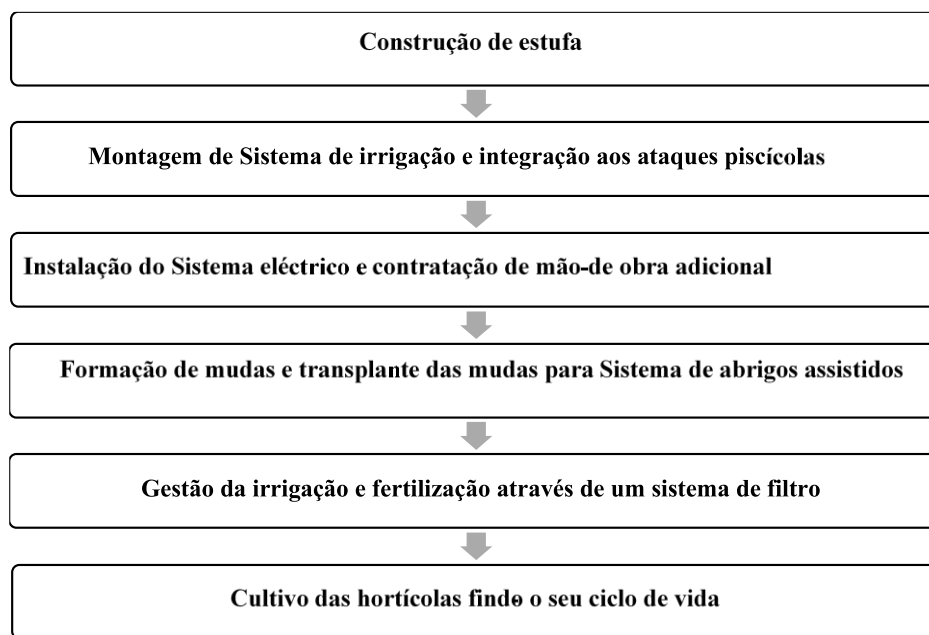


Figura 8. Diagrama das actividades do projecto

#### 4.1.1. Construção da Estufa

A construção da estufa constitui a etapa inicial do projecto e teve como objectivo criar um ambiente controlado para o cultivo de plantas e peixes, assegurando estabilidade térmica, controlo da humidade e redução de perdas por evaporação. Conforme Tyson *et al.* (2011), a estufa é essencial para otimizar o uso de água e nutrientes, permitindo maior eficiência no

crescimento das plantas e na conversão alimentar dos peixes. A estrutura construída integra tanques de piscicultura, canteiros de cultivo e sistemas de filtragem interligados.

#### **4.1.2. Montagem de Sistema de irrigação e integração aos ataques piscícolas**

O sistema de irrigação é montado para garantir a circulação e distribuição da água entre os tanques e os canteiros de cultivo. A integração entre o sistema hidropônico e o tanque de peixes possibilita que os resíduos orgânicos fossem convertidos em nutrientes para as plantas. Segundo Hundley (2013), esta interligação reduz significativamente o consumo de água e elimina a necessidade de fertilizantes químicos, tornando o processo mais sustentável.

#### **4.1.3. Instalação de sistema eléctrico e contratação de mão-de-obra adicional**

A instalação do sistema eléctrico é realizada para permitir o funcionamento das bombas, sensores, filtros e equipamentos de iluminação. Oliveira (2016) destaca que esta etapa, conduzida por profissionais qualificados, garante segurança e eficiência energética. Adicionalmente, é contratada mão-de-obra temporária com competências básicas em manutenção hidráulica e eléctrica, assegurando o bom funcionamento e a durabilidade do sistema.

#### **4.1.4. Formação de Mudas e Transplante para o Sistema de Abrigos Assistidos**

A formação de mudas é uma fase crítica do processo produtivo. As sementes são seleccionadas pela sua qualidade genética e cultivadas em bandejas até atingirem o estágio de 3 a 4 folhas verdadeiras. Posteriormente, as mudas são transplantadas para o sistema aquapônico. De acordo com Araújo (2015), mudas bem desenvolvidas garantem melhor adaptação e maior produtividade das hortícolas no sistema, o que se confirmou neste projecto.

#### **4.1.5. Gestão da Irrigação e Fertilização através de um Sistema de Filtro**

A gestão da irrigação e da fertilização é realizada de forma integrada, através da recirculação contínua da água entre os tanques e as plantas. O processo é mediado por bactérias nitrificantes que convertem compostos tóxicos (amónia e nitrito) em nitrato, utilizado pelas plantas. Conforme Rakocy (2006) e Embrapa (2013), este mecanismo garante o equilíbrio químico do sistema, melhora a qualidade da água e elimina o uso de fertilizantes sintéticos.

#### **4.1.6. Cultivo das hortícolas findo o seu ciclo de vida**

Durante o cultivo, as hortícolas utilizam os nutrientes provenientes dos resíduos dos peixes, enquanto as raízes das plantas filtram e purificam a água antes do seu retorno ao tanque, fechando o ciclo produtivo. Segundo Carneiro *et al.* (2015), este sistema fechado possibilita produção contínua e sustentável de alimentos, reduzindo o desperdício de recursos naturais. O ciclo é concluído com a colheita das hortícolas e a manutenção dos tanques de piscicultura, assegurando a continuidade do sistema.

### **4.2. Custos e receitas do projecto**

Esta secção apresenta uma estimativa detalhada dos valores envolvidos na implementação e operação do sistema, bem como as potenciais receitas obtidas através da comercialização dos produtos resultantes da produção.

- **Custos de Investimento**

Os custos de investimento correspondem às despesas iniciais necessárias para a implementação do sistema de aquaponia, englobando todos os activos fixos indispensáveis à sua instalação e funcionamento. Estes custos incluem a construção das infraestruturas, a aquisição de materiais para o sistema de irrigação e de equipamentos eléctricos e administrativos. A Tabela 1 apresenta a lista detalhada dos custos de investimento, de acordo com as diferentes categorias de activos utilizados no sistema.

**Tabela 1.** Lista dos custos de investimento

<i>Activos</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Custo Unitário (MZN)</i>	<i>Valor (MZN)</i>
<b><i>Terrenos e Construções</i></b>			
<i>Construção da Estufa</i>	2,00	1 444 269,50	2 888 539,00
<b><i>Subtotal</i></b>			<b>2 888 539,00</b>
<b><i>Material para Sistema de Irrigação</i></b>			
<i>Tanque de água 10000L</i>	8,00	74 582,00	596 656,00
<i>União PVC Duplo</i>	8,00	199,00	1 592,00
<i>Tubo PVC 50mm</i>	100,00	794,00	79 400,00
<i>Lona Plástica</i>	3,00	2 759,00	8 277,00
<i>Adaptador PVC Macho 50*11/2</i>	20,00	57,00	1 140,00
<i>Válvula de Cunha</i>	20,00	2 007,00	40 140,00
<i>União de Redução</i>	20,00	102,00	2 040,00
<i>Adaptador p/Tanque</i>	16,00	225,00	3 600,00
<i>Curva PVC simples</i>	20,00	257,00	5 140,00
<i>Bomba de Piscina</i>	2,00	26 902,00	53 804,00
<i>Limpador de Piscina</i>	1,00	6 397,00	6 397,00
<i>Massa Lubrificante</i>	2,00	1 798,00	3 596,00
<i>Outros</i>			7 248,00
<b><i>Subtotal</i></b>			<b>809 030,00</b>
<b><i>Sistema Eléctrico</i></b>			
<i>Baterias para o sistema eléctrico</i>	8,00	29 450,00	235 600,00
<b><i>Subtotal</i></b>			<b>235 600,00</b>
<b><i>Equipamento Administrativo</i></b>			
<i>Projector</i>	1,00	30 070,00	30 070,00
<i>Computador</i>	4,00	59 500,00	238 000,00
<b><i>Subtotal</i></b>			<b>268 070,00</b>
<b><i>Total</i></b>			<b>4 201 239,00</b>

- Investimento operacional

O investimento operacional refere-se às despesas recorrentes associadas ao funcionamento contínuo do sistema de aquaponia. Inclui os custos com insumos agrícolas, salários e remunerações da equipa técnica, bem como serviços de manutenção e apoio externo. A Tabela 2 apresenta a estimativa detalhada dos custos operacionais, discriminando os principais componentes do fundo de maneo e os encargos necessários para o funcionamento eficiente do projecto.

**Tabela 2.** Custos operacionais

<i>Fundo de Maneio</i>	<i>Período (Meses)</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Custo (MZN)</i>	<i>Valor (MZN/ano)</i>
<i>Insumos Agrícolas</i>	3			150 000,00
<b><i>Salários e Remunerações</i></b>				
<i>Gestor do Projecto</i>	6	1	15 500,00	93 000,00
<i>Técnico Hidráulico</i>	6	1	13 750,00	82 500,00
<i>Supervisor</i>	6	1	13 750,00	82 500,00
<i>Agricultores</i>	6	6	4 390,00	158 040,00
<i>Seguranças</i>	6	2	4 390,00	52 680,00
<i>Estagiários</i>	3	5	3 500,00	52 500,00
<i>Trabalhadores Sazonais</i>	3			150 000,00
<i>Serviços de Terceiros (Consultor, Manutenção e Limpeza)</i>			250 000,00	250 000,00
<b><i>Total</i></b>				<b>1 071 220,00</b>

- **Depreciação**

A depreciação representa a perda de valor dos bens de capital ao longo do tempo, em função do uso, desgaste físico, obsolescência tecnológica ou factores naturais. Para este estudo, foi adoptado o método da depreciação linear anual, que assume que o valor do bem diminui de forma uniforme ao longo da sua vida útil. A Tabela 3 apresenta o custo inicial, a vida útil estimada, o valor residual e o valor anual de depreciação dos principais equipamentos utilizados no sistema de aquaponia.

**Tabela 3.** Depreciação linear anual

<i>Material</i>	<i>Custo (MZN)</i>	<i>Vida útil (Anos)</i>	<i>Valor residual (MZN)</i>	<i>Depreciação anual (MZN)</i>
<i>Estufa</i>	2 888 539,00	10	288 853,90	259 968,51
<i>Sistema de Irrigação</i>	809 030,00	10	80 903,00	72 812,70
<i>Painéis Solares</i>	300 000,00	10	30 000,00	27 000,00
<i>Baterias - Sistema Eléctrico</i>	235 600,00	10	23 560,00	21 204,00
<i>Computadores</i>	238 000,00	5	47 600,00	38 080,00
<i>Projector</i>	30 070,00	5	6 014,00	4 811,20
<i>Depreciação total anual (MZN/Ano)</i>				423 876,41

**Fonte:** Elaborado pela autora

Os resultados evidenciam que os equipamentos com maior custo inicial, como a estufa e o sistema de irrigação, são os principais responsáveis pela depreciação total. Assim, a gestão adequada da manutenção e substituição desses activos é fundamental para assegurar a sustentabilidade e eficiência económica do sistema de aquaponia ao longo do seu ciclo de vida útil.

- **Receitas do projecto**

As receitas do projecto representam o retorno financeiro obtido a partir da comercialização das hortícolas produzidas e peixes, nomeadamente Tilápia, que constitui uma fonte adicional de receita do projecto. Os peixes foram comercializados após atingirem o peso médio do mercado, sendo vendidos frescos. A venda de peixes permitiu a valorização do subproduto do sistema, que muitas vezes é negligenciado em sistemas aquapônicos focados apenas na produção vegetal. A estimativa das receitas anuais foi calculada com base na produtividade esperada de cada cultura e nos preços médios de venda e no caso da produção de peixes, a receita anual foi estimada considerando o número de peixes colhidos por ciclo, o peso médio individual, o número de ciclos produtivos por ano e o preço de venda por quilograma. A Tabela 4 apresenta a projecção das receitas anuais para

as principais culturas cultivadas – alface, rúcula, agrião, tomate, pepino e peixe (Tilápia) ao longo de um período de 5 anos.

**Tabela 4.** Receitas anuais das hortícolas e peixe em (MZN)

<b>Ano</b>	<b>Alface</b>	<b>Rúcula</b>	<b>Agrião</b>	<b>Tomate</b>	<b>Pepino</b>	<b>Receita anual</b>
1	384,000.00	1,152,000.00	480,000.00	414,000.00	315,000.00	2,745,000.00
2	460,800.00	1,382,400.00	720,000.00	552,000.00	420,000.00	3,535,200.00
3	483,840.00	1,451,520.00	756,000.00	579,600.00	441,000.00	3,711,960.00
4	508,032.00	1,524,096.00	793,800.00	608,580.00	463,050.00	3,897,558.00
5	518,112.00	1,554,336.00	819,000.00	616,980.00	469,350.00	3,977,778.00
<b>Subtotal hortícolas</b>						<b>17,867,496.00</b>
<b>Tilápia</b>						<b>1,800,000.00</b>
<b>Receita total anual</b>						<b>19,667,496.00</b>

Fonte: Elaborado pela autora

A tabela 4, das receitas anuais, mostra que a componente hortícola é responsável pela maior parte da geração de receita, representando 17,867,496 MZN devido a produção contínua das folhosas e a maior área cultivada. A produção de peixes, embora represente uma fracção menor da receita total, contribuem com cerca de 1,800,000 MZN da receita total, sendo essenciais para o fornecimento de nutrientes ao sistema e diversificação da renda.

#### 4.3. Viabilidade financeira

Para determinar a viabilidade financeira, foi construído um fluxo de caixa a partir das estimativas das receitas de venda, custos de produção das hortícolas e depreciação dos equipamentos para um horizonte temporal de 5 anos, que serviu de base para gerar os indicadores de viabilidade financeira. Para calcular o fluxo de caixa descontado utilizou-se uma TMA de 7,25%.

**Tabela 5.** Fluxo de caixa de produção de hortícolas em sistema de aquaponia

<b>Ano</b>	<b>Custos (MZN)</b>	<b>Receitas (MZN)</b>	<b>Receita líquida (MZN)</b>
0	5 272 459,00	-	(5 272 459,00)

1	1 845 640,56	2 745 000,00	899 359,44
2	1 924 845,33	3 535 200,00	1 610 354,67
3	2 015 567,20	3 711 960,00	1 696 392,80
4	2 084 097,63	3 897 558,00	1 813 460,37
5	2 150 995,07	3 977 778,00	1 826 782,93

**Fonte:** Elaborado pela autora

A tabela 5, do fluxo de caixa, mostra que o custo com o investimento inicial foi de 5,27 milhões de meticais. A partir do primeiro ano o sistema começa a gerar receitas maiores que os custos, mostrando que a actividade pode ser economicamente viável logo no início da produção. O que também pode ser notado observando a receita líquida ao longo do tempo, que cresce de forma contínua ao longo dos anos.

A seguir serão apresentados os resultados na Tabela 6, os cálculos para a verificação da viabilidade financeira do projecto através da análise de indicadores de viabilidade.

**Tabela 6.** Indicadores de viabilidade do projecto

<i>Indicadores</i>	<i>Valores</i>
<i>VAL</i>	999 188,74 MZN
<i>TIR</i>	13,45%
<i>B/C</i>	1,07
<i>PBD</i>	4,22 Anos

**Fonte:** Resultados da análise da autora.

O Valor actual líquido (VAL) foi de 999.188,78 MZN, sendo este valor positivo, indicando que, ao considerar o valor do dinheiro no tempo, o projecto gerará um retorno líquido positivo no futuro, comprovando que o investimento é financeiramente viável. De acordo com Motta e Caloba (2000), o Val superior a zero significa que os fluxos de caixa criados cobrem o investimento inicial, os custos de exploração, a rentabilidade exigida e ainda contribuem para criar autofinanciamento para a empresa. Em comparação com o estudo de Silva (2022), que obteve um VAL de R\$ 69.862,61, resultado também positivo, porém inferior ao analisar o mesmo horizonte de 5 anos, o que é devido provavelmente à diferença no custo de implantação e no tamanho de produção. Já Babatunde *et*

*al.* (2020), na África do Sul, reportaram um VAL de R 81.466, considerado baixo e economicamente inviável, devido ao elevado custo de energia e alimentação dos peixes.

Quanto à Taxa Interna de Retorno (TIR), o presente estudo obteve 13%, valor superior à TMA (7,25%), o que demonstra que o investimento supera o retorno mínimo exigido e, portanto, é atrativo. Em conformidade com Puccini (2007), é a taxa de juro que torna nulo o valor actual líquido, ou seja, uma taxa mínima a que o investimento tem retorno, o que ocorre quando o valor presente é igual a zero. Em contraste, Silva (2022), apresentou uma TIR de 146,61%, muito superior à TMA de 8,86%, refletindo o maior retorno proporcionado por um sistema intensivo com maior produtividade de peixes e hortícolas. E Babatunde *et al.* (2020), obtiveram uma TIR também de 13%, semelhante à do presente estudo, porém considerada insuficiente por não superar significativamente a taxa de desconto local.

No Rácio Benefício/Custo (B/C), o valor obtido foi de 1,07, indicando que, para cada 1 metical investido, há um retorno adicional de 0,07 MZN, o que reforça a viabilidade do projecto. Esse resultado difere do índice de lucratividade de 0,35 apresentado por Babatunde *et al.* (2020), que considerou o projecto economicamente inviável. Já no estudo de Silva (2022), embora o valor exato do rácio não tenha sido mencionado, a autora destacou que o projecto manteve-se viável mesmo em cenários pessimistas, confirmando uma relação benefício/custo positiva. Em contrapartida, Cruz (2019), salientou que o sistema de baixo custo garante benefícios sociais e ambientais superiores aos financeiros, traduzindo um B/C indirecto favorável à sustentabilidade urbana.

Por último, o Período de Payback Descontado (PBD) obtido foi de 4,22 anos, inferior ao tempo de vida útil do projecto (5 anos), demonstrando que o investimento é recuperado antes do término do tempo de vida do projecto. Enquanto Silva (2022) obteve um tempo médio de recuperação de pouco mais de 1 ano, o que se deve, como afirma a autora, à maior escala de produção e maior valor agregado da tilápia no mercado brasileiro. Já no estudo de Babatunde *et al.* (2020), observaram um período de retorno superior a 5 anos, tornando o investimento de pequena escala inviável.

Assim, com base nos resultados na tabela 6, é possível constatar que o projecto de produção de hortícolas (Rúcula, Agrião, Tomate, Pepino e Alface) em sistema de aquaponia apresenta indicadores financeiros que confirmam a sua viabilidade financeira.

#### 4.4. Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade tem como objectivo avaliar o comportamento da viabilidade do projecto caso haja alterações em variáveis críticas, como a taxa de desconto, os custos de produção e as receitas. Este tipo de análise permite compreender o nível de risco e a estabilidade financeira do projecto, mostrando de que forma variações nessas variáveis podem afectar o VAL, TIR, B/C e o PBD. A tabela 7 apresenta os resultados dessa análise.

**Tabela 7.** Análise de sensibilidade

<i>Cenários</i>	<i>VAL</i>	<i>TIR</i>	<i>B/C</i>	<i>PBD</i>
<i>I</i>	999 188,74 MZN	13,45%	1,07	4,22 Anos
<i>II</i>	210 816,81 MZN	13,45%	1,02	4,80 Anos
<i>III</i>	2 338 346,70 MZN	22,60%	1,19	3,41 Anos
<i>IV</i>	2 438 265,57 MZN	21,72%	1,18	3,44 Anos
<i>V</i>	<b>(439 888,10) MZN</b>	<b>4,37%</b>	<b>0,97</b>	<b>5,44 Anos</b>

Cenário I: Real; II: Aumento da taxa de desconto para 12%;III: Redução dos custos totais em 10%; IV: Aumento das receitas em 10%; V: Redução das receitas em 10% (Perdas de 10%).

**Fonte:** Resultados da análise da autora.

No cenário I, correspondente à situação real, o projecto apresenta um VAL positivo de 999 188,74 MZN, TIR de 13,45%, B/C de 1,07 e um PBD de 4,22 anos, confirmando a sua viabilidade financeira nas condições iniciais. Estes resultados servem de base para a comparação com os demais cenários simulados.

No cenário II, em que a taxa de desconto é aumentada para 12%, observa-se que o VAL reduz para 210 816,81 MZN, B/C para 1,02, com o PBD a aumentar para 4,80 anos, mantendo-se a TIR constante em 13,45%. Estes resultados evidenciam que o aumento da taxa de desconto diminui a atractividade económica do projecto, uma vez que reduz o valor actual dos benefícios futuros, embora a viabilidade ainda se mantenha marginalmente positiva.

Os cenários III e IV revelam o impacto de alterações operacionais na estrutura de custos e receitas. No cenário III, a redução dos custos totais em 10% resulta num aumento expressivo da rentabilidade, com o VAL a subir para 2 338 346,70 MZN, TIR de 22,60%, B/C de 1,19 e PBD de

3,41 anos. Já no cenário IV, um aumento das receitas em 10% conduz a um VAL de 2 438 265,57 MZN e TIR de 21,72%, B/C de 1,18, com PBD de 3,44 anos. Ambos os casos demonstram que o projecto é altamente sensível a melhorias de eficiência e incremento de receitas, mostrando um desempenho significativamente positivo.

Por fim, o cenário V, que simula uma redução das receitas em 10% (perdas de rendimento), apresenta um VAL negativo de (439 888,10) MZN, TIR de 4,37%, B/C de 0,97 e um PBD prolongado de 5,44 anos. Este resultado indica que o projecto deixa de ser economicamente viável, revelando elevada vulnerabilidade a quedas na produção ou nos preços de venda.

De acordo com esses dados, a análise de sensibilidade demonstra que o projecto de produção de hortícolas em sistema de aquaponia é viável e rentável nas condições normais de operação, e torna-se ainda mais atractivo com reduções de custos ou aumentos de receitas. No entanto, a redução das receitas afecta fortemente a sua sustentabilidade, evidenciando a necessidade de uma gestão eficiente da produção, controlo rigoroso de custos e estratégias de comercialização que garantam estabilidade dos rendimentos.

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 5.1. Conclusões

A partir dos resultados obtidos no presente estudo sobre viabilidade financeira de produção de hortícolas em sistema de aquaponia na zona tampão do Parque Nacional da Gorongosa, conclui-se que:

- As actividades para implementar o projecto incluem: a construção de estufa, montagem de sistema de irrigação e integração aos ataques piscícolas, instalação do sistema eléctrico e contratação de mão-de-obra adicional. Após a construção da estrutura e montagem do sistema de irrigação, para a operacionalização do mesmo foram realizadas as seguintes actividades: escolha dos canteiros em relação aos peixes, abastecimento do tanque de peixes e adição de bactérias no tanque de peixes. As etapas relativas ao processo produtivo foram: formação de mudas, transplante das mudas e fertilização através de um sistema de filtro e cultivo das hortícolas findo o seu ciclo de vida
- Para a implementação do projecto, o custo total de implementação foi de 5 272 459,00 MZN. Foram determinados os custos e receitas. Nos anos seguintes, os custos operacionais variaram pouco, passando de 1 845 640,56 MZN no primeiro ano para 2 150 995,07 MZN no quinto ano, refletindo os custos com a depreciação dos materiais e outras despesas variáveis. As receitas iniciaram no primeiro ano de produção, no valor de 2 745 000,00 MZN, e cresceram gradualmente até 3 977 778,00 MZN no último ano do projecto.
- De seguida, determinou-se a viabilidade financeira e os resultados mostraram que o projeto é economicamente viável, uma vez que todos os indicadores apresentaram valores satisfatórios: o Valor Atual Líquido (VAL) foi positivo (999.188,78 MZN), demonstrando que o investimento gera um retorno líquido ao longo do período de análise; a Taxa Interna de Retorno (TIR) foi de 13%, superior à TMA (7,25%), o que confirma a rentabilidade do investimento; o Rácio Benefício/Custo (B/C) foi de 1,07, indicando que para cada 1 metical investido há um ganho adicional de 0,07 MZN; e o Período de Payback Descontado (PBD) foi de 4,22 anos, inferior ao tempo de vida útil do projeto de 5 anos, o que significa que o capital investido será recuperado antes do final do ciclo do projecto.
- Por fim, a análise de sensibilidade mostrou que o projecto é pouco sensível à variação da taxa de desconto, mantendo-se viável mesmo quando a TMA aumenta para 12%. No entanto, verificou-se que um aumento de 10% nos custos operacionais poderia tornar o

projecto inviável, o que reforça a necessidade de um controlo rigoroso sobre as despesas e uma gestão financeira eficiente.

Em suma, com base nos indicadores de viabilidade financeira, conclui-se que a produção de hortícolas em sistema de aquaponia é financeiramente viável e sustentável.

## 5.2. Recomendações

Com base nos resultados obtidos, recomenda-se:

- A implementação do projecto na prática, uma vez que se mostrou viável;
- Priorizar as culturas de agrião, tomate e pepino, pois apresentam maiores receitas anuais por 100  $m^2$ ;
- Monitorar e reduzir os custos operacionais, adoptando fontes de energias renováveis e sistemas de circulação eficientes;
- Fazer bom planeamento e gestão financeira para manter a margem de segurança caso haja variações dos preços e custos, previstas na análise de sensibilidade;

Para a produção de peixes, recomenda-se:

- Utilizar espécies nativas ou adaptadas ao clima local;
- Monitorar regularmente o crescimento para ajustar a alimentação e os ciclos de colheita;
- Vender peixes frescos, limpos ou resfriados para aumentar o valor de venda;
- Explorar mercados locais e regionais, priorizando proximidade para reduzir custos de transporte;
- Treinar os produtores locais em manejo, saúde e colheita dos peixes.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abecassis , F. & Cabral , N. (2000). **Análise Econômica e Financeira de Projectos** (4ª Edição). Serviço de Educação Fundação Calouste Gulbenkia, Lisboa.
- Andriolo, J. L. (2013). **Olericultura geral: princípios e técnicas**. 2. ed. Santa Maria, UFCM.
- Araújo, L.; Espindula, M.; Curitiba, M.; Silva, F. & Neto, C. (2017). **Viabilidade financeira do cultivo de café canephora na microrregião de Cacoal em Rondônia**. 55º congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia. UFSM.
- AQP BRASIL. (2017). **Aquaponia, aquacultura e meio ambiente**. Disponível em: [aqpbrasil.com](http://aqpbrasil.com). Acesso em: 26 de agosto de 2020.
- Babatunde, A; Robertson, A. D; Gan, M; Simon, T. (2020). **Economic viability of a small-scale low-cost aquaponics system in South Africa**. University of KwaZulu-Natal, Durban, South Africa.
- Barros, H. (2002). **Análise de projectos de investimento e financeiro de projectos**. São Paulo.
- Bailey, D. S.; Ferrarezi, R. S. (2017). **Valuation of vegetable crops produced in the UVI Commercial Aquaponic System**. Aquaculture Reports, v. 7, p. 77-82.
- Braz Filho, M. D. S. P. (2000). **Qualidade na Produção de Peixes em Sistema de Recirculação de Água**. Centro Universitário Nove de Julho. São Paulo, p. 41.
- Carneiro, P.C.; Morais, C.A.; Nunes, M.U.; Maria, A.N. & Fujimoto, R.Y. (2015). **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia**. EMBRAPA Tabuleiros costeiros.
- Calone, R.; Orsini, F. (2022). **Aquaponics: a promising tool for environmentally friendly farming**. Front. Young minds. 10: 707801. DOI: 10.3389/frym 2022.707801.
- Camargo, J. O. A., Brandão, F. J. U. T., Santos, H. S., Freitas, P. S. L. (2018). **Hortaliças fruto: aspectos gerais e uma estimativa da produção científica**.
- Casarotto, F.N.; Kopittke, B.H. (2010). **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica ,tomada de decisão, estratégia empresarial**. 11 ed. São Paulo; Atlas.
- CE. 2006. **Orientações sobre a metodologia para a realização de análises custo-benefício**. 25 p.

Cecconello, A. R.; Ajzental, A. (2008). **A construção do Plano de Negócios**. São Paulo: Saraiva.

Coadã, M. T. (2016). **Water quality in aquaponic integrated systems: An overview of literature**. In: **Proceedings of the 27th international business information management association conference-innovation management and education excellence vision 2020: from regional development sustainability to global Economic Growth**, IBIMA 2016. p. 3706-3724.

Conejero, M. A.; Serra, L.; Neves, M. F.(2007). **Produtos Orgânicos: o que é, dimensões e como se habilitar**. In: **NEVES, Marcos Fava (Coord.). Agronegócios e Desenvolvimento Sustentável: uma agenda para a liderança mundial na produção de alimentos e bioenergia**. São Paulo.

Corrêa, B. R. S. (2018). **Aquaponia rural**. Brasília.

Correia, G. D. M. (2018). **Exploração de Potenciais Factores que Influenciam a Adopção de Tecnologias Agrárias para a Produção de Hortícolas no Distrito de Marracuene**. Tese de Mestrado UEM. Maputo.

Corso, M.N. (2010). **Uso de sistemas com recirculação em aquicultura**. Porto Alegre. 36 p.

Cruz, M. A. A. (2019). **Viabilidade econômica e sustentável de um sistema de aquaponia urbana de baixo custo**. Tese de mestrado, Brasil.

Diver, S. (2006). **Aquaponics-integration of hydroponics with aquaculture** (25 p). ATTRA National Sustainable Agriculture Information Service, National Center for Appropriate Technology.

Dong, M.; Feng, H. (2022). **Microbial community analysis and food safety practice survey-based hazard identification and risk assessment for controlled environment hydroponic/aquaponic farming systems**. *Frontiers in Microbiology*, v. 13, p. 879260.

Ende, M. V. & Reisdorfer, V. K. (2015). **Elaboração e análise de projetos**. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico. Rede e-Tec Brasil. pp. 95, 98.

Estadão. (2020). **Aquaponia: integrar peixes e hortaliças reduz 90% do gasto com água**.

Fernandes D. A.; Gobbo, S.D.A., A.; Suhel, M. I.; Amaral, A. A. (2013). **Uso de água e sustentabilidade da agricultura**. *Revista Verde*, v. 8, n. 5, p. 101 – 107.

Fernandes, M.; Vasconcelos, A.; Segura, L.; Ferreira, E.; Carreira, F. (2022). **Processo de Análise de Viabilidade Financeira sob Condições de Risco: Um Estudo de Caso sobre a Compra de Participação em uma Distribuidora de Componentes do Setor Automotivo. 22º International Conference in Accounting.**

Fiaes, G.M. (2021). **Sistema de aquaponia residencial: construção e monitoramento da qualidade da água e do crescimento vegetal.** Juiz de Fora-MG.

Filgueira, F. A. R. (2005). **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 412 p.

Filgueira, F.A.R. (2008). **Novo manual de oleocultura : Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortícolas.** 2ª Edição.

Furlani, P.R. (1998). **Instrução para o cultivo de hortaliça de folha pela técnica de hidroponia.**

Gaspar, J. A (2010). Manual do extensionista, Ministério da Agricultura, Direcção Nacional de Extensão Agrária.

Genúncio, G. C.; Silva, R. A. C.; SÁ, N, M.; Mary, W.; Zonta, E. (2011). **Produtividade de rúcula hidropônica cultivada em diferentes épocas de solução nutritiva.** Horticultura brasileira, v.29, n.2, p. 605-608.

Goddek, S.; Delaide B.; Mankasing, U.; Tragnarsdottir, K.V.; Jijakl ,H.; Thorarinsdottir, A.(2015). **Challenges of Sustainable and Commercial Aquaponics.**

Goes, T. & Chinelato, G. (2018). **Viabilidade económico-financeira da cultura do café arábica na região da Alta Mogiana.** Revista Pecege.

Gomes, V. S. dos S. 2011. **Avaliação de Projectos de Investimento: Elaboração de um Estudo de Viabilidade Económico-Financeira.** Coimbra. pp. 12, 98.

Goto, R., Tivelli, S.W. (1998). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais.** São Paulo: UNESP.

Groppelle A.A., Nikbakht. E. (2010). **Administração financeira** 3ª ed. São Paulo, Saraiva.

Haber, L.L.; Ecole, C. C; Bowen, W & Resende, F.V. (2015). **Horticultura em Moçambique: características, tecnologias de produção e de pós-colheita.** Brasília

- Herbert, S.; Herbert, M. (2008). **Aquaponics in Australia- The integration of Aquaculture and Hydroponics**. Mudgee, Austrália: [S.n.].
- Hundley, G. M. C.; Navarro, R. D. (2013). **Aquaponia: a integração entre piscicultura e hidroponia**. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, Viçosa, v. 3, p. 5261.
- INE. (2017). **Estatísticas do Distrito de Gorongosa 2019-2023**. Maputo, Moçambique.
- Lima, J. de F. (2015). **Aquaponia , como funciona A. O que é aquaponia?** Embrapa Amapá. [S.l.].
- Lima, J.D. (2019). **Manual de Análise da Viabilidade Econômica de Projectos de Investimentos: abordagem determinística**. Brasil.
- Lorenzet, L. (2013). **Análise da viabilidade de investimento de uma empresa de ramo de distribuição de gás natural comprimido**. Caxias do Sul.
- Love, D. C.; UHL, Michael S.; Genello, Laura. (2014). **Energy and water use of a small-scale raft aquaponics system in Baltimore, Maryland, United States**. *Aquacultural engineering*, v. 68, p. 19-27.
- MAE. (2005). **Perfil do distrito de Gorongosa, Provincia de Sofala**. Maputo, Moçambique
- Maluin, F.N. (2021). **Some emerging opportunities of nanotechnology development for soilless and microgreen farming**. *Agronomy*, v. 11, n. 6, p. 1213.
- Manhique, A. A. (2016). **Análise da cadeia de comercialização do tomate (*Solanum lycopersicum*) no Município de Boane no ano de 2015**. Vilankulos.
- Mayna, M. B. P. de A. (2019). **Análise da viabilidade económico-financeira da produção de tomate em cultivo protegido no Rio Grande do Norte (Dissertação de Mestrado)**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Medeiros, R. M. S. (2021). **Viabilidade econômica de sistemas aquapônicos sustentáveis**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil.
- Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural. (2021). **Informação Semanal de Mercados Agrícolas no País, Região e Mundo**.
- Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural. (2022). **Informação Semanal de Mercados Agrícolas no País, Região e Mundo**.

- MINAG. (2010). **Plano Estratégico para o Desenvolvimento do Sector Agrário: PEDSA 2010-2019**. Maputo: Ministério da Agricultura. 76 p.
- MINAG. (2011). **Plano Estratégico para o Desenvolvimento do Sector Agrário PEDSA (2011-2020)**. República de Moçambique.
- Mithá, O. (2008). **Análise de Projectos de Investimento**. Escolar Editora, Maputo.
- Miyabukuro, S. B. (2014). **Estudo da análise de custo-efetividade no planeamento de políticas público-privadas de longo prazo integrada à análise de custo-benefício**. Porto Alegre. 78 p.
- Monteiro, H. J. J. (2024). **Viabilidade financeira de produção de hortícolas em estufa em Marromeu**. Tese de licenciatura UEM. Maputo.
- Morais, K.P.; Medeiros, S.L.; Bandeira, A.H.; Müller, L.; Borcione, E. (2006). **Produção de agrião do seco em hidroponia em diferentes densidades**. UFSM, Santa Maria- RS.
- Motta, R. Rocha; Calôba, G. Marques. (2002). **Análise de Investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. São Paulo: Atlas.
- Motta, R. Rocha; Calôba, G. Marques. (2013). **Análise de Investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. 1 ed.9. Reimpr. São Paulo: Atlas.
- Ogata, C. R. D., RAKOCY, S. C. K., Camargo, T. M., Lemes, D. P. P., Catapan, A. Martins, P. F. (2014). **Projeto de Investimento Para Automação no Brasil: Uma Análise Com a Utilização da Metodologia Multi-Índices e da Simulação de Monte Carlo**. Espacios (Caracas), v. 35, n. 5, p. 16
- Oliveira, P. da C. S. 2012. **Análise e avaliação de projectos de investimento: um caso de estudo aplicado à indústria hoteleira**. Coimbra. 53 p.
- Oliveira, V. R. P. (2014). **Análise de investimentos: teoria e prática (4.<sup>a</sup> ed.)**. Rio de Janeiro: FGV Editora.
- Oliveira, S. D. (2016). **Sistema de Aquaponia**. Trabalho de Monografia em Zootecnia, Universidade Federal de Goiás Regional Jataí.
- Ohse, S.; Dourado-neto, D.; Manfron, P. A.; Santos, O. S. **Qualidade de cultivares de alface produzida em hidroponia**. Scientia Agricola, v.58, n.1, p.181185, jan./mar.

- Palm, H. W. (2018). **Towards commercial aquaponics: a review of systems, designs, scales and nomenclature.** *Aquaculture international*, v. 26, p. 813-842.
- Penteado, S. R. (2000). **Introdução à Agricultura Orgânica: Normas e técnicas de cultivo.** Campinas: Editora Grafimagem.
- Pinho, S. M. (2021). **South American fish species suitable for aquaponics: a review.** *Aquaculture international*, v. 29, n. 4, p. 1427-1449.
- Puccini, A. L. (2007). **Matemática financeira: Objectiva e aplicada** 7. Ed., São Paulo.
- Rakocy, J.E., Massor, M.P., & Losordo, T.M. (2006). **Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics integrating fish and plant culture.** SRAC Publication, v. 454, p. 1-16.
- Rakocy, J. E. (2007). **Ten Guidelines for Aquaponic Systems.** *Aquaponics Journal*, v.46: 1417.
- Rebelatto, D. (2004). **Projeto de Investimento.** 1. Ed. Barueri, SP: Manole.
- Rosário, L. P. da C. do. (2014). **Análise da viabilidade económica e financeira de projectos de investimento em Cabo Verde.** Mindelo.
- Samanez, C. P. (2009). **Engenharia Econômica.** São Paulo: Pearson Prentice Hall. p 209.
- Samanez, C. P. (2010). **Matemática financeira.** São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Sebrae. (2019). **Como fazer análise de viabilidade económica e financeira de sua empresa.** SEBRAE Bahia, Brasil.
- Silva, H, G.G.; Camargo, A.F.M. (2008). **Impacto das actividades de aquicultura e sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas relato de caso.** *Boletim do Instituto de Pesca*, v.34, n.1, p.163-173,
- Silva, J.V.G. (2022). **Análise de viabilidade econômica de um consórcio produtivo com tilápias do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) e alface (*Lactuca sativa*).**
- Souza, A., & Clemente, A. (2014). **Decisões Financeiras e análise de investimentos: Fundamentos, técnicas e aplicações.** Alceu. (6. ed). São Paulo.

- Steiner, F., Pivetta, L., A. Castoldi, G. Fioreze, S. (2011). **Produção de rúcula e acúmulo de nitrato em função da adubação nitrogenada**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.6, n. 2, p. 230-235.
- Somerville, C.; Cohen, M.; Pantanella, E.; Stankus, A.; Lovatelli, A. (2014). **Small-scale aquaponic food production: integrated fish and plant farming**. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, n. 589, p. I.
- Tocota, P. (2018). **Viabilidade financeira da implantação de floresta para produção de carvão vegetal em Mabalane**. Trabalho de licenciatura. DEF-FAEF-UEM. Maputo.
- Tyson, R; Treadwell, D; Simonne, E (2011). **Oportunidades e desafios para a sustentabilidade em sistemas aquíponicos**. HortTechnology, 21(1), 6–13.
- USAID & MANAGE. (2014). **Demand Analysis Report- Republic of Mozambique**. Programme Management Unit (FTF-ITT), 12. Hyderabad, Hyderabad, India: National Institute of Agricultural Extension Management, pp. 24
- Vaz, A. P.A.; Jorge, M.H.A. (2006). **Serie de Plantas Medicinai, Condimentares e Aromáticas**. Embrapa Transferência de Tecnologia, Corumbá.
- Yep, B.; Zheng, Y. (2019). **Aquaponic trends and challenges—A review**. Journal of Cleaner Production, v. 228, p. 1586-1599.
- Zimbolim, Laércio; Vale, R.; Costa, Hécio. (2000). **Cenoura, Controle de doenças de plantas hortaliças**: Vol. 2. Viçosa, MG, (Ed.).

## 7. ANEXOS

### Anexo 1. Custos de projecto

Item	Quantidade	Preço unitário (MTs)	Preço total (MTs)
Construção da Estufa - 300m2	2,00	1 444 269,50	2 888 539,00
Taque de agua 10000 L	8,00	74 582,00	596 656,00
União PVC duplo	8,00	199,00	1592,00
Tubo PVC 50mm	100,00	794,00	79 400,00
Lona plástica	3,00	2 759,00	8 277,00
Adaptador PVC Macho 50*11/12	20,00	57,00	1 140,00
Válvula de cunha	20,00	2 007,00	40 140,00
União de redução	20,00	102,00	2 040,00
Adaptador p/tanque	16,00	225,00	3 600,00
Curva PVC simples	20,00	257,00	5 140,00
Bomba	2,00	26 902,00	53 804,00
Limpador de piscina	1,00	6 397,00	6 397,00
Massa lubrificante	2,00	1 798,00	3 596,00
Outros			7 248,00
Baterias para o sistema eléctrico	8,00	29 450,00	235 600,00
Projector	1,00	30 070,00	30 070,00
Computador	4,00	59 500,00	238 000,00
<b>Total</b>			<b>4 201 239,00</b>

Anexo 2. Custos operacionais

<i>Fundo de Maneio</i>	<i>Período (Meses)</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Custo (MZN)</i>	<i>Valor (MZN/ano)</i>
<i>Insumos Agrícolas</i>	3			150 000,00
<b><i>Salários e Remunerações</i></b>				
<i>Gestor do Projecto</i>	6	1	15 500,00	93 000,00
<i>Técnico Hidráulico</i>	6	1	13 750,00	82 500,00
<i>Supervisor</i>	6	1	13 750,00	82 500,00
<i>Agricultores</i>	6	6	4 390,00	158 040,00
<i>Seguranças</i>	6	2	4 390,00	52 680,00
<i>Estagiários</i>	3	5	3 500,00	52 500,00
<i>Trabalhadores Sazonais</i>	3			150 000,00
<i>Serviços de Terceiros (Consultor, Manutenção e Limpeza)</i>			250 000,00	250 000,00
<b><i>Total</i></b>				<b>1 071 220,00</b>

Anexo 3. Depreciação dos activos

Material	Custo (MZN)	Tempo de vida útil(Anos)	Valor residual(MZN)	Depreciação anual(MZN)
Estufa	2 888 539,00	10	288 853,90	259 968,51
Sistema de irrigação	809 030,00	10	80 903,00	72 812,70
Painéis solares	300 000,00	10	30 000,00	27 000,00
Baterias-sistema eléctrico	235 600,00	10	23 560,00	21 204,00
Computadores	238 000,00	5	47 600,00	38 080,00

Projector	30 070,00	5	6 014,00	4 811,20
Depreciação anual(MZN/Ano)	total			<b>423 876,41</b>

#### Anexo 4. Fluxo de caixa do projecto

Ano	Custos	Receitas	Receita líquida	VA	VA acumulado	Custo descontado	Receita descontado
0	5 272 459,00		5 272 459,00	5 272 459,00	5 272 459,00	5 272 459,00	-
1	1 845 640,56	2 745 000,00	899 359,44	838 563,58	4 433 895,42	1 720 876,98	2 559 440,56
2	1 924 845,33	3 535 200,00	1 610 354,67	1 399 996,45	3 033 898,97	1 673 405,67	3 073 402,12
3	2 015 567,20	3 711 960,00	1 696 392,80	1 375 100,75	1 658 798,22	1 633 824,41	3 008 925,15
4	2 084 097,63	3 897 558,00	1 813 460,37	1 370 625,68	288 172,54	1 575 175,17	2 945 800,85
5	2 150 995,07	3 977 778,00	1 826 782,93	1 287 361,28	999 188,74	1 515 838,42	2 803 199,69
						13 391 579,65	14 390 768,38