



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
AGRÍCOLA
CURSO DE AGRONOMIA

LETICIA MOREIRA VASCONCELOS

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A PRODUÇÃO DE
RÚCULA ATRÁVES DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA SEMI
AQUAPÔNICO

FORTALEZA

2021

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A PRODUÇÃO DE RÚCULA
ATRÁVES DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA SEMI AQUAPÔNICO

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Alexsandro Oliveira da Silva

Coorientadora: Eng. Agrônoma Bruna Aires da Silva

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

V45a Vasconcelos, Leticia Moreira.
Análise de viabilidade econômica para a produção de rúcula através da implantação de um sistema semi aquapônico / Leticia Moreira Vasconcelos. – 2021.
55 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2021.
Orientação: Prof. Dr. Alexsandro Oliveira da Silva.
Coorientação: Profa. Bruna Aires da Silva.

1. Aquaponia. 2. Rúcula. 3. Economia. I. Título.

CDD 630

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A PRODUÇÃO DE
RÚCULA ATRÁVES DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA SEMI
AQUAPÔNICO

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia do Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção
do título de Engenheira Agrônoma.

Aprovada em: 20/12/2021.

BANCA EXAMINADORA

Alexsandro Oliveira da Silva

Prof. Dr. (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Bruna Aires da Silva

Eng. Agrônoma (Co- orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Bruno Cordeiro de Almeida

Eng. Agrônomo
Muda Meu Mundo LTDA

Raimundo Nonato Távora Costa

Prof. Dr. Eng. Agrônomo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Primeiramente a Deus, pela sua imensa misericórdia, para comigo. A Nossa Senhora por toda intercessão durante essa caminhada. A toda a minha família, amigos e namorado que sempre estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Aos funcionários da Estação Agrometeorológica da UFC, onde se localizou o presente experimento e o local de trabalho da bolsa científica, ao grupo de pesquisa GPEAS, em especial a mestranda Bruna Aires por todo apoio prestado durante a realização desse trabalho, como também ao apoio da equipe de trabalho, representada por Willame Oliveira, Glauco Almeida, Talyson Weber, Bruno Gabriel, Ícaro Melo, Josias Wéricles e Weverton Viera.

Ao Departamento de Engenharia Agrícola – UFC e ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos, bem como ao orientador do projeto, Prof. Dr. Alexandre Oliveira.

É um agradecimento super importante, a todo o amor e esforço de minha mãe que me apoiou de todas as formas possíveis, me guiando e incentivando para que eu pudesse chegar até aqui, como também a toda intercessão e amor de meu falecido pai. Ao amor e orações de minha avó e irmã e a todo o apoio e amor do meu namorado durante esse período.

Aos amigos que sempre estiverem comigo durante essa longa caminhada, como também a todos os professores e orientadores das bolsas de iniciação científica, na qual fui bolsista durante o período de graduação.

E por fim, a empresa Muda Meu Mundo LTDA e a toda a minha equipe de trabalho que foram super compreensíveis e atenciosos nesse momento final de curso.

“O amor me explicou tudo.” (São João Paulo II)

RESUMO

A aquaponia é uma importante atividade do agronegócio que integra a aquicultura com a hidroponia, além de ser uma atividade altamente lucrativa e rentável para produtores rurais. É considerada sustentável por mitigar os impactos ambientais com reuso da água advinda da piscicultura, fazendo o uso eficiente da água e da ciclagem de nutrientes. A pesquisa foi realizada na Estação Agrometeorológica, do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará (UFC), em que se objetivou desenvolver uma análise de viabilidade econômica sobre a produção de rúcula com a implantação de um sistema semiaquapônico, a partir de tratamentos que combinavam como fonte de nutrição vegetal a água dos peixes (AP) e suplementação com solução nutritiva (SN), sendo o tratamento 1= (100% ASA / 0% SN) ; tratamento 2= 75% ASA / 25% SN); tratamento 3= (50% ASA / 50% SN) e tratamento 4 = 25% ASA / 75% SN). O delineamento de pesquisa foi baseado nos principais indicadores de análise econômica, como o Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Índice Benefício/Custo e Payback. A principal variável analisada foi a viabilidade de investimento por tratamento. Os resultados indicam que a partir dos indicadores utilizados e condições propostas, os tratamentos 1 e 2 são viáveis de investimentos e possíveis de retornar lucro, em contrapartida os tratamentos 3 e 4 se demonstraram inviáveis de investimento econômico, de acordo com o cenário estipulado nessa presente análise.

Palavras-chave: efluente, hortaliça, suplementação.

ABSTRACT

Aquaponics is an important agribusiness activity that integrates aquaculture with hydroponics, in addition to being a highly profitable and profitable activity for rural producers, it is still considered sustainable for mitigating environmental impacts with the reuse of water from fish farming, making the reuse efficient water and nutrient cycling. The research was carried out at the Agrometeorological Station, of the Agricultural Engineering Department of the Federal University of Ceará (UFC), in which the objective was to develop an economic feasibility analysis on the production of rocket with the implementation of an aquaponic system, from treatments that combined fish water (AP) and supplementation with nutrient solution (SN) as a source of plant nutrition, with treatment 1= (100% ASA / 0% SN) ; treatment 2= 75% ASA / 25% SN); treatment 3= (50% ASA / 50% SN) and treatment 4 = 25% ASA / 75% SN). The research design was based on the main economic analysis indicators, such as Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Benefit/Cost Ratio and Payback. The main variable analyzed was the feasibility of investment per treatment. The results indicate that, based on the indicators used and proposed conditions, treatments 1 and 2 are viable investments and possible to return profit, in contrast, treatments 3 and 4 proved to be unfeasible for economic investment, according to the scenario stipulated in this present analysis.

Keywords: effluent, vegetable, supplementation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema mostrando o funcionamento de um tipo de sistema aquapônico e a interação entre os organismos envolvidos.	17
Figura 2 - Vantagens da aquaponia	19
Figura 3 - Resultado do questionário sobre a situação da pesquisa em aquaponia no Brasil....	21
Figura 4 - Interação entre os componentes biológicos de um sistema aquapônico	23
Figura 5 - Croqui com a distribuição e estrutura experimental da estufa hidropônica.....	31
Figura 6 - Estrutura experimental do tanque dos peixes.....	31
Figura 7 - Discriminação dos custos do sistema aquapônico	34
Figura 8 - Recomendação de fertilizantes para o preparo de 1000L de solução nutritiva utilizados como fonte de macro e micronutrientes para hidroponia de hortaliças folhosas	37
Figura 9 - Comparação econômica entre o VPL dos tratamentos	43
Figura 10 - Comparação das estruturas vegetais obtidas em cada tratamento	46
Figura 11 - Comparação econômica entre a TIR dos tratamentos.....	47
Figura 12 - Comparação econômica entre o IBC dos tratamentos	49
Figura 13 - Payback dos tratamentos viáveis economicamente	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Detalhamento do financiamento obtido pelo Pronaf Semiárido.....	33
Tabela 3 – Demonstração do fluxo de caixa para o tratamento 1	35
Tabela 4 - Custos das despesas fixas ao ano para o tratamento 1	35
Tabela 5 - Custos das despesas variáveis ao ano para o tratamento 1	36
Tabela 6 - Indicadores econômicos para o tratamento 1	36
Tabela 8 - Custos dos fertilizantes/ano (Tratamento 2)	38
Tabela 9 – Demonstração do fluxo de caixa para o tratamento 2	38
Tabela 10 - Custos das despesas fixas ao ano para o tratamento 2	38
Tabela 11 - Indicadores econômicos para o tratamento 2.....	39
Tabela 12 - Custos dos fertilizantes/ano (Tratamento 3)	39
Tabela 13 – Demonstração do fluxo de caixa para o tratamento 3	40
Tabela 14 - Custos fixos ao ano para o tratamento 3	40
Tabela 15 - Indicadores econômicos para o tratamento 3.....	40
Tabela 16 - Custos dos fertilizantes/ano (Tratamento 4)	41
Tabela 17 – Demonstração do fluxo de caixa para o tratamento 4	42
Tabela 18 - Custos fixos ao ano para o tratamento 4	42
Tabela 19 - Indicadores econômicos para o tratamento 4.....	42
Tabela 20 - Integração dos indicadores de rentabilidade econômica.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NFT - Nutrient Film Technique;

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura;

LAPAQ - Laboratório de Pesquisa em Aquaponia da Embrapa Tabuleiros Costeiros;

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;

VPL – Valor Presente Líquido;

TMA – Taxa Mínima de Atratividade;

TIR – Taxa Interna de Retorno;

IBC – Índice Benefício Custo;

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Aquaponia	16
2.1.1 <i>Situação da aquaponia no mundo e no Brasil.....</i>	19
2.1.2 <i>Panorama da aquaponia no Nordeste brasileiro.....</i>	22
2.2 Sistema de produção de aquaponia.....	22
2.2.1 <i>Nutrient Film Technique (NFT).....</i>	24
2.3 Produtos do sistema aquaponico	25
2.3.1 <i>Tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus)</i>	25
2.3.2 <i>Rúcula (Eruca sativa).....</i>	26
2.4 Análise econômica de investimento e os principais indicadores de rentabilidade	27
2.4.1 <i>Valor presente líquido (VPL)</i>	28
2.4.2 <i>Taxa interna de retornos (TIR).....</i>	28
2.4.3 <i>Taxa mínima de atratividade (TMA)</i>	28
2.4.4 <i>Índice benefício/custo (IBC).....</i>	29
3 MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1 <i>Localização e caracterização da área experimental.....</i>	30
3.1.1 <i>Delineamento de pesquisa.....</i>	32
3.2 Coleta de dados	33
3.2.1 <i>Viabilidade econômica</i>	34
3.3 Análise econômica por tratamento	34
3.3.1 <i>Tratamento 1 (100% água de peixe)</i>	34
3.3.2 <i>Tratamento 2 (75% água de peixe e 25% solução nutritiva).....</i>	37
3.3.3 <i>Tratamento 3 (50% água de peixe e 50% solução nutritiva).....</i>	39
3.3.4 <i>Tratamento 4 (25% água de peixe e 75% solução nutritiva).....</i>	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
4.1 <i>Valor Presente Líquido (VPL).....</i>	43
4.2 <i>Taxa Interna de Retorno (TIR).....</i>	46

4.3 Índice Benefício Custo (IBC).....	49
4.4 Payback	50
5 CONCLUSÃO.....	51
REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

Da água doce total utilizada pelo homem, aproximadamente 85% é usada na agricultura, sobretudo na irrigação, 10% nos processos industriais e 5% no abastecimento doméstico (LIMA, 2001). De acordo com a (FAO), a agricultura é o setor responsável por consumir a maior quantidade de água no mundo, utilizando uma média de 70% de toda a água consumida.

Com a atual situação de escassez dos recursos naturais em que o mundo se encontra, alternativas que visam melhorar a gestão e o aproveitamento racional dos mesmos são cada vez mais bem vindas. A busca por outras fontes de nutrição, bem como o reuso de água para a produção agrícola torna o uso dos sistemas de integração na agricultura uma estratégia necessária para alcançar a sustentabilidade e retornos financeiros, baseados em impactos positivos em toda a cadeia na produção ambiental.

A utilização de águas residuárias tratadas na agricultura é uma alternativa para controle da poluição das águas superficiais e subterrâneas, além de uma maneira de disponibilizar água e nutrientes para as culturas, sendo uma alternativa importante nas regiões áridas e semiáridas, onde a escassez de água faz com que os agricultores abandonem a atividade agrícola (SOUZA ET AL, 2010).

Um sistema aquapônico são combinações da integração entre dois sistemas muito antigos e utilizados na história do homem: a hidroponia e a aquicultura. Este modelo conta com o estudo baseado na aplicação de técnicas e conceitos comuns em ambos os sistemas. Através desta integração, é possível uma simbiose entre planta, peixe e bactéria, gerando, no decorrer da produção, dois produtos finais, sendo estes as plantas e os peixes. (CALLADO, 1999)

No sistema aquapônico, tem-se uma troca mútua de benefícios para todos os componentes da produção, pois boa parte da nutrição desejada pela planta é fornecida pelos excrementos e outros resíduos liberados pelo peixe, que através da atividade das bactérias são transformadas em nutrientes disponíveis e absorvíveis para as plantas. Através do reuso da água, no final do ciclo, a água retorna ao tanque de criação, de forma limpa e com baixa concentração de impurezas. Dessa maneira, o ambiente se torna equilibrado e bem semelhante com as condições de natureza real.

A rúcula (*Eruca sativa*) é uma brássica cujas folhas são muito apreciadas na forma de salada. Apreciada pelo sabor característico picante com aroma acentuado, é rica em ferro, cálcio, sais minerais e vitaminas A e C. A espécie foi introduzida no Brasil por

imigrantes italianos, e logo seu consumo se espalhou por várias regiões brasileiras, sendo o Sudoeste e o Sul os maiores consumidores dessa hortaliça (SOUSA FILHO, GANZO e L., 2021).

Produzida em todas as regiões do Brasil, desde o final da década de 1990, a rúcula vem conquistando maior espaço no mercado. Estima-se que a área cultivada seja de 6.000 hectares por ano, com 85% da produção nacional concentrada no Sudeste (SALA, 2004) (FILGUEIRA, 2007) (PURQUEIRO, 2007). A produção desta hortaliça, além de seu uso consorciado na hidroponia, também vem ganhando bastante visibilidade em produções aquaponicas, pois além de ser uma importante cultura no setor de hortifruti, ganhando cada vez mais mercado entre as folhosas, a integração dessa planta em um sistema aquaponico pode maximizar o potencial de produção, reduzindo o uso de fertilizantes químicos e o consumo exagerado de água.

Diante disso, se faz necessário desenvolver uma análise de viabilidade econômica sobre a produção de rúcula com a implantação de um sistema aquaponico, podendo ser uma norteadora na tomada de decisão do produtor, já que os custos de produção são um importante instrumento de análise econômica, que muitas vezes se tornam variáveis desconhecidas pela imensa maioria dos agricultores brasileiros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

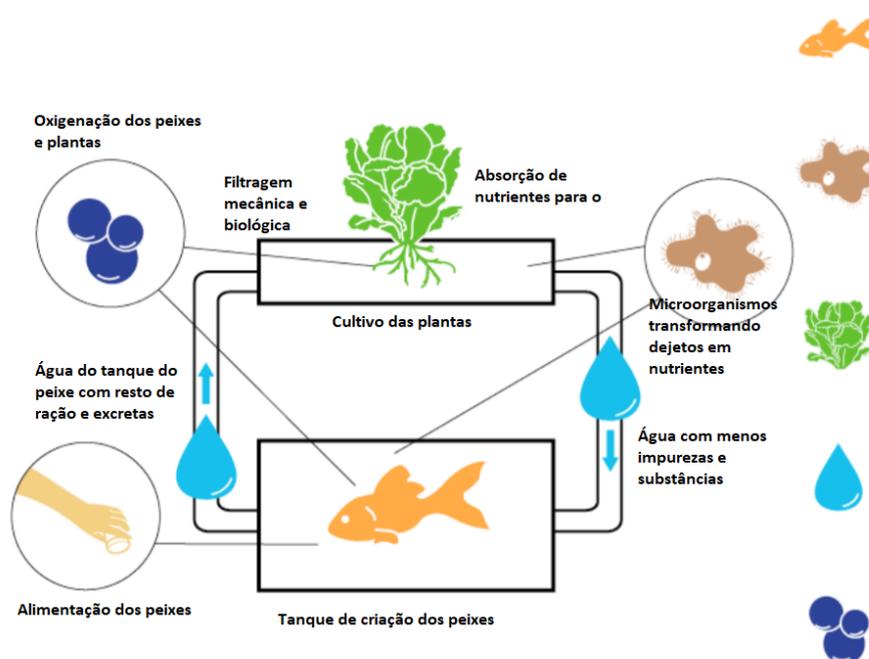
2.1 Aquaponia

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 (CARNEIRO, 2015) através de um sistema intensivo de cultivo com recirculação de água, resultando em baixo consumo de água e alto aproveitamento de resíduo orgânico gerado.

A aquaponia surgiu a 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.

Portanto, é uma alternativa de produção de peixes e vegetais menos impactante ao meio ambiente, com possibilidade de ser implantado 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).

Figura 1 - Esquema mostrando o funcionamento de um tipo de sistema aquapônico e a interação entre os organismos envolvidos.



Fonte: (LIMA, 2015).

Macro partículas presentes na água, como restos de ração, excretas e partículas corporais são extraídas através de uma filtragem mecânica. Este processo se dá através da retirada da água do tanque de criação por uma bomba sucadora e a passagem da mesma por uma camada, que serve de sustentação para as plantas e também de filtro mecânico natural. Mas não são filtradas somente as macros partículas neste processo, pois esta camada de substrato é composta por um material de alta porosidade, servindo de ambiente para o desenvolvimento de bactérias responsáveis pela filtração biológica de substâncias presentes na água, que são tóxicas aos peixes (ALVES, 2015). A amônia é um exemplo destas substâncias.

A amônia é um subproduto metabólico normal, mas em altas concentrações ela se torna tóxica, por isso deve sofrer ação dos grupos de bactérias nitrificantes, sendo assim o substrato poroso das plantas é de extrema importância para ação destas bactérias, permitindo a purificação da água. Então já purificada, a água volta ao tanque de criação em forma de cascata, oxigenando o ambiente dos peixes. (BIALLI e CRUZ, 2016)

Sistemas de produção que possibilitam a reutilização ou redução no uso de insumos são fundamentais para garantir a disponibilização de alimentos ecologicamente corretos. Assim, o método de produção em aquaponia é considerado um importante processo de produção de baixo impacto (HUNDLEY, 2013), tendo em vista que a aquicultura convencional pode contribuir para a degradação da qualidade da água dos corpos receptores dos efluentes, atuando como uma atividade poluidora do meio ambiente (MACINTOSH e PHILLIPS, 1992); (CHOPIN e SAWHNEY, 2009) (PHILLIPS, 2009), pois a principal causa do enriquecimento da água oriunda de viveiros de aquicultura são as substâncias dissolvidas, ou em suspensão, contidas nos efluentes. Estas substâncias são provenientes das excretas e sobras de rações, que são convertidas em materiais orgânicos suspensos, dióxido de carbono, nitrogênio (N) amoniacal, fosfatos e outros compostos (MONTROYA, 2000).

Outro fator crucial, é que a aquaponia tem potencial para estimular a agricultura familiar no perímetro urbano, uma vez que pode ser realizada em espaços reduzidos, como cinturões verdes, quintais e varandas de casas populares. Nesse contexto, estimulando o desenvolvimento tecnológico dos métodos de aquaponia, a preços acessíveis e observando-se as normas de controle sanitário vigentes, é possível que se ampliem as oportunidades de inclusão produtiva para famílias hipossuficientes, que podem ofertar o excedente de sua produção nos mercados próximos às suas residências, dinamizando a economia em regiões de baixa renda (PINTO, 2015).

As principais vantagens da produção em aquaponia segundo (HERBERT e HERBERT, 2008) e (BRAZ FILHO, 2000) são a utilização de uma quantidade mínima de água, possibilidade de produção em ambientes urbanos, perto dos centros de consumo, aproveitamento integral dos insumos de água e ração, possibilidade de trabalhar como um sistema super intensivo, de alta densidade de peixes e hortaliças, obtenção de produtos de alta qualidade, livre de agrotóxicos e antibióticos, diversificação na produção permitindo renda contínua ao produtor, minimização dos riscos de contaminação química e biológica de aquíferos, minimização dos riscos de introdução de espécies exógenas a aquíferos e licenciamento facilitado para a produção.

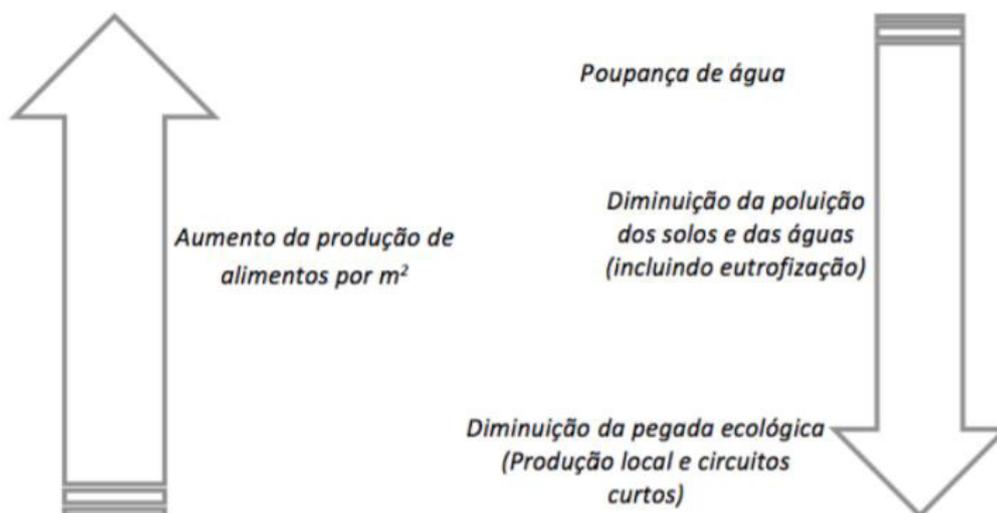
2.1.1 Situação da aquaponia no mundo e no Brasil

Atualmente, a aquaponia é um conceito transversal a diversos contextos, que vão do nível local, marcado por uma agropecuária de subsistência, até um nível global, marcado pela sobrepopulação e pela depleção de recursos (MARTINS, 2017).

De acordo com (RAKOCY, 2012), existiam, em 2012, mais de 10.000 estações de aquaponia de pequena dimensão, apenas nos Estados Unidos e na Austrália. Na mesma altura, mais de 1.000 escolas nos Estados Unidos utilizavam aquaponia como instrumento pedagógico para a abordagem das ciências naturais no ensino básico. A partir disso, a atividade tem ganhado relevante visibilidade, sendo abordada de forma recorrente em programas de educação ambiental em todo o mundo.

Esse aumento na procura por conhecimento sobre a aquaponia, deve-se pela sua característica predominante como atividade ambientalmente sustentável de produção de alimentos.

Figura 2 - Vantagens da aquaponia



Fonte: (MARTINS, 2017).

A aquaponia está crescendo em várias partes do mundo. Na Alemanha, uma fazenda urbana com uma estufa de 1,8 mil metros quadrados está produzindo anualmente cerca de 35 toneladas de verduras e legumes e 25 toneladas de peixe. Em 2015, os moradores de Berlim compraram os primeiros legumes produzidos no que é considerada uma das maiores fazenda aquapônica urbana da Europa. Na região de Auvergne, na França, o projeto Osmose tinha como objetivo, a produção de cinco mil alfaces e até 200

filés de trutas por semana. Nos Estados Unidos, grandes centros urbanos já produzem peixes e hortaliças em terraços no topo de prédios, economizando em transporte, além de todas as vantagens descritas acima. (FEIJÓ, 2018).

As hortas urbanas estão cada vez mais populares no mundo todo, a ideia de ter alimentos frescos mais próximos, diminuindo o impacto ambiental do transporte, motivou a empresa Edenworks, sediada no Brooklyn a desenvolver um sistema aquapônico de cultivo, instalado no topo de um edifício, no meio da selva de concreto (SUSTENTARQUI, 2015) sistema de produção de alimentos que combina a aquicultura convencional com a hidroponia em um ambiente simbiótico, tendo como missão a substituição do suprimento atual de alimentos globalizados por produtos locais, orgânicos e de baixo custo. (FRIES, 2019).

De acordo com (EMERENCIANO, 2016) a aquaponia de pequena escala já é uma realidade no Brasil. Muitos simpatizantes dessa modalidade de cultivo possuem em suas casas pequenos módulos de produção, construídos com os mais variados materiais e cultivando espécies de plantas e peixes adaptadas a cada região do país. Por outro lado, as iniciativas comerciais ainda são isoladas e com pouca divulgação a nível nacional.

Ainda sobre a pesquisa de (EMERENCIANO, 2016), nos anos de 2015 e 2016, foi implantado uma iniciativa de estudo através de um questionário online buscando conhecer a situação atual da pesquisa, ciência e inovação dos sistemas aquapônicos.

Este questionário foi enviado principalmente a pessoas envolvidas no setor e que participaram de eventos técnicos-científicos neste período. Foram obtidas 55 respostas, com maior participação dos profissionais da região Nordeste (38%), seguido do Sul (29%), Sudeste (23%), Centro-Oeste (6%) e do Norte (4%), com aproximadamente 80% dos participantes trabalhando na iniciativa pública. Do total, 63% já realizaram pesquisas em aquaponia e desses somente 59% desenvolveram algum tipo de produção científica, como mostra a figura (SILVA, 2020) (EMERENCIANO, 2016).

Figura 3- Resultado do questionário sobre a situação da pesquisa em aquaponia no Brasil



Fonte: (EMERENCIANO, 2016)

O estudo de (EMERENCIANO, 2016) traz uma reflexão acerca do tema, considerando que a principal barreira da disseminação da aquaponia seja relacionado à falta de informações técnico-científicas no país, que seja em uma linguagem adequada e compatível para os diferentes públicos interessados.

Adicionalmente, nos últimos anos vários pesquisadores de diferentes instituições de pesquisa e universidades vêm realizando seus ensaios experimentais, mostrando interesse crescente sobre o tema. O Laboratório de Pesquisa em Aquaponia da Embrapa Tabuleiros Costeiros (LAPAq) executa um projeto de pesquisa que visa o desenvolvimento de sistemas modulares de aquaponia em nível familiar onde será possível a produção concomitante de várias espécies de hortaliças. (CARNEIRO, 2015).

Apesar da importância significativa da aquaponia, a literatura brasileira ainda pode ser considerada escassa no que se refere à essa temática, contando com relativamente poucas publicações, podemos citar o trabalho (ALVES, 2015) em que se buscou objetivar a eficiência de dois sistemas aquapônicos na região de Alta Paulista. Já (JORDAN ET AL., 2013) utilizou em seu trabalho a integração de um sistema aquapônico com um biodigestor, como objetivo da ampliação da sustentabilidade na produção de peixes, hortaliças e bioenergia.

Contudo, a realidade pelo o interesse do tema tem aumentado nos últimos anos. Pesquisadores de universidades brasileiras e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) vêm realizando ensaios experimentais sobre o assunto. Por outro lado, há muita informação científica e técnica no exterior, como os estudos realizados por (GODDEK, JOYCE e KOTZEN, 2020), por exemplo, citando tecnologias para o futuro da aquaponia.

2.1.2 Panorama da aquaponia no Nordeste brasileiro

O Nordeste brasileiro é uma das regiões mais promissoras para a aquaponia, visto seu histórico de escassez e má destruição das águas, produzir alimentos com tecnologias que diminuam o consumo hídrico é de grande valia. Assim, faz-se necessário o somatório de ações na busca por novas ideias para a produção de alimento com o máximo de reutilização da água e reaproveitamento de resíduos, tornando a aquaponia uma alternativa econômica e sustentável para todo o Nordeste (CARNEIRO, 2015)

De acordo com a (FAO, 2014), a produção de pescado no Brasil atingiu a marca de 561 mil toneladas, ficando na 13ª posição no ranking geral dos maiores produtores de pescado (MEDEIROS, 2019). Através de dados do IBGE, no ano de 2016, o Nordeste apresentou uma produção de 26,8%, com a maior participação de mercado no país, destacando-se o estado do Ceará; em seguida aparece a região Norte, com 25,7% (com Rondônia, que é o maior produtor nacional); a região Sul, com 24,2% (concentrando-se no Paraná e em Santa Catarina); a região Centro-Oeste, com 12,6% (principalmente por Mato Grosso); e o Sudeste, com 10,7% (com relevância na produção de São Paulo e de Minas Gerais) (SCHULTER, 2017).

2.2 Sistema de produção de aquaponia

Aquaponia é um sistema de produção integrado de peixes e hortaliças livres de agrotóxicos e antibióticos que além de poder ser usado como piscicultura e horticultura urbana apresenta a capacidade de instalação em regiões onde a água é um fator limitante para a produção de alimentos (SILVA, 2020).

Um sistema aquapônico é constituído basicamente por três itens principais: tanques de criação de peixes, filtros para tratamento de água e por um sistema de cultivo de plantas. Em todos os sistemas o tanque de criação de peixes é interligado a um módulo de filtragem que normalmente é constituído por decantador, filtro biológico e um tanque contendo forte aeração para eliminação de gases (QUEIROZ, 2017).

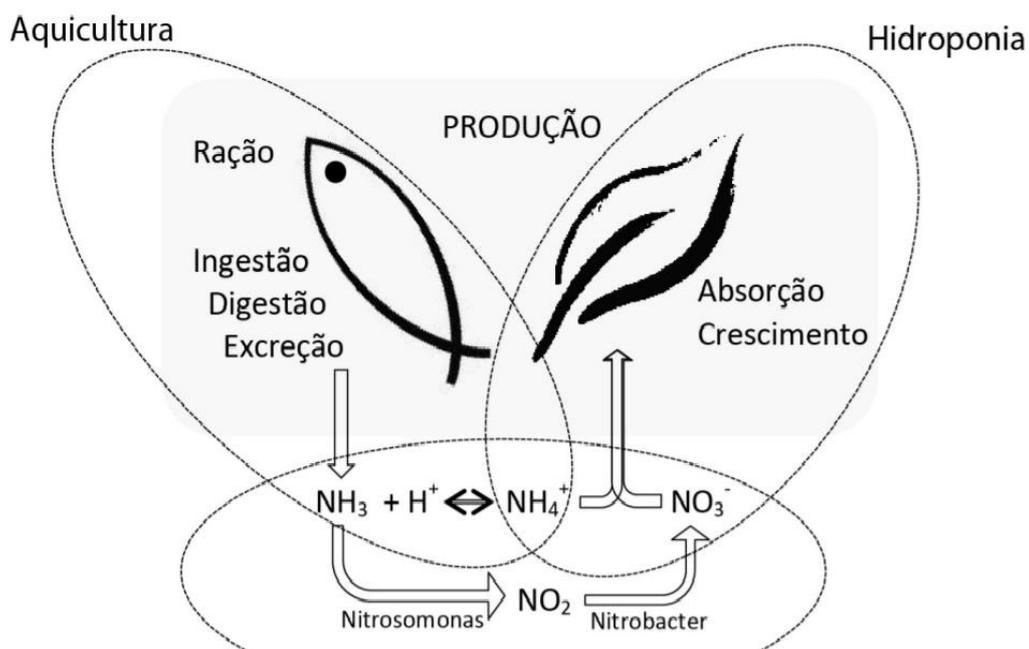
Estudos realizados por (CORSO, 2010) apontam que a quantidade de água gasta em um sistema de recirculação para o cultivo de 1 kg de peixe é de apenas 27,5% do total de água gasta em um sistema piscícola convencional. O baixo custo com adubos também pode ser observado, pois os peixes que proporcionarão a solução nutritiva de baixíssimo custo para os vegetais. Os dejetos então serão aproveitados no sistema e não direcionando para a natureza, evitando assim o aumento da poluição ambiental (OLIVEIRA, 2016).

De acordo com (CARNEIRO, 2015) o fornecimento de ração aos peixes é a entrada de insumo mais importante num sistema aquapônico. Os peixes se alimentam da ração e produzem excretas que são convertidas nos nutrientes que, posteriormente, serão absorvidos pelas plantas.

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. Bactérias nitrificantes dos gêneros nitrosomonas e nitrobacter são responsáveis pela conversão da amônia (NH_3) em nitrito (NO_2^-) e este em nitrato (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 4 - Interação entre os componentes biológicos de um sistema aquapônico



Fonte: (CARNEIRO, 2015)

O ambiente de criação dos peixes dentro de um sistema aquapônico é geralmente representado por um ou vários tanques nos mais diversos formatos e volumes, podendo variar de poucos litros a vários metros cúbicos e ser feito de vários tipos de materiais, desde que sejam resistentes e duráveis. Como se trata de um ambiente para a produção de alimentos, é muito importante também que sejam utilizados materiais que não liberem substâncias tóxicas na água.

2.2.1 Nutrient Film Technique (NFT)

A técnica de Allen Cooper em 1965, originalmente denominada “Nutrient Film Technique” (NFT), consiste na passagem de uma lâmina de solução nutritiva por um leito contendo as plantas (FURLANI, 1997). Os sistemas de produção hidropônica comercial sem substratos sólidos, em sua maioria, atualmente usam a técnica NFT.

Resumindo, de acordo com (ZANOTELLI, 1997) o sistema NFT consiste num leito (bancada), em geral suspenso a uma certa altura do solo (em torno de 1,0 m), podendo ser fabricado com diversos materiais: telha de cimento amianto ou fibrocimento, tubos de PVC, etc. As bancadas têm uma inclinação em torno de 2% para permitir a circulação normal da solução. Os canais podem conter substratos, usualmente pedra brita ou argila expandida, para a sustentação das plantas, apesar de não estarem mais sendo utilizados devido à limpeza trabalhosa que se faz necessário após cada cultivo (COMETTI, 2003).

A irrigação num sistema com NFT é feita a partir de um reservatório contendo a solução nutritiva que é recalçada através de tubulação para o início dos canais (parte mais alta), descendo pelos mesmos até o final onde é recolhida e retornada ao reservatório por um sistema de drenagem (TEIXEIRA, 1996).

No sistema de irrigação há uma derivação de retorno da solução para o reservatório passando por um sistema baseado no princípio de Venturi para propiciar sua oxigenação. A frequência de irrigação é controlada por um temporizador, funcionando intermitentemente por 10 ou 15 minutos, parando também 10 a 15 minutos, permitindo, assim, melhor oxigenação do sistema radicular. (NASCIMENTO e SALOMÃO, 2014)

Atualmente o sistema hidropônico NFT é o mais utilizado a nível comercial devido a várias vantagens em relação a outros sistemas: Menor gasto de mão-de-obra com limpezas, principalmente quando não utiliza substrato; Possibilita o fornecimento adequado de nutrientes sem a necessidade de substratos; Maior rapidez e menor custo de

implantação; Possibilidade de inúmeras modificações para ajustar à cultura; Permite acompanhamento bem facilitado do sistema radicular quando não se usa substrato; Permite a injeção de possíveis substâncias reguladoras de crescimento e fungicidas via solução nutritiva.

2.3 Produtos do sistema aquaponico

No estudo de (GJESTELAND, 2013), em sistemas aquapônico podem ser produzidos várias espécies de plantas e peixes, haja vista que o ambiente é totalmente controlável e assim consegue-se criar condições necessárias e específicas para cada espécie dentro das possibilidades de cada realidade de implantação.

Segundo (RAKOCY, 2012), a espécie escolhida de peixe mais produzida no sistema de aquaponia é a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

2.3.1 Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

De acordo com os estudos da FAO, do ano de 2015, as tilápias pertencem à família Cichlidae, ordem dos Periciformes, e são de origem africana e península arábica. A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a principal espécie produzida no Brasil, representando grande parte da produção aquícola continental.

O alto potencial do Brasil na aquicultura associado a uma produção sustentável reflete a necessidade da organização da produção dentro de uma perspectiva ecoeficiente, a fim de atender tanto a comercialização e exportação em grande escala quanto a preservação do meio ambiente. Isto nos leva a necessidade de cada vez mais inovar as técnicas vinculadas à produção de alevinos. (HUNDLEY ET AL, 2013).

A tilápia, por ser um peixe bastante rústico e resistente, ter boa conversão alimentar, tolerar altas densidades de estocagem, ter seu pacote tecnológico de cultivo, de melhoramento, de reprodução e de nutrição avançados e difundidos por todo o mundo e por ter, em geral, um bom preço comercial, tem sido o peixe mais utilizado em sistemas de aquaponia (MARENGONI, 2006).

A disseminação dessa espécie está relacionada com diversas características zootécnicas desejáveis: ocupa baixo nível trófico na cadeia alimentar, hábito fitoplanctóforo com tendência a onívora, adapta-se bem ao confinamento em diversos níveis de produtividade, apresenta boa resistência a baixos níveis de oxigênio dissolvido, grande rusticidade, tolera altas densidades de estocagem facilidade de obtenção de alevinos, adaptabilidade aos vários sistemas de criação, grande aceitação no mercado de

lazer e alimentício; apresenta qualidade nutritiva e organoléptica do seu filé, resistência ao manejo e variações climáticas, além de rusticidade e boa conversão alimentar (MEURER, HAYASHI, *et al.*, 2006).

Como peixes cultivados em aquaponia, a tilápia do Nilo é amplamente disseminada por diversos autores como sendo a principal escolha das unidades comerciais na América do Norte, devido sua capacidade de crescer bem em sistemas de recirculação (MARENGONI, 2006).

As tilápias do gênero *Oreochromis* são onívoras micrófagas e aceitam uma ampla variedade de alimentos. A tilápia nilótica é uma espécie que possui rastros branquiais bem desenvolvidos, possibilitando a filtração da água para retirada do plâncton ou outros alimentos em suspensão. Aceita uma grande variedade de subprodutos agrícolas e industriais e se adapta ao consumo de ração balanceada (ZANIBONI FILHO, 2000).

Dessa forma, a tilápia tem sido a espécie mais utilizada nos sistemas aquaponicos por possuir um ciclo produtivo bastante estudado e conhecido, como sua excelente performance com o ganho de peso e crescimento, sua carne de qualidade superior e com poucas espinhas, que ajuda na hora da filetagem, além de ser o peixe mais produzido e consumido no Brasil e no mundo (ROCHA ET AL, 2020).

2.3.2 Rúcula (*Eruca sativa*)

A rúcula (*Eruca sativa*) é uma hortaliça folhosa com origem na região mediterrânea, e pertence à família da Brassicaceae. É uma planta de porte baixo, com folhas relativamente espessas e subdivididas, o limbo tem cor verde-clara e as nervuras verde-arroxeadas. (SOUSA FILHO, GANZO e L., 2021)

Estudos feitos pelo IBGE, em 2017, devido ao aumento no consumo de hortaliças nos últimos anos, a produção e utilização da rúcula no país cresceu, de acordo com o Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geostatística e Educação, 40.527 toneladas de rúcula foram produzidas em 20.567 estabelecimentos agrários do país no ano de 2016, demonstrando a relevância econômica dessa hortaliça pela extensão da sua área cultivada, logo, essa hortaliça possui valor agregado variando de R\$1,50 a R\$4,99.

De acordo com (TRANI, 1992), para o bom desenvolvimento da planta, o cultivo deve ser realizado com temperaturas entre 15 e 18°C, sendo que a melhor época de plantio ocorre durante o outono ou inverno. Apesar de se desenvolver melhor sob baixas

temperaturas a rúcula têm sido cultivada em numerosas regiões durante diversas épocas do ano.

A seleção das espécies de plantas a serem cultivadas em sistemas de aquaponia comercial deve ter como base primeiramente o mercado. Com base nas necessidades do mercado é possível desenhar o sistema de aquaponia para produzir praticamente qualquer vegetal de pequeno e médio porte. O desenho dos sistemas deve observar as necessidades e as limitações das plantas escolhidas relacionadas a espaço, nutrição, aeração, hidratação, temperatura, radiação solar, dentre outros fatores. (HUNDLEY, 2013).

Embora a rúcula seja adaptada a condição de clima mais ameno, existem na região Nordeste do Brasil pequenas áreas com essa folhosa, geralmente próximas aos grandes centros consumidores. Seu ciclo e forma de condução assemelham-se muito aos de espécies como alface e coentro, que são amplamente cultivadas nessa região (PURQUEIRO, 2007).

A colheita da rúcula é feita de 30 a 40 dias após a semeadura. Após esse período, as folhas começam a ficar fibrosas e impróprias para o consumo, pois a planta começa seu estágio reprodutivo. Este termina aproximadamente entre os 110 e 130 dias após semeadura, quando tem início a colheita das sementes, que pode durar cerca de 20 dias (TRANI, 1992).

2.4 Análise econômica de investimento e os principais indicadores de rentabilidade

A análise de investimentos, por sua complexidade e abrangência, pode ser considerada como uma importante deliberação em finanças corporativas (GALESNE, FENSTERSEIFER e LAMB, 2001). Historicamente, os investimentos passaram a ter relevância a partir da Revolução Industrial.

A análise de investimentos consiste na aplicação de técnicas financeiras e contábeis, com o objetivo de identificar a viabilidade da aplicação de capital para a empresa em determinado momento e projeto. Assim, é preciso ter cautela e utilizar os métodos corretos para que os gestores consigam discernir qual a melhor decisão a ser tomada. Essa análise leva em conta os riscos envolvidos no projeto, sejam aqueles de ordem econômica, sejam de cunho mercadológico. Com o intuito de fazer boas análises, existem diferentes métodos, que podem ser aplicados para uma análise de investimentos. (VALOREASY, 2020).

2.4.1 Valor presente líquido (VPL)

O valor presente líquido (VPL) de um projeto de investimento pode ser definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa a ele associado. O VPL significa trazer valores de uma sucessão de pagamentos futuros, descontando a taxa de juros utilizada, para uma análise presente. Em outras palavras, é a diferença do valor presente das receitas menos o valor presente dos custos. Assim:

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j (1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j}$$

R_j = valor atual das receitas;

C_j = valor atual dos custos;

i = taxa de juros;

j = período em que as receitas ou os custos ocorrem; e

n = número de períodos ou duração do projeto.

O projeto que apresenta o VPL maior que zero (positivo) é economicamente viável, sendo considerado o melhor aquele que apresentar maior VPL (SILVA, 2005).

2.4.2 Taxa interna de retornos (TIR)

Através dos estudos realizados pelo (VALOREASY, 2020), a TIR representa a taxa de retorno esperada pelo investimento feito. Esse índice é o que faz com que o valor das entradas se iguale com o valor das saídas. Para utilizar tal método, é preciso ter conhecimento tanto sobre fluxo de caixa quanto sobre taxa mínima de atratividade.

De acordo com Hoji, a Taxa Interna de Retorno (TIR) é conhecida também como taxa de desconto do fluxo de caixa. A TIR é uma taxa de juros implícita numa série de pagamentos (saídas) e recebimentos (entradas), que tem a função de descontar um valor futuro ou aplicar o fator de juros sobre um valor presente. Geralmente, adota-se a data de início da operação, momento zero, como a data focal de comparação dos fluxos de caixa (NETO, 2006). A soma das saídas deve ser igual à soma das entradas, em valor da data focal, para se anularem (HOJI, 2006).

2.4.3 Taxa mínima de atratividade (TMA)

De acordo com o boletim de investimentos, Capital Now (2019), a taxa mínima de atratividade (TMA) é o percentual mínimo que um investidor está disposto a ganhar a

partir de uma aplicação financeira. Portanto, é um indicador fundamental na hora de investir, que tem como finalidade avaliar se um investimento vale a pena ou não.

Para a (NOW, 2019), esse dado serve com um guia para a tomada de decisão, como uma das principais taxas que indica se vale a pena fazer um determinado investimento. A partir dela, também é possível decidir por um investimentos inteligente, selecionando as melhores oportunidades, capazes de gerar maior rentabilidade.

Além disso, a taxa permite que o investidor se concentre nos riscos de cada aplicação, verificando se o potencial de retorno é suficiente para compensar o grau de incerteza. E ainda há outra vantagem de calcular a taxa mínima de atratividade: tomar decisões de maneira analítica. Isso vale até mesmo para gestores de empresas que pretendem implementar projetos no empreendimento. Com essas questões, podemos dizer que a taxa mínima de atratividade é uma ferramenta crucial na hora de fazer aplicações em empreendimento. (NOW, 2019)

2.4.4 Índice benefício/custo (IBC)

A contabilidade social permite a visualização da realidade econômica e social dos países, acompanhando seu crescimento e seu desenvolvimento ao passar do tempo. A preocupação com o desenvolvimento não engloba só a dimensão do desenvolvimento econômico, mas também o social e o ambiental (FEIJÓ ET AL., 2001).

Parte-se do princípio de que todas as empresas e as entidades geram um custo e um benefício para a sociedade. Teoricamente, todos os projetos e as empresas deveriam trazer, pelo menos, a mesma quantidade de benefícios quanto gera de custos para a sociedade.

Para tanto, seria necessário que todos os projetos fossem avaliados para a determinação dos custos e dos benefícios por eles gerados. Os objetivos a serem alcançados nos projetos podem ser benefícios tangíveis e/ou intangíveis. Os benefícios tangíveis são os que podem, facilmente, ser expressos em valores econômicos.

Já os intangíveis são mais difíceis de serem mensurados, uma vez que, geralmente, consistem em benefícios de interesse social e político, dentre outros (HIRSCHFELD, 2000).

A razão Benefício-Custo (R), conforme a fórmula:

$$R(i) = \frac{VB(i)}{VC(i)}$$

É o quociente entre o valor atual de benefícios (VB) e valor atual dos custos (VC). Se a razão benefício-custo for maior do que 1 ($R > 1$), o valor atual do projeto é positivo. Portanto, considerada uma certa taxa de atratividade (i), o projeto será economicamente interessante se a razão benefício-custo for superior à unidade (FARO, 1972) (HESS, MARQUES, *et al.*, 1984).

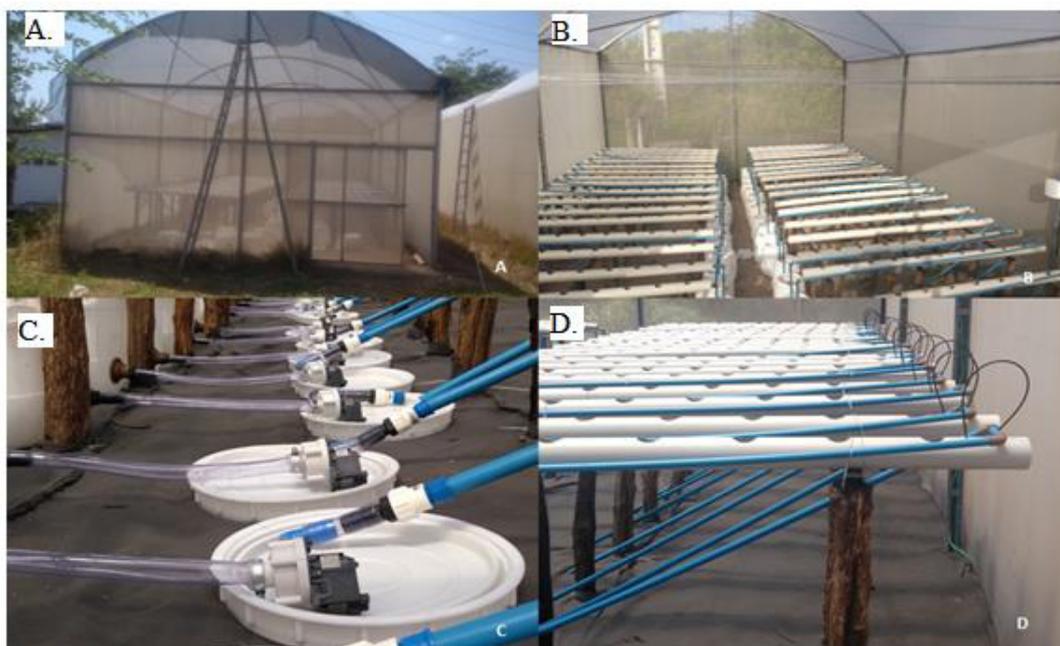
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento utilizado como base para essa análise econômica foi conduzido em casa de vegetação (Figura 1A) com 6,25 metros de largura e 12 metros de comprimento, possuindo cobertura em arco simples com filme de polietileno de baixa densidade com 0,10 mm de espessura, na Estação Agrometeorológica, do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, Fortaleza, com coordenadas geográficas: 3° 44' 43.273" de latitude sul e 38° 34' 56.650" de longitude oeste e altitude média de 22 m.

Foram colocados no interior da estufa um sensor para medir parâmetros agrometeorológicos como: temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%). Cada perfil hidropônico é constituído por tubos de PVC de 100 mm de diâmetro e 3 metros de comprimento possuindo 9 orifícios com 8 cm de diâmetro (Figura 1B e 1D), sob bancadas construídas com madeira. As bombas acopladas ao sistema operam com vazão máxima de 2,0 L h⁻¹ (Figura 1C).

Figura 5 - Croqui com a distribuição e estrutura experimental da estufa hidropônica



Fonte: Autora

O sistema aquaponico implantado foi em regime de circulação aberta de água, como visto na figura 6, acoplados a dois sistemas de filtragem (mecânico e biológico), os efluentes foram colocados em bombonas, que eram abastecidas com as águas advindas da produção de peixes.

Figura 6 - Estrutura experimental do tanque dos peixes



Fonte: Eng. Bruna Aires

3.1.1 Delineamento de pesquisa

Para facilitar a tomada de decisão por parte dos produtores rurais, em aderir ou não sistemas aquaponicos, é preciso que seja feita uma análise econômica baseado em métodos de análise financeira ou indicadores de rentabilidade econômica, a fim de obter vantagens na observação de possível viabilidade de implantação de um sistema aquaponico, com características próximas ou semelhantes, considerando os investimentos realizados e o tempo médio necessário para o retorno pecuniário.

Com isso, o delineamento da pesquisa foi realizado através de um levantamento de todos os custos e, posteriormente, construção de demonstração do fluxo de caixa para cada tratamento do presente experimento, para a realização da análise econômica, dividido em 4 tratamentos realizados na unidade experimental, onde buscou verificar a melhor integração economicamente entre água do peixe e suplementação química, como fonte de nutrição para o desenvolvimento das plantas, a partir de indicadores de análise de econômica já solidificados na literatura contábil, como o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e Payback (quantitativo em anos para o retorno do investimento).

Atrelada a gestão e controle financeiro de possíveis investimentos, faz-se necessário entender melhor a taxa de juros envolvida no processo de cada projeto, e com projetos de empreendimentos rurais não seriam diferentes, para (ASSAF NETO, 2012) a taxa de juros se torna mais atrativa quando é mais baixa, pois a atratividade dos agentes econômicos será maior em optar por novos investimentos. Partindo dessa premissa as empresas observam que a taxa de juros reflete o custo de oportunidade de seu capital, ou seja, os valores a serem pagos pelos recursos tomados em empréstimos e que serão aplicados nas decisões de ativos.

Diante disso, nesta análise econômica foi considerada a obtenção de financiamento para custeio e investimento junto ao Banco do Nordeste (BNB), através de linha de crédito oferecida para agricultores familiares, pelo Pronaf Semiárido, com uma taxa de juros de 2,75% ao ano, taxa prefixada com base no Plano Safra 2020-2021. Essa mesma taxa de juros foi considerada como a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) para a implantação desse projeto.

O Pronaf Semiárido é uma linha de crédito voltada para o pequeno produtor familiar rural, cujo o objetivo é a fomentação de investimento destinado para convivência com o semiárido, com ênfase em infraestruturas hídricas, com um período de carência de

3 anos e um prazo de 10 anos para a quitação. O motivo da escolha da taxa de juros foi baseado na aproximação de condições semelhantes a um empreendimento rural familiar.

Tabela 1 - Detalhamento do financiamento obtido pelo Pronaf Semiárido

FINANCIAMENTO PRONAF SEMIÁRIDO	
Valor Financiável	R\$ 20.000,00
Taxa de Juros	2,75% a.a
Carência	3 anos
Prazo	10 anos
Parcela/mês	R\$ 287,46
Parcela/ano	R\$ 3.449,52
Total a ser pago no prazo final	R\$ 24.146,64

Fonte: Autora

3.2 Coleta de dados

A coleta de dados é o primeiro passo para uma análise de investimentos, pois baseia-se na apuração e discriminação de todos os custos, que somados, resultam no investimento inicial do projeto, dessa forma, é necessário que seja feita uma cotação de todos os gastos de equipamentos, serviços, atividades e insumos que envolvam a implementação do plano de ação proposto.

Com isso, a essencialidade da coleta de dados, está na análise de todos os caminhos que o dinheiro investido vai percorrer, para que assim, a tomada de decisão seja mais assertiva e menos arriscada.

Foram coletados todos os dados para se saber o investimento inicial empregado na implantação da estrutura do sistema aquaponicos do experimento apresentado, na tabela 1, podemos verificar que de acordo com a discriminação dos custos totais obtidos, o valor monetário do investimento inicial aplicado foi de R\$ 24.893,16 reais, para fins de arredondamento, utilizamos para o cálculo da análise de viabilidade do projeto o valor monetário de R\$ 24.893,00 reais.

Figura 7 - Discriminação dos custos do sistema aquapônico

MATERIAL	DESCRIÇÃO	UNIDADE	LOCAL DE PESQUISA	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
Adaptador flange PVC	20 mm	44	Carajás construções	R\$ 17,99	R\$ 791,56
Adaptador rosca externo		80	Carajás construções	R\$ 2,39	R\$ 191,20
Bandejas de semeadura	Polietileno 200 células	8	Bom cultivo	R\$ 3,51	R\$ 28,08
Bombonas	240 litros	6	Mercado livre	R\$ 240,00	R\$ 1.440,00
Bombonas	50 litros	40	Lojão baratão	R\$ 45,00	R\$ 1.800,00
Caixa d' água	310 litros	1	Carajás construções	R\$ 249,90	R\$ 249,90
Caneta Ph	Medidor de pH digital	1	Americanas.com	R\$ 54,89	R\$ 54,89
Composto orgânico	Saca 10kg	1	Bom cultivo	R\$ 12,00	R\$ 12,00
Compressor de ar		1	Aquario mania	R\$ 78,00	R\$ 78,00
Conduktivimetro	Medidor aquário marinho	1	Americanas.com	R\$ 29,23	R\$ 29,23
Cotovelo marrom		120	Carajás construções	R\$ 0,90	R\$ 108,00
Dinjuntor		1	Carajás construções	R\$ 9,90	R\$ 9,90
Bomba periférica	370w	1	Central refrigerações	R\$ 249,00	R\$ 249,00
Energia	mês/B2 Rural Irrigante	1	Enel	R\$ 41,97	R\$ 41,97
Estufa	6x12	1	Tropical estufas	R\$ 13.683,39	R\$ 13.683,39
Fibra de coco	sacos	2	Bom cultivo	R\$ 40,00	R\$ 80,00
Joelho interno duplo		40	Carajás construções	R\$ 3	R\$ 123,60
Lona (tanque)	Polietileno 100 micra	1	Loja do mecânico	R\$ 58,90	R\$ 58,90
Luva de redução roscável		40	Carajás construções	R\$ 2,19	R\$ 87,60
Mangueira transparente acquaflex	Rolo com 5 metros	4	Mercado livre	R\$ 22,99	R\$ 91,96
Motobomba	370w	1	Baratão da irrigação	R\$ 207,00	R\$ 207,00
Peixes	Alevinos	1000	Célio pesca	R\$ 0,24	R\$ 240,00
Ração de peixe (alevinos)	Saca 10kg	1	Célio pesca	R\$ 85,00	R\$ 85,00
Ração de peixe	Saca25kg (2 meses)	3	Célio pesca	R\$ 85,00	R\$ 255,00
Redutor de encaixe	50 mm	40	Mercado livre	R\$ 8,31	R\$ 332,40
Registro de esfera soldável	20 mm	40	Carajás construções	R\$ 6,69	R\$ 267,60
Sementes de rúcula	pacote	6	Bom cultivo	R\$ 3,10	R\$ 18,60
Temporizador (timer)		2	Amazon	R\$ 69,99	R\$ 139,98
Termohigrômetro		1	Amazon	R\$ 32,00	R\$ 32,00
Tijolos (tanque dos peixes)	4x2x0,6	200	Casa & Construção	R\$ 1,19	R\$ 238,00
Tubulação azul	50 mm (6m)	40	Mercado livre	R\$ 42,80	R\$ 1.712,00
Tubulação de PVC	100 mm (3m)	36	Carajás construções	R\$ 59,90	R\$ 2.156,40
TOTAL				R\$ 24.893,16	

Fonte: Autora

3.2.1 Viabilidade econômica

A análise da viabilidade econômica do experimento foi executada em três fases, para cada tratamento, a primeira delas consistiu na apuração de todos os custos obtidos durante a implantação do sistema semi aquaponico, logo após foi construído a demonstração do fluxo de caixa, que consiste na contabilização de tudo que entrou como receita no projeto e tudo que saiu como custo de comercialização (fixos e variáveis), uma vez recolhidas essas informações, foi possível a realização dos cálculos dos indicadores de análise econômica para saber a devida rentabilidade de cada tratamento proposto para a produção de rúcula, através de um sistema aquaponico.

Todas as cotações de preços empregados nesta análise econômica, sejam de produtos ou de insumos, foram coletados na própria região ou por e-commerce, de modo que se buscaram os menores valores, para refletir o real potencial econômico das alternativas testadas.

3.3 Análise econômica por tratamento

3.3.1 Tratamento 1 (100% água de peixe)

No tratamento 1, buscou-se analisar a rentabilidade econômica de um sistema semi aquaponico para a produção de rúcula somente através da água dos peixes, como única fonte de nutrição para as plantas, diante disso, foi estimado uma demonstração de fluxo de caixa.

Tabela 2 – Demonstração do fluxo de caixa para o tratamento 1

AN O	RECEITA BRUTA	CUSTOS FIXOS	CUSTOS VARIÁVEIS	FINANCIAM ENTO	FLUXO DE CAIXA
0	-	-	-	-	-R\$ 24.893
1	R\$ 10.978,00	R\$ 3.424,84	R\$ 600,00	-	R\$ 6.953
2	R\$ 10.978,00	R\$ 3.424,84	R\$ 600,00	-	R\$ 6.953
3	R\$ 10.978,00	R\$ 3.424,84	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 3.504
4	R\$ 10.978,00	R\$ 3.424,84	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 3.504
5	R\$ 10.978,00	R\$ 3.424,84	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 3.504
6	R\$ 10.978,00	R\$ 3.424,84	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 3.504
7	R\$ 10.978,00	R\$ 3.424,84	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 3.504
8	R\$ 10.978,00	R\$ 3.424,84	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 3.504
9	R\$ 10.978,00	R\$ 3.424,84	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 3.504

Fonte: Autora

De acordo, com (MARION, 1998) a demonstração de Fluxo de Caixa (DFC) indica a origem de todo o dinheiro que entrou no caixa, bem como a aplicação de todo o dinheiro que saiu do caixa em determinado período, e, ainda o resultado do fluxo financeiro.

Dessa forma, para que um empreendimento rural possa administrar suas entradas e saídas é importante a realização de um controle financeiro. O fluxo de caixa é uma das principais ferramentas para uma análise econômica segura.

Conforme a tabela 3, a demonstração do fluxo de caixa para esse tratamento foi baseada na coleta da receita bruta (utilizada igualmente nos seguintes tratamentos), que se deu através da comercialização das vendas dos produtos finais do sistema semi aquaponico, a rúcula e a tilápia, o preço estabelecido de venda da rúcula por unidade/planta foi de R\$ 1,60, valor esse, obtido por uma pesquisa de mercado, somado aos custos de embalagem e higienização das hortaliças. Já para a venda de tilápia foi estabelecido o valor de venda de R\$ 19,00/kg, igualmente baseado em pesquisa de mercado, tendo como principal fonte estabelecimentos varejistas da região.

Tabela 3 - Custos das despesas fixas ao ano para o tratamento 1

CUSTOS FIXOS/ANO (TRATAMENTO 1)	VALOR
Energia	R\$ 503,64

Mão de obra (1 pessoa/1h/dia)	R\$ 1.680,00
Produção de mudas	R\$ 221,20
Ração	R\$ 1.020,00
Total	R\$ 3.424,84

Fonte: Autora

Tabela 4 - Custos das despesas variáveis ao ano para o tratamento 1

CUSTOS VARIÁVEIS/ANO (TRATAMENTO 1)	CUSTOS
Manutenção elétrica (visita)	R\$ 300,00
Imprevistos operacionais	R\$ 300,00
Total	R\$ 600,00

Fonte: Autora

Foi estabelecido 12 ciclos da rúcula por ano, haja vista, que seu tempo de ciclo é de aproximadamente 30 dias e para a tilápia foram considerados 2 ciclos/ano, de acordo com o período para tempo de abate. Para esse trabalho foi utilizado um peso de abate de 450g/animal, de acordo com recomendações da FAO.

Como podemos observar na tabela 4, a contabilização dos custos fixos por ano, foram calculados em cima dos gastos com energia, mão de obra, produção de mudas e ração, que juntos somam uma quantia R\$ 3.424,84. Agora quando somadas as quantias de despesas variáveis (tabela 5), o montante gira em torno de R\$ 4024,84, incluindo manutenção elétrica e imprevistos operacionais.

A receita líquida por ano encontrada foi um valor de R\$ 6.953,16 até o segundo ano de projeto, a partir do terceiro ano foi subtraído também o valor pago ao ano do financiamento obtido pelo Pronaf Semiárido, a partir disso foram estimados então os valores de fluxos de caixas dos nove anos seguintes de projeto, como visto na tabela 3.

Tabela 5 - Indicadores econômicos para o tratamento 1

INDICADORES ECONÔMICOS (TRATAMENTO 1)	
TMA	2,75%
VPL	R\$ 9.332
TIR	12%
(B/C)	1,37
PAYBACK	5,71 anos

Fonte: Autora

Na tabela 6, temos os resultados dos indicadores de análise econômica utilizados para a obtenção da real rentabilidade do projeto, a partir da implantação do tratamento 1. A TMA utilizada foi a taxa de juros do financiamento pelo Pronaf Semiárido, 2,75% a.a.

O VPL do projeto foi estimado em um valor de R\$ 9.332,00, a TIR ficou calculada em 12%, o índice benefício/custo foi de 1,37, e por fim o payback (tempo de retorno) estimado é de 5,71 anos, ou seja, 5 anos completos e 71% do sexto ano para que o investimento retorne.

3.3.2 Tratamento 2 (75% água de peixe e 25% solução nutritiva)

No tratamento 2, procurou-se observar a viabilidade econômica da implantação de um sistema semi aquaponico para a produção de rúcula, a partir da influência de 75% da nutrição das plantas advindas da água de peixe e 25% da nutrição das plantas oriundas de suplementação com solução nutritiva, as quantidades de fertilizantes utilizadas na solução nutritiva desse e dos tratamentos seguintes foram quantificadas de acordo com (FURLANI ET AL., 1999).

Figura 8 - Recomendação de fertilizantes para o preparo de 1000L de solução nutritiva utilizados como fonte de macro e micronutrientes para hidroponia de hortaliças folhosas

Sal/Fertilizante	g 1000L ⁻¹
Nitrato de Cálcio	750,0
Nitrato de Potássio	500,0
Fosfato monoamônio (MAP)	150,0
Sulfato de magnésio	400,0
Sulfato de cobre	0,15
Sulfato de zinco	0,50
Sulfato de manganês	1,50
Ácido bórico ou	1,50
Bórax	2,30
Molibdato de sódio ou	0,15
Molibdato de amônio	0,15
Tenso-Fe® (FeEDDHMA-6% Fe) ou	30,0
Dissolvine® (FeEDTA-13%Fe) ou	13,8
Ferrilene® (FeEDDHA-6%Fe) ou	30,0

Autor: (FURLANI ET AL., 1999)

Os custos dos fertilizantes foram associados com o total de litros de água utilizados no sistema semi aquapônico, sendo de 2000 litros ao todo, com duas reposições ao mês, ficando um total de 4000 litros de água circulando pelo sistema. Com isso, como no tratamento 2, foram utilizados apenas 25% de solução nutritiva, separou-se uma quantidade de 1000 litros para o preparo da mesma por mês. As cotações dos preços dos fertilizantes foram feitas por quilo do produto e os custos totais foram calculados ao ano.

Tabela 6 - Custos dos fertilizantes/ano (Tratamento 2)

Fertilizantes (MACROS)	Quant. (g)	Preço
Nitrato de Cálcio	9.000	R\$ 207,00
Nitrato de Potássio	6.000	R\$ 149,40
Fosfato monoamônico (MAP)	1.800	R\$ 21,60
Sulfato de Magnésio	4.800	R\$ 37,92
TOTAL		R\$ 415,92
Fertilizantes (MICROS)	Quant. (g)	Preço
Sulfato de Cobre	1,800	R\$ 0,719
Sulfato de Zinco	6,00	R\$ 4,588
Sulfato de Manganês	18,00	R\$ 15,797
Ácido Bórico/borax	18,00	R\$ 5,382
Molibdato de Sódio	1,800	R\$ 1,116
Ferro 6%	360	R\$ 140,040
TOTAL		R\$ 167,642
TOTAL (FERTILIZANTES)		R\$ 583,562

Fonte: Autora

Diante disso, foi estimado uma demonstração de fluxo de caixa para o tratamento 2 (tabela 9), incluindo os custos com os fertilizantes, tanto no valor total do investimento inicial, quanto nos custos fixos ao ano. O valor pago pelo financiamento Pronaf Semiárido foi incluso igualmente, a partir do terceiro ano. Os custos variáveis se mantiveram os mesmos para todos os tratamentos.

Tabela 7 – Demonstração do fluxo de caixa para o tratamento 2

AN	RECEITA	CUSTOS	CUSTOS	FINANCIAM	FLUXO DE
O	BRUTA	FIXOS	VARIÁVEIS	ENTO	CAIXA
0	-	-	-	-	-R\$ 25.477
1	R\$ 10.978,00	R\$ 4.008,40	R\$ 600,00	-	R\$ 6.370
2	R\$ 10.978,00	R\$ 4.008,40	R\$ 600,00	-	R\$ 6.370
3	R\$ 10.978,00	R\$ 4.008,40	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 2.920
4	R\$ 10.978,00	R\$ 4.008,40	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 2.920
5	R\$ 10.978,00	R\$ 4.008,40	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 2.920
6	R\$ 10.978,00	R\$ 4.008,40	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 2.920
7	R\$ 10.978,00	R\$ 4.008,40	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 2.920
8	R\$ 10.978,00	R\$ 4.008,40	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 2.920
9	R\$ 10.978,00	R\$ 4.008,40	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 2.920

Fonte: Autora

Tabela 8 - Custos das despesas fixas ao ano para o tratamento 2

CUSTOS FIXOS/ANO (TRATAMENTO 2)	VALOR
Energia	R\$ 503,64
Mão de obra (1 pessoa/1h/dia)	R\$ 1.680,00
Produção de mudas	R\$ 221,20
Ração	R\$ 1.020,00
Fertilizantes	R\$ 583,56

Total	R\$ 4.008,40
--------------	--------------

Fonte: Autora

Na tabela 11, temos os resultados dos indicadores de análise econômica utilizados para avaliar a rentabilidade do projeto, a partir da implantação do tratamento 2. A TMA utilizada foi a taxa de juros do financiamento pelo Pronaf Semiárido, 2,75% a.a. O VPL do projeto foi estimado em um valor de R\$ 4.151,00, a TIR ficou calculada em 7%, o índice benefício/custo foi de 1,16, e por fim o payback (tempo de retorno) estimado é de 7,21 anos, ou seja, 7 anos completos e 21% do oitavo ano para que o investimento retorne.

Tabela 9 - Indicadores econômicos para o tratamento 2

INDICADORES ECONÔMICOS (TRATAMENTO 2)	
TMA	2,75%
VPL	R\$ 4.151
TIR	7%
(B/C)	1,16
PAYBACK	7,21 anos

Fonte: Autora

3.3.3 Tratamento 3 (50% água de peixe e 50% solução nutritiva)

No tratamento 3, foi analisado a rentabilidade de um sistema semi aquaponico para a produção de rúcula, a partir da influência econômica de 50% da nutrição das plantas advindas da água de peixe e 50% de nutrição oriunda de suplementação com solução nutritiva.

Tabela 10 - Custos dos fertilizantes/ano (Tratamento 3)

Fertilizantes (MACROS)	Quant. (g)	Preço
Nitrato de Cálcio	18.000	R\$ 414,00
Nitrato de Potássio	12.000	R\$ 298,80
Fosfato monoamônico (MAP)	3.600	R\$ 43,20
Sulfato de Magnésio	9.600	R\$ 75,84
TOTAL		R\$ 831,84
Fertilizantes (MICROS)	Quant. (g)	Preço
Sulfato de Cobre	3,60	R\$ 1,438
Sulfato de Zinco	12	R\$ 9,176
Sulfato de Manganês	36	R\$ 31,594
Ácido Bórico/borax	36	R\$ 10,764
Molibdato de Sódio	3,60	R\$ 2,232
Ferro 6%	720	R\$ 280,080
TOTAL		R\$ 335,284

TOTAL (FERTILIZANTES) R\$ 1.167,124

Fonte: Autor

Os custos dos fertilizantes foram igualmente associados com o total de litros de água utilizados no sistema semi aquaponico, sendo um total de 4000 litros/mês contando com as reposições fixadas nesse experimento. Com 50% de solução nutritiva, separou-se uma quantidade de 2000 litros para o preparo da mesma por mês.

Tabela 11 – Demonstração do fluxo de caixa para o tratamento 3

AN O	RECEITA BRUTA	CUSTOS FIXOS	CUSTOS VARIÁVEIS	FINANCIAM ENTO	FLUXO DE CAIXA
0	-	-	-	-	-R\$ 26.060
1	R\$ 10.978,00	R\$ 4.591,96	R\$ 600,00	-	R\$ 5.786
2	R\$ 10.978,00	R\$ 4.591,96	R\$ 600,00	-	R\$ 5.786
3	R\$ 10.978,00	R\$ 4.591,96	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 2.337
4	R\$ 10.978,00	R\$ 4.591,96	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 2.337
5	R\$ 10.978,00	R\$ 4.591,96	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 2.337
6	R\$ 10.978,00	R\$ 4.591,96	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 2.337
7	R\$ 10.978,00	R\$ 4.591,96	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 2.337
8	R\$ 10.978,00	R\$ 4.591,96	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 2.337
9	R\$ 10.978,00	R\$ 4.591,96	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 2.337

Fonte: Autor

Da mesma forma, foi estimado uma nova demonstração de fluxo de caixa, com as informações do tratamento 3 (tabela 13), também foram incluídos os custos com os fertilizantes no valor total do investimento inicial e nos custos fixos ao ano, como também a inclusão do valor pago pelo financiamento ao ano, a partir do período de carência.

Tabela 12 - Custos fixos ao ano para o tratamento 3

CUSTOS FIXOS/ANO (TRATAMENTO 3)	VALOR
Energia	R\$ 503,64
Pró-labore (1 pessoa/1h/dia)	R\$ 1.680,00
Produção de mudas	R\$ 221,20
Ração	R\$ 1.020,00
Fertilizantes	R\$ 1.167,12
Total	R\$ 4.591,96

Fonte: Autor

Tabela 13 - Indicadores econômicos para o tratamento 3

INDICADORES ECONÔMICOS (TRATAMENTO 3)	
TMA	2,75%
VPL	-R\$ 1.029

TIR	1,7%
(B/C)	0,96
PAYBACK	-

Fonte: Autor

Na tabela 15, os resultados dos indicadores de análise econômica do tratamento 3 demonstram que o VPL do projeto ficou estimado em um valor negativo de - R\$ 1.029,00, a TIR de 1,7%, abaixo da TMA, o índice benefício/custo foi de 0,96, dessa forma como os valores dos indicadores econômicos ficaram abaixo do esperado, demonstrando uma inviabilidade de investimento, não foi possível calcular o tempo de payback.

3.3.4 Tratamento 4 (25% água de peixe e 75% solução nutritiva)

No último tratamento foi analisado a viabilidade econômica, da implantação de um sistema semi aquaponico utilizando 25% de água de peixe e 75% de solução nutritiva, como a fonte de nutrição vegetal.

De acordo com a tabela 16, os custos dos fertilizantes foram calculados em cima do total de 4000 litros água/mês, com a porcentagem de 75% de solução nutritiva no sistema, resultando 3000 litros para o preparo da mesma por mês. Da mesma forma, o valor desse gasto foi incluído ao investimento inicial e aos custos fixos.

Tabela 14 - Custos dos fertilizantes/ano (Tratamento 4)

Fertilizantes (MACROS)	Quant. (g)	Preço
Nitrato de Cálcio	27.000	R\$ 621,00
Nitrato de Potássio	18.000	R\$ 448,20
Fosfato monoamônico (MAP)	5.400	R\$ 64,80
Sulfato de Magnésio	14.400	R\$ 113,76
TOTAL		R\$ 1.247,76
Fertilizantes (MICROS)	Quant. (g)	Preço
Sulfato de Cobre	5,40	R\$ 2,157
Sulfato de Zinco	18	R\$ 13,765
Sulfato de Manganês	54	R\$ 47,390
Ácido Bórico/borax	54	R\$ 16,146
Molibdato de Sódio	5,40	R\$ 3,348
Ferro 6%	1.080	R\$ 420,120
TOTAL		R\$ 502,926
TOTAL (FERTILIZANTES)		R\$ 1.750,69

Fonte: Autor

Tabela 15 – Demonstração do fluxo de caixa para o tratamento 4

ANO	RECEITA BRUTA	COSTOS FIXOS	CUSTOS VARIÁVEIS	FINANCIAMENTO	FLUXO DE CAIXA
0	-	-	-	-	-R\$ 26.644
1	R\$ 10.978,00	R\$ 5.175,53	R\$ 600,00	-	R\$ 5.202
2	R\$ 10.978,00	R\$ 5.175,53	R\$ 600,00	-	R\$ 5.202
3	R\$ 10.978,00	R\$ 5.175,53	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 1.753
4	R\$ 10.978,00	R\$ 5.175,53	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 1.753
5	R\$ 10.978,00	R\$ 5.175,53	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 1.753
6	R\$ 10.978,00	R\$ 5.175,53	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 1.753
7	R\$ 10.978,00	R\$ 5.175,53	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 1.753
8	R\$ 10.978,00	R\$ 5.175,53	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 1.753
9	R\$ 10.978,00	R\$ 5.175,53	R\$ 600,00	R\$ 3.449,52	R\$ 1.753

Fonte: Autor

Como visto na tabela 17, para a demonstração de fluxo de caixa para o tratamento 4, também foi adicionado o valor do financiamento Pronaf Semiárido, pago ao ano a partir do tempo de carência.

Tabela 16 - Custos fixos ao ano para o tratamento 4

CUSTOS FIXOS/ANO (TRATAMENTO 4)	VALOR
Energia	R\$ 503,64
Pró-labore (1 pessoa/2h/dia)	R\$ 1.680,00
Produção de mudas	R\$ 221,20
Ração	R\$ 1.020,00
Fertilizantes	R\$ 1.750,69
Total	R\$ 5.175,53

Fonte: Autor

Tabela 17 - Indicadores econômicos para o tratamento 4

INDICADORES ECONÔMICOS (TRATAMENTO 4)	
TMA	2,75%
VPL	-R\$ 6.210
TIR	-3,9%
(B/C)	0,77
PAYBACK	-

Fonte: Autor

Os indicadores de rentabilidade econômica desse tratamento nos mostram um VPL negativo para o investimento, com um valor de - R\$ 6.210,00, como também uma TIR negativa de -3,9%, o índice benefício/custo de 0,77 (abaixo de 1).

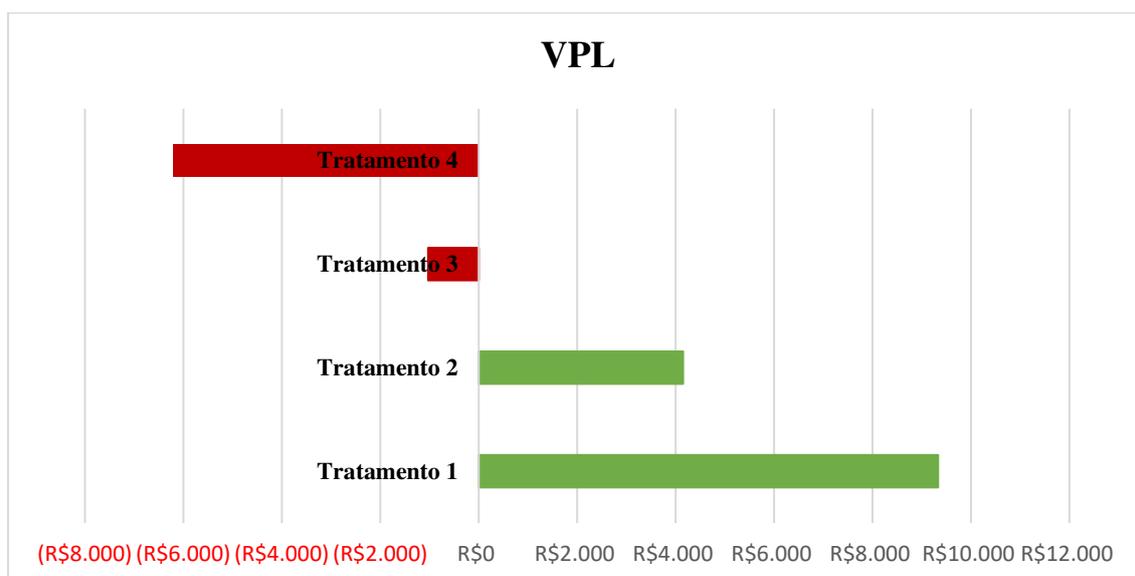
Por conseguinte, o tempo de payback não pode ser calculado, devido a inviabilidade do investimento proposto, a partir desse tratamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Valor Presente Líquido (VPL)

O VPL é um indicador econômico que busca trazer ao valor presente um valor futuro. Ele significa a diferença entre os recebimentos e os pagamentos de um projeto de investimento em valores monetários atuais. A interpretação do VPL pode ser entendida da seguinte forma, se o VPL do projeto for maior que zero, o investimento é viável e poderá trazer retornos até superiores do que o esperado, agora se o VPL for negativo, o investimento no projeto é considerado inviável, com grandes chances de prejuízos futuros. E por fim, se o VPL for zero, o investimento não trará prejuízos e nem benefícios, sendo considerado um investimento neutro (MARION, 1998).

Figura 9 - Comparação econômica entre o VPL dos tratamentos



Fonte: Autor

A partir do gráfico 1, podemos observar que o tratamento 1, em que é utilizado apenas a água de peixe, como fonte de nutrição para as plantas possui o maior VPL, sendo, portanto, o mais viável e atrativo economicamente em se fazer o investimento, a maior vantagem em se utilizar o método VPL, como indicador de rentabilidade econômica está em verificar se o projeto irá aumentar o valor de um empreendimento, dessa forma para o tratamento 1 a empresa rural poderia aumentar seu valor em até quase R\$ 10.000 reais

ao final do tempo estimado de projeto, já descontando o valor de investimento inicial e o valor de financiamento.

Contudo, o VPL do tratamento 2, em que se usa 75% de água de peixe e 25% de solução nutritiva, também demonstrou viabilidade positiva e possibilidade de lucro ao final do tempo de projeto, com um VPL positivo de R\$ 4.151, o que nos mostra que mesmo com o acréscimo de fertilizantes no sistema semi aquaponico, teria sim como integrar nutrição vegetal e rentabilidade econômica para melhores ganhos na comercialização, haja vista, que quanto maior for o aporte de nutrição calculada, maior será o quantitativo de biomassa das plantas, o que poderia levar a uma melhor qualidade da rúcula em gramatura, por conseguinte, o preço de venda também poderia aumentar.

Agora, conforme o gráfico 1 nos demonstra, os tratamentos 3 e 4, nessas condições, são inviáveis economicamente de obtenção de ganhos econômicos no futuro, pois os valores de VPL dos mesmos se apresentam negativos. Entre um tratamento e outro existe uma diferença significativamente considerável, enquanto o VPL do tratamento 3 é de - R\$ 1.029, o do tratamento 4 consegue ser até seis vezes maior em uma escala de inviabilidade econômica com um VPL de - R\$ 6.210, o que nos possibilita fazer um questionamento quanto aos custos dos fertilizantes, percebe-se que quanto mais é requerido o uso de fertilizantes químicos no sistema, mais o investimento se torna inviável economicamente, pois os custos com esse item encarecem a produção no geral, principalmente se levarmos em conta o cenário econômico atual provocado pelas consequências da pandemia da COVID-19, que de acordo com o Boletim Macro da Fundação Getúlio Vargas (FGV) de 2021, os suprimentos agropecuários, como rações, defensivos agrícolas e fertilizantes, avançaram os preços acentuadamente, subindo em média 9,3%, fazendo tais itens acumularem alta de 35,8% nos últimos 12 meses (BRAZ, 2021).

De acordo com (GARRIDO, 2021) especificamente, tratando-se de fertilizantes químicos, teve uma alta de 200% nos preços desse item durante o período de pandemia, que é resultado de um conjunto de situações, que geraram uma crise nunca vista antes, haja vista, pelas crescente taxa inflacionária e problemas energéticos pontuais nos principais países produtores dos fertilizantes, como a China e os Estados Unidos, atrelado a entraves mundiais como, o aumento do preço do barril de petróleo no mercado internacional, a supervalorização do dólar e aumento do preço da matéria prima utilizada para fabricação de alguns desses fertilizantes, como o gás natural.

Outro aspecto importante de se observar é a individualidade de cada indicador de rentabilidade econômica quanto a interpretação de cada resultado, segundo (HAYES, WHEELWRIGHT, *et al.*, 1988) a abordagem tradicional pressupõe uma análise projeto a projeto, cada um com sua própria requisição de capital. Ela não é capaz de levar em conta a interdependência entre diferentes projetos. Além disso, mesmo que as análises quantitativas tradicionais projetem demandas, preços e custos corretamente, e considerem diversas sequencias de investimento possíveis, elas falham por não conseguirem captar as possibilidades de aprendizado e as opções de ações futuras proporcionadas por estas sequencias.

Já nas palavras de (MYERS, 1987), essas possibilidades podem levar a empresa a aceitação de projetos com VPL pequeno, ou mesmo negativo, se sua implementação for indispensável para que a empresa tenha acesso a futuras oportunidades de negócio financeiramente vantajosos. Ainda de acordo com (MYERS, 1987) é a realidade da análise de viabilidade econômico-financeira de projetos agropecuários, pois com a aplicação das técnicas convencionais ignoram-se as possibilidades de decisões futuras, causadas pelas incertezas inerentes ao agronegócio, tais como variação de preços e de volume de produção.

Diante disso, além da variável econômica também é necessário se fazer uma análise qualitativa de cada tratamento, haja vista, que parâmetros de qualidade vegetal são importantes indicadores para uma melhor performance comercial dos produtos obtidos.

Portanto, como podemos observar na figura 10, o tratamento 1 mesmo apresentando o maior VPL e teoricamente sendo considerado viável em termos econômicos, torna-se inviável em termos qualitativos e comerciais, pois a rúcula não consegue chegar ao tamanho padrão desejado de mercado, inviabilizando todo o processo de comercialização, e conseqüentemente, de fluxo de caixa ao longo dos anos de investimento.

Figura 10 - Comparação das estruturas vegetais obtidas em cada tratamento

4.2 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Para que a TIR seja interpretada, precisa-se fazer uma comparação com a TMA definida anteriormente no início do investimento, que foi de 2,75% ao ano. Caso a TIR seja superior a TMA, o investimento é lucrativo e traz um retorno benéfico para o empreendimento, contudo, se a TIR for igual ou menor que a TMA, o investimento é considerado inviável. Com a relação da TIR e a TMA, pode-se fazer também uma comparação dessa relação com o VPL, de acordo com a tabela 20, quando a TIR for maior que a TMA, o VPL consequentemente será maior que zero, e assim também de modo contrário, já quando a TIR se iguala a TMA, o VPL do investimento passa a ser zero, ou seja, o investimento ficará neutro.

Tabela 18 - Integração dos indicadores de rentabilidade econômica

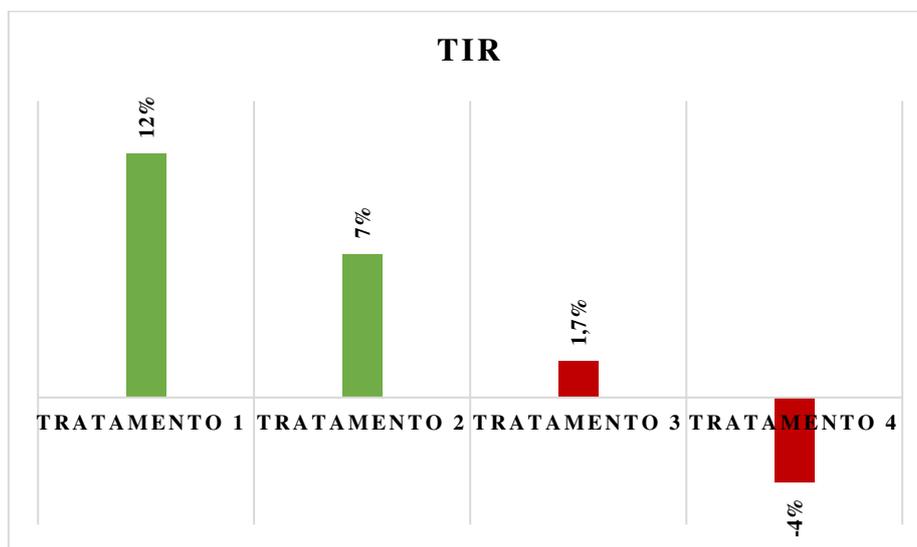
TMA < TIR	VPL > 0
TMA > TIR	VPL < 0
TIR = TMA	VPL = 0

Fonte: Autor

A TIR significa a rentabilidade do projeto investido em porcentagem, relacionado estritamente com a taxa definida para o custo de capital, na qual chamamos

de TMA, refletindo diretamente na qualidade do investimento proposto. Gestores de empresas costumam sempre buscar pelas maiores TIR, contudo é preciso interpretar as variáveis existentes em cada projeto analisado.

Figura 11 - Comparação econômica entre a TIR dos tratamentos



Fonte: Autor

Como apresenta o gráfico 2, os melhores resultados de TIR foram do tratamento 1, com 12%, e do tratamento 2, com 7%, o investimento nesses dois tratamentos se tornam viváveis, haja vista, que superaram a TMA definida para a análise econômica desse trabalho, de 2,75%, conforme a taxa de juros prefixada pelo financiamento, através do Pronaf Semiárido. Já os tratamentos 3 e 4, demonstram sua inviabilidade econômica por estarem abaixo de 2,75%, sendo que precisariam está acima desse valor para alcançar uma certa viabilidade.

O que podemos refletir desse cenário é sobre a qualidade do investimento proposto a longo prazo, olhando a realidade de cada tratamento, o tratamento 1 possui a melhor TIR, pois mostra-se como um panorama de uma produção agrícola sustentável, semelhante as condições de natureza real, a partir da independência de insumos externos, trazendo consigo o maior conceito de sustentabilidade entre todos os tratamentos apresentados, pois conforme (ASSIS, 2005) a adoção de práticas sustentáveis e/ou agroecológicas podem garantir a produção de alimentos mais saudáveis pelo não uso de insumos químicos, bem como de proporcionar gradativamente a independência de

insumos externos à propriedade familiar, o que pode melhorar as questões econômicas das famílias, com possíveis retornos lucrativos de pequenos investimentos realizados.

Em trabalho correlatos como o de (ALMEIDA, 2013), (BRABO, FLEXA, *et al.*, 2013) e (FURLANETO e ESPERANCINE, 2009), a TIR dos tratamentos 1 e 2 apresentaram um valor dentro da escala aceitável para projetos agropecuários com boas viabilidade econômica em comparação a esses estudos, ficando dentro do intervalo de 1,70% a 45,51%. Pode ser explicado pelo fato de que o investimento inicial possa ser baixo, relacionado a outros empreendimentos que obtiveram essas TIR baixas, além das diferentes dimensões de cada projeto proposto para se analisar economicamente. Dessa forma, devemos não só analisar a TIR, mas também outros métodos que permitam fazer uma análise completa de viabilidade financeira.

Em contrapartida, os tratamentos 3 e 4, tornam-se inviáveis a partir dos resultados da TIR abaixo do fixado pela TMA, como já dito antes, uma das explicações possíveis para esse resultado seriam os altos custos com fertilizantes, porém é bom salientar que as dimensões e cenários propostos para esse experimento base é um dos fatores principais para os resultados expostos, haja vista, que outro produtor familiar poderia optar em reduzir alguns custos, como instalações, por exemplo, uma estufa agrícola de menor dimensão é menos onerosa ou ainda a construção do tanque dos peixes com outros materiais mais acessíveis, até mesmo o custo com mão de obra poderá ser reduzido diante do pró labore do próprio agricultor, já que trata-se uma pequena unidade familiar, igualmente no trabalho de (MARTINELLI, 2019) que baseou também seu projeto a partir da realidade de agricultores familiares, em que a estrutura do investimento foi adaptada para melhor atendê-los, ou seja, todos os equipamentos e utensílios utilizados foram de fácil obtenção e a preços mais acessíveis.

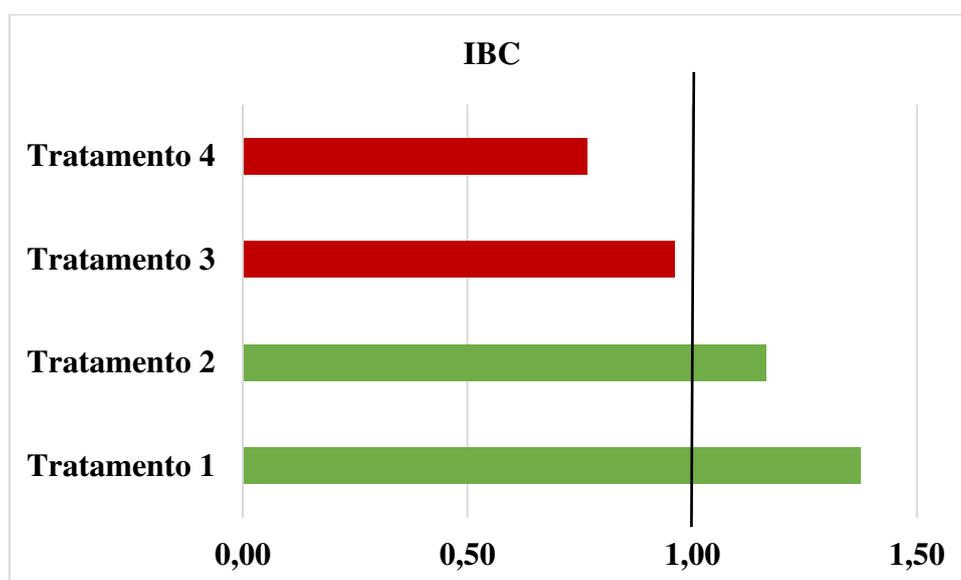
Conforme (DALAZEN, 2019) o custo de implantação tem impacto direto na rentabilidade dos empreendimentos, logo alternativas que procurem minimizá-lo podem tornar esta atividade ainda mais atrativa (BRABO, FLEXA, *et al.*, 2013).

Para (MARTINELLI, 2019) a adequação dos sistemas sempre irá ocorrer de acordo com as características locais e o perfil do produtor. No trabalho de (CELESTRINO e VIEIRA, 2018), por exemplo, a estrutura era menor que a proposta nesse trabalho, o que acarretou em um investimento menor e viabilidade econômica aceitável, para a produção de 144 hortaliças por ciclo, enquanto que neste presente estudo são produzidas 400 unidades de rúcula/ciclo.

4.3 Índice Benefício Custo (IBC)

A interpretação do IBC é analisada através da ótica do resultado entre a relação dos custos e benefícios, se nesse caso, sendo maior que 1, significa dizer que o investimento no projeto é economicamente viável e atrativo, em contrapartida se o resultado do IBC for abaixo de 1, significa que o investimento não é considerado viável e poderá trazer prejuízos (VALOREASY, 2020).

Figura 12 - Comparação econômica entre o IBC dos tratamentos



Fonte: Autora

O índice benefício/custo também conhecido como índice de lucratividade ou índice de liquidez é um indicador de rentabilidade econômica que mostra quanto de retorno em valor monetário equivale R\$ 1,00 investido no projeto, para que esse investimento seja viável o IBC terá de ser maior que 1.

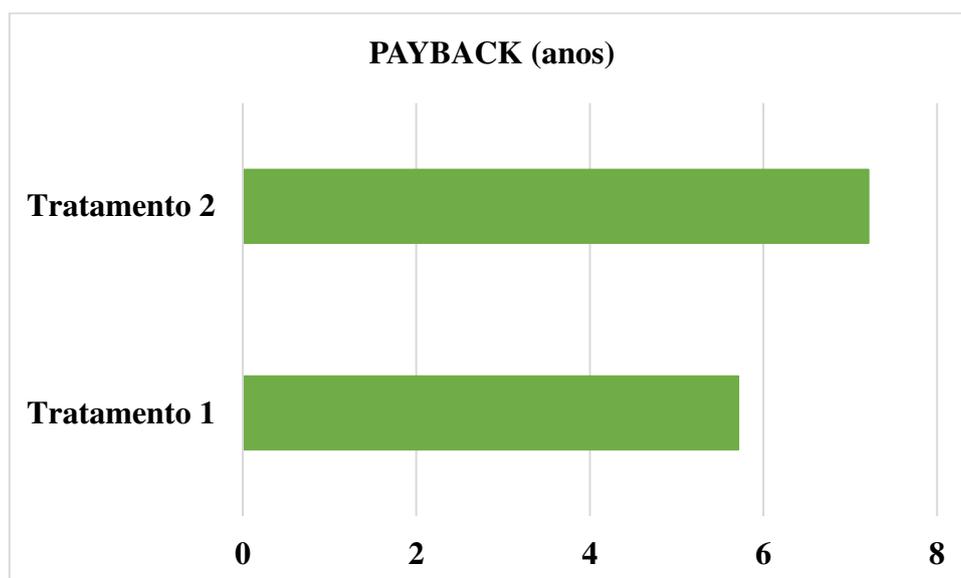
Dessa forma, os resultados da figura 12, apresentam que novamente os tratamentos que apresentaram viabilidade econômica a partir desse indicador, são os tratamentos 1 e 2, o tratamento 1 teve como IBC o valor de 1,37, ou seja, a cada R\$ 1,00 investido ao final do projeto retornará R\$ 1,37 reais – observando apenas aspectos econômicos, desconsiderando tamanho e qualidade das plantas - da mesma forma para o tratamento 2, a cada R\$ 1,00 investido, retornará R\$ 1,16 reais. Em uma comparação com (MARTINELLI, 2019), baseado em algumas semelhanças dos cenários propostos exceto de dispêndio com a mão-de-obra, o IBC foi de 1,95.

Novamente o panorama dos tratamentos 3 e 4, demonstram que nessas condições os investimentos seriam inviáveis economicamente, por ficarem abaixo de 1, o tratamento 3 apresentou um IBC de 0,96, enquanto o tratamento 4 possui um IBC de 0,77, interpretando esses valores, significa dizer que para cada R\$ 1,00 real investido, o projeto gera prejuízo de R\$ 0,96 e 0,77 de fluxo de caixa, respectivamente. Para (LIMA, 2020), que se trabalhou apenas com a realidade hidropônica de produção da alface, em época semelhante a dessa análise presente, o IBC resultante foi de 1,015, o que demonstra que mesmo com cenários próximos, o IBC pode sofrer influência pela época do investimento em que acontece, como no caso dos anos 2020 e 2021, que foram fortemente marcados por altas taxas inflacionárias, decorrente das consequências do período da pandemia do COVID-19, excessivamente relacionado a incertezas econômicas mundiais.

4.4 Payback

Para os tratamentos economicamente viáveis de investimento, como o tratamento 1 e 2, os paybacks foram de 5,71 anos e 7,21 anos, respectivamente. O payback é um indicador de rentabilidade que mede a quantidade de tempo em anos que o investimento levará para se pagar, geralmente menores paybacks são mais atrativos para investimentos (VALOREASY, 2020), nesse caso não foi possível estimar o payback dos tratamentos 3 e 4, devido a situação de inviabilidade econômica.

Figura 13 - Payback dos tratamentos viáveis economicamente



Fonte: Autora

De acordo com o estudo de (RIBEIRO, 2017), realizado na cidade de Araucária, no Paraná, com tema correlato, apresentou payback de 3,3 anos o que diverge dos valores calculados no presente trabalho, demonstrando, relativamente, o rápido retorno do investimento. Contudo, infere-se que até a região onde o investimento é alocado pode determinar sua viabilidade, nesse caso comparando cenários de diferentes macrorregiões do país. Dessa forma, é válido salientar que cada projeto possui características estruturais diferentes, o que sempre irá resultar em dificuldade de comparativos entre diferentes projetos.

5 CONCLUSÃO

Concluiu-se que, o sistema semi aquaponico do experimento realizado na UFC, pela realidade, condições e dimensões apresentadas, mostra que o tratamento 1 (100% água de peixe) só é viável em termos numéricos, mas não em termos de qualidade comercial, tornando-se inviável e não passível de lucro futuros.

Dentro do panorama apresentado o tratamento 2 (75% água de peixe e 25% solução nutritiva) se ajusta tanto na viabilidade econômica quanto em padrões qualitativos de comercialização.

O custo inicial total foi de R\$ 24.893,00, sendo que mais de 60% do custo foi com a aquisição de estufa agrícola e insumos externos.

Outros componentes tais como, tanque de peixes, calhas de hidroponia, bomba de água representaram juntos uma participação um pouco maior que 10% dos custos totais.

A inviabilidade econômica dos tratamentos 3 (50% água de peixe e 50% solução nutritiva) e 4 (25% água de peixe e 75% solução nutritiva) se dá, principalmente, em função do aumento com os custos de fertilizantes no cenário atual.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. **Soja e milho cozidos como substitutos parciais da ração comercial na alimentação de tambatinga - avaliação em piscicultura comercial**. IV CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA DE ESPÉCIES NATIVAS. [S.l.]: [s.n.]. 2013.
- ALVES. **Estudos sobre o cultivo de hortaliças e peixes em sistemas aquapônicos na região da Alta Paulista**. Congresso de Extensão Universitária da. Bauru: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. 2015. p. 1-5.
- ASSAF NETO, Alexandre. **Estrutura e análise de balanços: um enfoque econômico-financeiro**. São Paulo: Atlas, 2012.
- ASSIS, RENATO. **Agricultura Orgânica e Agroecologia: Questões Conceituais e Processo de Conversão**. EMBRAPA, Documento 196. Rio de Janeiro. 2005.
- BEZERRA, Egídio; BARRETO, Levy. As técnicas de hidroponia. **Academia Pernambucana de Ciências Agrônomicas**, 2012.
- BIALLI, Amanda P.; CRUZ, Ian D. **Aquaponia: manual para produção de pequena escala**. Curitiba. 2016.
- BRABO, MARCOS *et al.* **VIABILIDADE ECONÔMICA DA PISCICULTURA EM TANQUES-REDE NO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ, ESTADO DO PARÁ**. Informações Econômicas. São Paulo: [s.n.]. 2013.
- BRAZ FILHO, M.S.P. **Qualidade na produção de peixes em sistemas de recirculação de água**. São Paulo. 2000.
- BRAZ, André. Boletim Macro (FGV). **Inflação**, Março 2021.
- CALLADO, A. A. C. & C. A. L. C. **CUSTOS: UM DESAFIO PARA A GESTÃO NO AGRONEGÓCIO**. VI Congresso Brasileiro de Custos. São Paulo: [s.n.]. 1999.
- CARNEIRO, Paulo C. F. E. A. "Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia." **Embrapa Tabuleiros Costeiros-Documents-Aracaju**, Aracaju, Outubro 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142630/1/Doc-189.pdf>.
- CELESTRINO, R. B.; VIEIRA, S.C. **Sistema aquaponico uma forma de produção sustentável na Agricultura Familiar e em área periurbana**. RECODAF. [S.l.]. 2018.
- CHOPIN, T.; SAWHNEY, M. Seaweeds and their mariculture. In: : STEELE, J. H.; TUREKIAN, K. K.; THROPE, S. A. **Encyclopedia of ocean science**. [S.l.]: [s.n.], 2009.

- COMETTI, Nilton. **Nutrição Mineral da Alface (*Lactuca sativa* L.) em Cultura Hidropônica – Sistema NFT**. Rio de Janeiro. 2003.
- CORRÊA, Bernardo R. S. **Aquaponia rural**. Brasília. 2018.
- CORSO, M, N. **Uso de sistemas com recirculação em aquicultura**. Porto Alegre: [S.n.], 2010. 36 p.
- DALAZEN, GABRIELLE. **AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO SISTEMA DE AQUAPONIA FAMILIAR EM SANTARÉM, OESTE DO PARÁ**. Agroecossistemas. [S.l.]: [s.n.]. 2019. p. 40-56.
- EMERENCIANO. AQUAPONIA NO BRASIL – O QUE FUTURO NOS AGUARDA? **aquaculturebrasil.com**, 01 Outubro 2016. Disponível em: <https://www.aquaculturebrasil.com/artigo/22/aquaponia-no-brasil-%E2%80%93-o-que-futuro-nos-aguarda>.
- FAO. In: NATIONS., Food A. A. O. O. T. U. **Code of conduct for responsible fisheries**. Rome: [s.n.], 2014. p. 41.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Database on Introductions of Aquatic species**.
- FARO, C. **Engenharia econômica: Elementos**. São Paulo: APEC, 1972.
- FEIJÓ ET AL. **Contabilidade social: o novo sistema de contas nacionais do Brasil**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- FEIJÓ, Catarina S. Aquaponia - Você conhece esse sistema? **ecotelhado.com**, 15 Fevereiro 2018. Disponível em: <https://ecotelhado.com/12396/>.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2007.
- FRIES, Lorin. O microbioma, a aquaponia e o futuro dos alimentos. **forbes.com.br**, 29 Abril 2019. Disponível em: <https://forbes.com.br/negocios/2019/04/o-microbioma-aquaponia-e-o-futuro-dos-alimentos/>.
- FURLANETO, FERNANDA; ESPERANCINE, MAURA. **ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE PROJETOS DE IMPLANTAÇÃO DE PISCICULTURA EM VIVEIROS ESCAVADOS**. Informações Econômicas. São Paulo: [s.n.]. 2009.
- FURLANI ET AL. Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido. **Informe Agropecuário 200/201**, 1999. 99-104.
- FURLANI, P.R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia -NFT**. Campinas. 1997.

- FURLANI, PEDRO *et al.* **Cultivo Hidrrôponico de Plantas**. [S.l.]: [S.n.], 1999.
- GALESNE; FENSTERSEIFER; LAMB. DECISÕES DE INVESTIMENTOS DE EMEPRESAS. **Revista de Administração de Empresas**, p. 78-80, 2001.
- GARRIDO, MARCOS. Preços dos fertilizantes disparam no mercado internacional. **CBN Londrina**, 2021. Disponível em: <https://cbnlondrina.com.br/materias/precos-dos-fertilizantes-disparam-no-mercado-internacional>. Acesso em: 06 Dezembro 2021.
- GJESTELAND, Ingrid. **Study of Water Quality of Recirculated Water in Aquaponic Systems: Study of speciation of selected metals and characterization of the properties of natural organic matter**. Bergen. 2013.
- GODDEK, Simon; JOYCE, Alyssa; KOTZEN, Benz. **Aquaponics Food Production Systems**. [S.l.]: [S.n.], 2020.
- HAYES, R. H. *et al.* **Dinamic Manufacturing: Creating The Learning Organization**. New York: The Free Press, 1988. 70-79 p. ISBN 3.
- HERBERT, S.; HERBERT, M. **Aquaponics inAustralia- The integrations of Aquaculture andHydroponics**. Mudgee, Austrália: [S.n.], 2008.
- HESS, G. *et al.* **Engenharia econômica. 17 ed.** São Paulo: DIFEL, 1984.
- HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores**. São Paulo: Atlas, 2000.
- HOJI, Masakazu. **Administração Financeira: uma abordagem pratica**. São Paulo: ATLAS, 2006.
- HUNDLEY ET AL.,. APROVEITAMENTO DO EFLUENTE DA PRODUÇÃO DE TILÁPIA DO NILO PARA O CRESCIMENTO DE MANJERICÃO (*Origanum basilicum*) EMANJERONA (*Origanum majorana*) EM SISTEMAS DE AQUAPONIA. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, p. 51-55, 2013.
- HUNDLEY, G. C. E. A. Aproveitamento do efluente da produção de tilápia do Nilo para o crescimento de manjerona (*Origanum majorana*) e manjericão (*Origanum basilicum*) em sistemas de Aquaponia. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, p. 51-55, 2013.
- JORDAN ET AL. **AQUICULTURA EM SISTEMA FECHADO E CONTROLADO -INTEGRAÇÃO BIODIGESTOR/AQUAPONIA -PRODUÇÃO SUSTENTÁVELDE PEIXES, HORTALIÇAS E BIOENEGIA**. [S.l.], p. 38-54. 2013.
- LIMA. **AQUAPONIA, COMO FUNCIONA A. O QUE É AQUAPONIA?** Embrapa Amapá. [S.l.]. 2015.

- LIMA, FRANCISCO. **Análise de mercado para o sistema hidropônico de cultivo e consumo de hortaliças no município de Rio Verde – GO**. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GOIÁS. Goiás. 2020.
- LIMA, J. E. F. W. **Recursos Hídricos no Brasil e no Mundo**. [S.l.]: [S.n.], 2001.
- MACEDO, MARCELO; NARDELLI, PAULA. **UTILIZANDO OPÇÕES REAIS NA ANÁLISE DE VIABILIDADE DE PROJETOS DE INVESTIMENTO AGROPECUÁRIOS: UM ENSAIO TEÓRICO**. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio De Janeiro: [s.n.]. 2008.
- MACINTOSH, D.; PHILLIPS, M. **Environmental issues in shrimp farming**. Proceedings of the 3th Global Conference on the Shrimp Industry. Hong Kong: [s.n.]. 1992.
- MARENGONI, N. G. Produção de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (linhagem chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. In: _____ **Archivos de Zootecnia**. [S.l.]: [s.n.], 2006. p. 127-138.
- MARION, José C. **Contabilidade Básica**. São Paulo: [S.n.], 1998.
- MARTINELLI, GABRIEL. **VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMA DE AQUAPONIA, NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, PARANÁ**. XXI ENGEMA. Rio Grande do Sul: [s.n.]. 2019.
- MARTINS, Pedro. AQUAPONIA, uma novidade na educação ambiental. **Revista Científica Galego-Lusófana de Educación Ambiental**, p. 101-106, 2017.
- MEDEIROS, Leticia. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA AQUAPONIA PARA FINS DE IRRIGAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**. Mossró. 2019.
- MEURER, F. *et al.* Utilização de *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico para tilápias-do-nilo durante o período de reversão sexual submetidas a um desafio sanitário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 35, 2006.
- MONTOYA, R. A. E. A. Simulation of phosphorus dynamics in an intensive shrimp culture system: effects of feed formulation and feeding strategies. **Ecological Modeling**, p. 131-142, 2000.
- MYERS, S. C. Finance Theory and Financial Strategy. **Midland Corporate Finance Journal**, v. 5, p. 6-13, 1987.
- NASCIMENTO, CARMEM; SALOMÃO, IZOLENE. **A HIDROPONIA COMO RECURSO INTERDISCIPLINAR NO ENSINO FUNDAMENTAL**. UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA- UFRA. Igarapé - Açu. 2014.

- NETO, Alexandre A. **Matemática Financeira e Suas Aplicações**. São Paulo: ATLAS, 2006.
- NOW, Capital. Taxa mínima de atratividade: o que é e como calcular nos investimentos. **capitalresearch.com.br**, 18 Novembro 2019. Disponível em: <https://www.capitalresearch.com.br/blog/investimentos/taxa-minima-de-atratividade-o-que-e-e-como-calcular-nos-investimentos/>.
- OLIVEIRA, Saulo. **Sistema de Aquaponia**. Jataí. 2016.
- PHILLIPS, M. Seaweeds and their mariculture. In: STEELE, J. H.; TUREKIAN, K. K.; THROPE, S. A. **Encyclopedia of ocean science**. [S.l.]: [s.n.], 2009.
- PINTO, H. S. Você sabe o que é Aquaponia? Entenda como essa atividade pode auxiliar as estratégias de segurança alimentar e nutricional atuais, Brasília, 2015.
- PURQUEIRO, L. F. V. E. A. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula. **Horticultura Brasileira**, p. 464-470, 2007.
- QUEIROZ, J. F. D. E. A. **Boas práticas de manejo para sistemas de aquaponia**. Jaguariúna. 2017.
- RAKOCY, J. **Aquaponics-Integrating Fish and Plant Culture**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012.
- RIBEIRO, G. **Plano de Negócios: Aquaponia Nilosul**. Nilosul. Curitiba, p. 38. 2017.
- ROCHA ET AL.,. **Viabilidade econômica em um sistema de produção do cultivo de tilápia: um estudo de caso em uma propriedade rural**. [S.l.]. 2020.
- SABBAG, O.J *et al.* Análise econômica da produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade associativista em Ilha Solteira/SP. **Custos e Agronegócio (On-line)**, 2007.
- SALA, F. C. E. A. **Caracterização varietal de rúcula**. CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA. Brasília: [s.n.]. 2004.
- SCHULTER, E.P. V. F. J. E. R. **Evolução da Piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva da tilápia**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea. Brasília : [s.n.]. 2017. p. 47.
- SILVA ET AL. **AQUAPONIA: SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO DE PEIXES E PLANTAS**. VII Congresso Nacional da Educação. Maceió: [s.n.]. 2020.
- SILVA, M.L. E. F. A. A. DISCUSSÃO SOBRE OS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA: VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL), VALOR ANUAL EQUIVALENTE (VAE) E VALOR ESPERADO DA TERRA (VET). **Sociedade de Investigações Florestais**, p. 931-936, 2005.

SOUSA FILHO, L. N.; GANZO, B. S.; L., KREUTZFELD. Desempenho agrônômico de rúcula (*Eruca sativa* L.) em diferentes manejos da cobertura de solo. **Research, Society and Development**, 2021.

SOUZA ET AL. Utilização de água residuária e de adubação orgânica no cultivo do girassol. **Revista Caatinga**, p. 125-133, 2010.

SUSTENTARQUI. Fazenda Urbana cresce em cobertura no Brooklyn – EUA. **sustentarqui.com.br**, 28 Setembro 2015. Disponível em: <https://sustentarqui.com.br/fazenda-urbana-cresce-em-cobertura-no-brooklin-eua/>.

TEIXEIRA, N.T. **Hidroponia – uma alternativa para pequenas áreas**. Guaíba: Agropecuária, 1996.

TRANI, et A. . **Cultura da rúcula**. Campinas. 1992.

VALOREASY. Análise de Investimentos: O que é e seus principais métodos de avaliação. **Valoreasy.com.br**, 22 Abril 2020. Disponível em: <https://valoreasy.com.br/blog/analise-de-investimentos/>.

ZANIBONI FILHO, E. **Larvicultura de Peixes de Água Doce**.. [S.l.]. 2000.

ZANOTELLI, M. F. & M. J. A. **Hidroponia Básica**. – treinamento. ENCONTRO DE PRODUTORES RURAIS. Colatina: EAF-Col, (Apostila). 1997. p. 6.