UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

RAFAEL PEREIRA GRANJA

**Análise de viabilidade econômica de implantação de uma aquaponia no município de
Santa Cruz das Palmeiras - SP**

Pirassununga

2018

RAFAEL PEREIRA GRANJA

**Análise de viabilidade econômica de implantação de uma aquaponia no município de
Santa Cruz das Palmeiras - SP**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências do Programa de Pós-graduação em Gestão e Inovação na Indústria Animal.

Área de Concentração: Gestão e Inovação na Indústria Animal

Orientador: Prof. Dr. Adriano Rogério Bruno Tech

Pirassununga

2018

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP, com os dados
fornecidos pelo(a) autor(a)

GG759a Granja, Rafael Pereira.
 Análise de viabilidade econômica de implantação de
uma aquaponia no município de Santa Cruz das
Palmeiras - SP / Rafael Pereira Granja ; orientador
Adriano Rogério Bruno Tech. -- Pirassununga, 2018.
 75 f.

 Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
em Mestrado Profissional Gestão e Inovação na
Indústria Animal) -- Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

 1. Viabilidade econômica. 2. Aquaponia. 3.
Retorno econômico-financeiro. I. Tech,
Adriano Rogério Bruno, orient. II. Título.

RAFAEL PEREIRA GRANJA

**Análise de viabilidade econômica de implantação de uma aquaponia no município de
Santa Cruz das Palmeiras - SP**

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências do Programa de Pós-graduação em Gestão e Inovação na Indústria Animal.

Área de Concentração: Gestão e Inovação na Indústria Animal.

Data de aprovação: ____/____/____

Banca examinadora

Prof. Dr. Adriano Rogério Bruno Tech
USP/FZEA – Orientador

Prof. Dr. Marcelo Machado De Luca de Oliveira Ribeiro
USP/FZEA

Prof. Dr. Carlos Alberto Ferreira Bispo
AFA

Prof. Dr. Maria Angélica Rosa Ribeiro
ICMBio

*Dedico essa dissertação a minha
família: minha esposa Mariana,
companheira e incentivadora de todos
momentos, aos meus pais Fernando e
Fátima, meus irmãos Fernanda e
Rodrigo, aos meus sogros, Gilberto e
Maria José, meus Cunhados Fernando,
Felippe e Paula e aos meus sobrinhos
Lívia e Luiz Felipe por todo amor e
carinho. E a minha prima Roberta,
incentivadora dos meus estudos e por
todo amor e carinho.*

AGRADECIMENTOS

A Deus o grande criador do universo e soberano de toda inteligência nele existente.

A todos os colegas da Pós-graduação em especial do curso de Gestão e Inovação na Indústria Animal, e aos companheiros de curso que se tornaram amigos, em especial a Thais Zero, Bruno Eduardo, Oscar e Anelise.

A todos os professores da FZEA que contribuíram para minha formação.

Ao Professor Dr. Adriano Tech pela paciência, incentivo, orientação cordial e instrutiva.

Aos professores, membros da banca examinadora, pela disponibilidade, apreciação e valorosas contribuições dadas a este trabalho.

Aos funcionários da hidroponia Vale Verde, em especial ao senhor Aguinaldo que dedicou seu tempo para contribuir com minha pesquisa, passando informações relevantes ao estudo.

Às empresas Traldi Assessoria e Contabilidade, Zanatta Estufas Agrícolas, Machado Materias para Construção, FIT concreto e Prefeitura de Santa Cruz das Palmeiras pelas informações prestimosas para o desenvolvimento deste estudo.

Aos funcionários da FZEA, exemplo de profissionais: da Seção de Pós-graduação, da Biblioteca e da Diretoria, que sempre foram muito atenciosos e prestativos.

À Empresa Betão Autopeças, em especial ao Senhor Roberto Carlos Lucatelli – Betão, Renan, Gustavo, Jefferson, Diana, Mariana, Josiane, Juliana, Ney pela paciência em me ouvir, por muitas vezes, falando deste trabalho.

Aos amigos de longa data, que perto ou distante, estiveram na torcida pela concretização dessa etapa.

E a todos meus familiares, avós, tios, primos e sobrinhos.

*“Eu acredito demais na sorte. E tenho constatado
que, quanto mais duro eu trabalho, mais
sorte eu tenho.”*

Thomas Jefferson

RESUMO

GRANJA, R. P. **Análise de viabilidade econômica de implantação de uma aquaponia no município de Santa Cruz das Palmeiras - SP.** 2018. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

Os desafios de atender as necessidades do consumidor com uma oferta sustentável de alimentos desponta a aquaponia, que pode desempenhar importante papel no enfrentamento do aumento da demanda de uma crescente população mundial, apresentando resultados positivos incluindo renda, diversificação, melhoria na segurança alimentar, nutrição e benefícios ambientais. O presente trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade econômico-financeira de investimento da implantação de uma aquaponia para cultivo de hortaliças (alface e rúcula) consorciadas à produção de tilápia, na cidade de Santa Cruz das Palmeiras/São Paulo. A metodologia seguida para o desenvolvimento deste estudo está amparada nos princípios da análise economia, dos custos de produção e dos aspectos técnicos da Engenharia de Pesca e Agronômica. Foi realizada a coleta de dados de campo para uma padronização de preços de insumos (ração, mudas, juvenil), serviços de documentação, embalagens, salários, taxas, impostos, preço de mercado das hortaliças e do peixe, custo dos equipamentos e estrutura. Para o processo de avaliação do projeto de investimento foi elaborada uma análise financeira por meio do cálculo do volume de investimentos necessários para a instalação da aquaponia mediante a entrada das receitas e das despesas que ocorreram ao longo de dez anos. Os cálculos foram realizados com auxílio da planilha eletrônica do Software Excel. Para a implantação do empreendimento, a análise de Retorno do Investimento para um período de tempo de 10 anos aplicados a três diferentes cenários (C1 100% de venda para atacado, C2 100% de venda para o varejo e C3 50% de venda para atacado e 50% venda para varejo), indica uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de -18,35% para C1, de 71,18% para C2 e de 35,35% para C3; Valor Presente Líquido (VPL) de R\$ -168.406,61 para C1, de R\$ 871.809,94 para C2 e de R\$ 351.701,66 em C3; o Índice de Lucratividade de Longo-Prazo (IL) de 0,200 em C1, de 5,141 em C2 e de 2,670 em C3; a Taxa de Retorno (TR) em C1 é de -79,99%, em C2 de 414,07% e em C3 de 167,04%. Os investimentos produziram indicadores que apontam a viabilidade econômico-financeira para este projeto nos cenários 2 e 3 propostos. A implantação do empreendimento se mostrou favorável positivamente nestes dois cenários de receitas e o período de Retorno Econômico (*Payback* descontado) do investimento para estes cenários é de mais de 20 anos em C1, para o início do segundo ano em C2 e para o início do quarto ano em C3.

Palavras-chave: Viabilidade econômica. Aquaponia. Retorno econômico-financeiro.

ABSTRACT

GRANJA, R. P. **Economic feasibility analysis of an aquaponics implantation in the municipality of Santa Cruz das Palmeiras - SP.** 2018. 73 f. M.Sc. Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

Challenges of meeting consumer needs with sustainable food supply highlight aquaponics that can play an important role in facing the rising demand of a growing world population, with positive results including income, diversification, improvement in food security, nutrition and benefits environmental impacts. The present paper had the objective of analyzing the economical and financial feasibility of investing the implantation of an aquapony for the cultivation of vegetables (lettuce and arugula) consorted to the production of tilapia, in the city of Santa Cruz das Palmeiras / São Paulo. The methodology used for the development of this study is based on the principles of economics, production costs and technical aspects of Fisheries and Agronomy Engineering. Field data were collected for a standardization of input prices (ration, seedlings, juvenile), documentation services, packaging, wages, taxes, market price of vegetables and fish, equipment costs and structure. For the evaluation of the investment project, a financial analysis was elaborated by calculating the volume of investments necessary for the installation of the aquaponics through the entry of revenues and expenses that occurred over ten years. The calculations were performed using the Excel Software spreadsheet. For the implementation of the enterprise, the Investment Return analysis for a time period of 10 years applied to three different scenarios (C1 100% for wholesale, C2 100% for retail and C3 50% for sale and 50% for retail), indicates an Internal Rate of Return (TIR) of -18.35% for C1, 71.18% for C2 and 35.35% for C3; Net Present Value (NPV) of R \$ -168,406.61 for C1, R \$ 871,809.94 for C2 and R \$ 351,701.66 for C3; the Long-Term Profitability Index (IL) of 0.200 in C1, 5,141 in C2 and 2,670 in C3; the Return Rate (TR) in C1 is -79.99%, C2 is 414.07%, and C3 is 167.04%. The investments produced indicators that indicate the economic-financial viability for this project in scenarios 2 and 3 proposed. The implementation of the enterprise proved to be positively favorable in these two revenue scenarios and the Economic Payback period of the investment for these scenarios is more than 20 years in C1, for the beginning of the second year in C2 and for the beginning of the fourth year in C3.

Keywords: Economic viability. Aquaponics. Economic and financial return.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Interação entre os componentes biológicos em aquaponia.	19
Figura 2 – Interação entre os componentes biológicos em aquaponia.	21
Figura 3 – Sistema de produção com substrato (Media Filled Growbed).....	23
Figura 4 – Sistema de aquaponia caseiro com substrato.....	24
Figura 5 – Sistema em canaletas ou NFT (Nutrient Film Technique).....	25
Figura 6 – Cultivo hidropônico em canaletas.	25
Figura 7 – Sistema em placas flutuantes (Floating Raft System)	27
Figura 8 – Campo de verduras: visão geral de um sistema alagado com placas flutuantes.....	27
Figura 9 – Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	30
Figura 10 – Alface (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	31
Figura 11 – Ruculá (<i>Eruca sativa</i>).....	33
Figura 12 – Vista Superior via satélite da propriedade com potencial para implantação da aquaponia em Santa Cruz Das Palmeiras - SP	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Capacidade de Produção do modelo aquapônico de estudo em um ano de cultivo.....	49
Tabela 2 – Quantidade de produção com os índices de perdas	49
Tabela 3 – Investimento inicial em capital fixo e depreciação.....	51
Tabela 4 – Equipamentos e materiais para composição da aquaponia	52
Tabela 5 – Custos Variáveis	53
Tabela 6 – Custos Fixos	53
Tabela 7 – Valores de consumo total de ração (R\$ e kg) e Valor médio da ração	54
Tabela 8 – Custo da produção aquaponica em ordem decrescente (%)	55
Tabela 9 – Custo de produção e receita anual para cada cenário	56
Tabela 10 – Depreciação Linear Anual.....	57
Tabela 11 – Resultados do empreendimento para uma projeção de dez anos nos três cenários (entradas, saídas, manutenção, fluxo líquido, VP e VPL).....	58
Tabela 12 – Fluxos de Caixa nos três cenários.....	59

LISTA DE SIGLAS

AFA	Academia da Força Aérea
EUA	Estados Unidos da América
FAO	Food and Agricultural Organization
FZEA	Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
IBC	Índice Benefício Custo
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IL	Índice de Lucratividade
NFT	Nutrient Film Technique
ONU	Organização das Nações Unidas
PB	Proteína Bruta
PRC	Período de recuperação do capital
PVC	Policloreto de Polivinila
TIR	Taxa interna de retorno
TMA	Taxa mínima de atratividade
TR	Taxa de rentabilidade
USP	Universidade de São Paulo
VLE	Valor Líquido de Entrada
VP	Valor Presente
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 JUSTIFICATIVA E OBJETIVO.....	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivo Especifico.....	16
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1 Aquaponia	17
3.2 Sistema de produção de aquaponia.....	18
3.3 Princípios Biológicos e sistema de filtragem.....	20
3.4 Modelos de sistemas de produção em aquaponia	22
3.4.1 Sistema com substrato (Media Filled Growbed).....	23
3.4.2 Sistema em canaletas ou Nutrient Film Technique (NFT).....	24
3.4.3 Sistema em placas flutuantes (Floating Raft System)	26
3.5 Proporção entre plantas e peixes no sistema de aquaponia.....	28
3.6 Produtos do sistema de produção de aquaponia	28
3.6.1 Tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	29
3.6.2 Alface (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	31
3.6.3 Rúcula (<i>Eruca sativa</i>).....	32
3.7 Análise econômica de investimento	33
3.7.1 Valor presente líquido (VPL)	35
3.7.2 Taxa mínima de atratividade (TMA)	35
3.7.3 Taxa interna de retorno (TIR)	36
3.7.4 Taxa de rentabilidade (TR)	36
3.7.5 Período de recuperação do capital (PRC) ou período de payback descontado.....	37
3.7.6 Índice de lucratividade (IL) ou Índice benefício-custo (IBC)	37

4 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
4.1 Caracterização da empresa.....	40
4.2 Pesquisa de campo	42
4.3 Métodos de análise de viabilidade econômica.....	43
4.4 Cenários de receitas	44
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
5.1 Planejamento para instalação do empreendimento	46
5.2 Capacidades de Produção	47
5.3 Resultados levantados no projeto	50
6 CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS	62
ANEXOS.....	68

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da população mundial, sendo que, o planeta Terra é habitado por cerca de 7,6 bilhões de pessoas e esse número tende a aumentar, de tal forma que previsões apontam que a população mundial será de 8,5 bilhões em 2030 de acordo com, a Organização das Nações Unidas (ONU, 2017), e à crescente demanda por água impõe enorme pressão sobre os setores envolvidos com a produção de alimentos. “A sustentabilidade deixa de ser uma bandeira política e moral e passa a ser uma necessidade”, consequentemente, a produção de alimentos com perdas mínimas de água e nutrientes passa a ser também uma grande necessidade, se enquadrando neste conceito a aquaponia (HUNDLEY, 2013).

De acordo com Edgerton (2009), é cada vez mais oportuno garantir um abastecimento variado e confiável de alimentos que possa suportar o crescente aumento da população. É imprescindível que as produções agrícolas acompanhem esse crescimento de forma a conseguirem fornecer alimentos, rações para animais e fontes alternativas de combustíveis. O aumento da população traduz-se, portanto, num maior consumo de produtos de origem animal e vegetal.

Segundo dados da Food and Agriculture Organization of The United States FAO (2018), 60% dos principais estoques comerciais de peixes marinhos estão em recuperação, sobre explorados ou esgotados. Em muitos países desenvolvidos, os produtos de origem marinha foram indicados como uma alternativa saudável à carne vermelha e a outras fontes de proteína de origem animal, devido aos benefícios dos ácidos graxos e ômega-3 encontrados nas proteínas de peixes e crustáceos que são fundamentais para o desenvolvimento neurológico e a saúde dos seres humanos. Como resultado, a indústria da pesca tornou-se maior e mais eficiente, aumentando as capturas, e assim, as populações de peixes selvagens têm dificuldades para o seu repovoamento natural e em tempo hábil, devido à sobre-exploração dos estoques, ocasionando o desaparecimento de muitas espécies (JACOBS-MCDANIELS, 2014).

Nesse cenário de crise de sustentabilidade, a aquaponia – integração de produção de organismos aquáticos em ambientes controlados e hortaliças – desponta como uma alternativa possível, viável e sustentável para suprir a crescente demanda mundial por alimentos. A Conferência de 2017 da FAO em Roma, (FAO,

2018) recomendou o desenvolvimento de políticas e programas de campo para promover o investimento em países focados na nutrição e desenvolvimento da cadeia da aquicultura.

O desafio em atender as necessidades do consumidor com uma oferta sustentável de alimentos aquáticos persiste na proteção da gestão pesqueira e ambiental. No futuro, a aquicultura e a aquaponia podem desempenhar maior papel no confronto do aumento da demanda de uma crescente população mundial. Formas tradicionais da aquicultura (como a produção de arroz e peixe) podem ter resultados positivos, incluindo renda, diversificação, melhoria da segurança alimentar, nutrição e benefícios ambientais (reduzindo uso de pesticidas). Enfatizando ainda as espécies mais benéficas para as populações alvo, podem-se fortalecer as oportunidades de políticas e programas para melhorar a segurança alimentar e os resultados nutricionais.

Para Love et al. (2014), a aquaponia se apresenta como uma alternativa viável aos métodos mais tradicionais, apresentando uma série de vantagens tanto ao nível de qualidade dos produtos obtidos, bem como da economia dos recursos que utiliza. Todavia, ainda é uma forma de cultivo desconhecida para a grande maioria da população. Contudo, observa-se um crescimento de popularidade e atenção relativamente à aquaponia como um método importante e potencialmente sustentável de produção de alimentos.

Para que seja comprovada a sua viabilidade financeira é preciso levar em consideração a identificação do maior número possível de variáveis relacionadas ao projeto e assim estimar alguns indicadores financeiros, pois sem a mensuração desses indicadores, o empreendimento torna-se vulnerável a qualquer influência externa. Além disso, é indispensável fazer a avaliação financeira anteriormente a sua implementação para que o capital investido seja adequadamente aproveitado (SILVA, 2008).

Além de sustentável e de alta produtividade, deve-se avaliar a viabilidade desse modelo de empreendimento, econômica e financeiramente, a fim de atrair investidores e agricultores/piscicultores. Engenheiros e técnicos da área econômico-financeira utilizam de ferramentas para identificar os componentes necessários e os respectivos custos de implantação e de produção com o intuito de determinar alternativas econômicas e os riscos inerentes à viabilidade financeira que auxiliará o investidor/empreendedor na tomada de decisão para execução do empreendimento.

A análise de viabilidade econômica é um fator importante a se considerar no desenvolvimento de qualquer atividade, para que haja o aumento do resultado e um melhor ganho na produtividade. Dessa forma, torna-se oportuno analisar a viabilidade econômica de implantação de uma aquaponia na cidade de Santa Cruz das Palmeiras/SP, com característica de empreendimento familiar, para obtenção de indicadores que subsidiem a tomada de decisão que resultem no crescimento do setor na região de estudo e em outras regiões do país, por meio da mensuração de dados levantados a campo e avaliar o retorno econômico-financeiro do empreendimento aquapônico.

2 JUSTIFICATIVA E OBJETIVO

Grande parte da economia brasileira é constituída por micros e pequenas empresas, as quais possuem um tratamento diferenciado de gestão devido ao seu pequeno porte. Este tipo de organização é administrado, na maioria das vezes, por profissionais que possuem pouco conhecimento na área financeira, portanto algumas decisões financeiras podem ser tomadas sem um adequado planejamento.

Em virtude disto, este trabalho justifica-se pela importância de demonstrar como a análise de viabilidade econômica é um fator importante a se considerar no desenvolvimento de qualquer atividade produtiva, para que haja o aumento do resultado e um melhor ganho da produtividade.

2.1 Objetivo Geral

Analisar a viabilidade econômica de implantação de uma aquaponia na cidade de Santa Cruz das Palmeiras/São Paulo, com característica de um empreendimento familiar, para obtenção de indicadores que subsidiem a tomada de decisão em investir e resultem no crescimento do setor na região de estudo e, em outras regiões do país.

2.2 Objetivo Especifico

- A) Caracterizar uma unidade de produção aquapônica;
- B) Identificar os custos de implantação, fixos e variáveis;
- C) Avaliar o , da aquaponia, para avaliar se existe a possibilidade de dar suporte à tomada de decisão, a respeito da implantação de uma aquaponia na região de estudo.

Esta análise de viabilidade examinará os aspectos da aquaponia sob o ponto de vista econômico-financeiro, comercial e técnico.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aquaponia

A aquaponia é a combinação entre “aquicultura” (produção de organismos aquáticos) e “hidroponia” (produção de plantas em estrutura que não necessitam de terra, na qual as raízes das plantas ficam em contato com água e retiram dela nutrientes para seu desenvolvimento). A aquaponia é classificada como um sistema integrado de cultivo de organismos aquáticos, principalmente peixes e o cultivo de vegetais hidropônicos (CARNEIRO et al., 2015) que utiliza pouca água e aproveita nutrientes do sistema de forma eficiente em um processo de recirculação e tratamento de água.

Esse sistema tem sido proposto como método para controlar o acúmulo de nutrientes e resíduos provenientes da piscicultura, de forma que o consumo de água possa ser reduzido consideravelmente, produzindo culturas agrícolas adicionais com valor econômico agregado (RAKOCY; HARGREAVES, 1993).

Devido às suas características de sustentabilidade, a aquaponia apresenta-se como uma boa alternativa para a produção de alimentos de forma menos impactante para o meio ambiente (DIVER, 2006).

Há mais de 1000 a.C., os astecas utilizaram esse sistema para plantar o arroz e cultivar os peixes. Atualmente tem sido difundida amplamente nos Estados Unidos, Austrália e México a produção de plantas e peixes de alta qualidade para o abastecimento do mercado local. Além disso, é utilizado como um método educacional para explicar o conceito de sustentabilidade devido a sua funcionalidade que reutiliza a água do sistema (DUNWOODY, 2013).

De acordo com Carneiro et al. (2015), as pesquisas em aquaponia começaram a apresentar resultados mais expressivos nos últimos 10 anos, independente da aquicultura e hidroponia serem práticas de produção de alimentos há mais de 50 anos. Em especial, destacam-se os estudos conduzidos por pesquisadores da Universidade das Ilhas Virgens - EUA (RAKOCY; LOSORDO; MASSER, 2006). Existem também muitas informações técnicas e científicas sobre aquaponia no exterior, com destaque a países como Austrália, Canadá, Estados Unidos e Israel (DANAHER et al., 2013; ENDUT et al., 2010; GRABER; JUNGE,

2009; LENNARD; LEONARD, 2004; LENNARD; LEONARD, 2006; RAKOCY, 1997; RAKOCY et al., 2006; ROOSTA; MOHSENIAN, 2012; TYSON et al., 2008; TYSON; TREADWELL, 2011; SAVIDOV, 2004). No que se refere à literatura brasileira, apenas nos últimos anos foi observado maior interesse sobre esse assunto e, pesquisadores de universidades brasileiras e da Embrapa iniciaram seus primeiros ensaios experimentais.

Para Carneiro et al. (2015), apesar da aquaponia ser pouco difundida no Brasil, há grande expectativa de que essa forma sustentável de produção de alimentos possa se tornar em futuro próximo, muito popular, a exemplo do rápido desenvolvimento e uso dessa técnica observado nos últimos 10 anos. Contudo, a aquaponia envolve conhecimentos específicos para seu pleno funcionamento e sucesso de sua aplicação, seja para fins domésticos, comercial ou educacional, pois requer a compreensão dos elementos biológicos envolvidos no sistema.

A produção aquapônica utiliza apenas 10% da água utilizada em um sistema convencional de peixes, tornando-se uma alternativa sustentável de produção no Brasil, principalmente em lugares com pouca água (KODAMA, 2015). Por utilizar sistema de hidroponia, não se requer a utilização do solo para o cultivo de plantas (SOMERVILLE et al., 2014) e, desta forma, ele pode ser utilizado também em locais nos quais não há solos férteis para a produção de plantas, tais como regiões áridas e semiáridas como no centro-oeste e nordeste brasileiro (KODAMA, 2015).

3.2 Sistema de produção de aquaponia

No conceito de aquaponia entende-se que existe uma íntima interpelação entre os resíduos provenientes dos peixes e os vegetais cultivados. Segundo Rakocy, Losordo e Masser (2006), por ser um cultivo integrado entre peixes e plantas, a aquaponia oferece uma série de benefícios, por se tratar de uma cultura secundária aproveita os subprodutos de uma cultura primária para o seu benefício e em benefício do meio.

A aquaponia é composta por três componentes: sistema de produção de peixes em fluxo contínuo, sistema de filtro biológico e o cultivo hidropônico. Cada estrutura aquapônica tem suas características, e a técnica é estabelecida por sistema de recirculação: a água proveniente da produção animal tem que ser tratada

pelo filtro biológico de forma a transformar os desperdícios dos peixes em alimento para as plantas, posteriormente irriga as plantas e por fim retorna aos tanques (Figura 1). Contudo, a aquaponia necessita de conhecimentos específicos para seu funcionamento, visto que uma aquaponia é um ecossistema, o qual exige a compreensão dos elementos biológicos envolvidos neste cultivo (CANASTRA, 2017).

Figura 1: Esquema de sistema de produção aquapônico.

Fonte: BLUM, M. N. Efeito de diferentes níveis de arraçoamento e complementação mineral em sistemas de cultivo aquapônico de tilapia (*oreochromis niloticus*) e alface (*lactuca sativa*). Dissertação mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2018. p. 26.

As desvantagens do sistema aquapônico são: dependência de energia elétrica, dependência de conhecimentos básico de biologia, fitotecnia, piscicultura, hidráulica e engenharia (CARNEIRO et al., 2015). De acordo com Hallam (2013), nenhum produto químico deve ser adicionado ou pulverizado, uma vez que os peixes morreriam. Para ele, o ideal é a construção de uma estufa, a utilização de “sprays” ecológicos e a introdução de insetos benéficos para que, eventualmente, o equilíbrio natural seja alcançado. A aquaponia é totalmente orgânica e consiste muito mais do que o cultivo integrado entre peixes e plantas, mas representa a criação de um ecossistema.

Bernstein (2011) define aquaponia como o cultivo de peixes e plantas juntos em um ecossistema construído com recirculação, que utiliza ciclos naturais das

bactérias para converter os resíduos produzidos pelos peixes em nutrientes para as plantas. Sendo ambientalmente ecológico, é um sistema natural de crescimento de alimentos que aproveita os melhores atributos da aquicultura e hidroponia sem a necessidade de descartar qualquer quantidade de água, filtrá-la ou adicionar fertilizantes químicos.

Braz Filho (2000) salienta que a aquaponia se apresenta como um sistema de criação de peixes intensivo com recirculação de água, cujas principais vantagens são o controle da qualidade da água, minimização dos resíduos orgânicos resultantes da aquicultura, a redução da proliferação de algas e fungos (que podem conferir sabor desagradável ao peixe) e a possibilidade de obtenção de várias colheitas durante o ano.

3.3 Princípios Biológicos e sistema de filtragem

No sistema aquapônico, o fornecimento de ração é a entrada de insumo mais importante. Os peixes, ao alimentarem-se da ração, produzem excreções que serão convertidas em nutrientes que 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 e contínuos, dos quais destaca-se a nitrificação promovida pelas bactérias. Bactérias nitrificantes dos gêneros nitrosomonas e nitrobacter são responsáveis pela conversão da amônia (NH_3) em nitrito (NO_2^-) e esse em nitrato (NO_3^-), transformando substâncias tóxicas produzidas pelos peixes em nutrientes assimiláveis pelas plantas (Figura 2). O consumo dos nutrientes pelas plantas e a ação das bactérias são processos fundamentais para a filtração da água, garantindo as condições apropriadas para o desenvolvimento dos peixes (TYSON; TREADWELL; SIMONNE, 2011).

Figura 2 - Interação entre os componentes biológicos em aquaponia

Fonte: CANASTRA, I. I. O. **Aquaponia**: Construção de um sistema de aquaponia a uma escala modelo e elaboração de um manual didático. Porto – Portugal: Universidade do Porto - Faculdade de Ciências, 2017. p. 6.

Como o nitrogênio é o nutriente requerido pelas plantas em maior quantidade e o nitrato é a forma preferida de absorção, a compreensão e o manejo adequados das colônias de bactérias são de fundamental importância na aquaponia (TOKUYAMA et al., 2004). O surgimento dessas bactérias ocorre de forma natural, ou pode ser estimulado pela introdução de água na qual exista sua presença. Espera-se de 20 a 40 dias após a introdução dos peixes para que o ciclo de nitrificação se encontre em equilíbrio e seja possível o início da introdução das plantas no sistema.

Para Canastra (2017), as bactérias heterotróficas estão presentes nos sistemas aquapônicos e não têm a capacidade de produzir o próprio alimento, desta forma obtém o seu alimento pela decomposição de matéria orgânica. A degradação de matéria orgânica pelas bactérias heterotróficas libera energia, assim elas disponibilizam energia para as plantas pelo consumo de carbono orgânico. Dessa maneira, torna-se evidente que também estas bactérias têm um papel importante

nos sistemas aquapônicos. Contudo, elas não conseguem degradar toda a matéria orgânica.

Um dos pontos mais críticos em aquaponia é o pH. Para que seja mantido numa faixa satisfatória para todos estes organismos, é de extrema importância conhecer as necessidades de cada um individualmente. O pH recomendado para um sistema aquapônico deve variar entre 6,5 e 7,0 de forma a satisfazer todos os elementos biológicos presentes no sistema. As bactérias nitrificantes necessitam como pH ótimo um intervalo de 7,0 a 8,0, enquanto que, as plantas cultivadas em hidroponia crescem melhor num pH entre 5,5 e 6,5, e os peixes de água doce com interesse econômico requerem como pH ideal entre 7,0 e 9,0 (BRAZ FILHO, 2000).

Após a colonização do filtro biológico pelas bactérias e equilíbrio em geral de um sistema aquapônico é normal observar a contínua redução dos valores de pH. Esta observação é importante pois indica o bom funcionamento do filtro biológico. Por outro lado, faz-se necessária a contínua correção do pH para atender as necessidades dos três componentes biológicos envolvidos, conforme dito acima. Dentre as opções de substâncias tamponantes que podem ser utilizadas para a correção do pH em aquaponia, aquelas à base de potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) são as mais indicadas uma vez que se trata de nutrientes normalmente presentes em sistemas de aquaponia em quantidades inferiores às exigidas por muitos vegetais. Portanto, adições periódicas de substâncias como hidróxido de potássio, hidróxido de cálcio e calcário dolomítico em um sistema de aquaponia pode ser uma constante, não apenas para o tamponamento e ajuste do pH da água como também para a suplementação nutricional das plantas (CARNEIRO et al., 2015, p. 689).

3.4 Modelos de sistemas de produção em aquaponia

Assim como a escolha do tipo de tanque dos peixes pode variar, como exemplifica Emerenciano et al. (2015), os tanques podem ser projetados de várias formas (circulares, quadrados, retangulares, octogonais) e com a utilização de vários materiais (fibra, plástico, concreto, geomembrana etc.). Para Carneiro et al. (2015), o sistema para o cultivo das plantas com suas particularidades e variações, vantagens e desvantagens pode ser constituído dos mais diversos tamanhos e tipos de materiais. De acordo com Emerenciano et al. (2015) citam os principais tipos de bancadas, ou estruturas hidropônicas, onde as plantas são distribuídas e ficam em contato com a água e dependem da vazão para absorção dos nutrientes oriundos dos peixes. Elas podem ser de três tipos:

3.4.1 Sistema com substrato (Media Filled Growbed)

Neste sistema de produção, as plantas ficam dispostas em estruturas inundadas (camas) com a água da piscicultura e serve de filtro biológico e mecânico. Nessa estrutura utilizam-se substratos para a fixação das raízes, esses podem ser argila expandida, seixo rolado, areia, caco de telha, cascalho, brita, entre outros (Figura 3 e 4). Esse sistema de produção é o método mais popular em modelos de menor escala, requer também um sistema de sifão, pois é imprescindível que o substrato e as raízes das plantas tenham bastante oxigenação, sistema esse realizado por um sifão que faz com que a cama de cultivo encha e esvazie periódica e sistematicamente (SOMERVILLE et al., 2014).

É importante também o uso de substratos inertes, sendo muitas as opções existentes, tais como: argila expandida, pedra brita, seixos de leito de rio, rochas vulcânicas, areia grossa, entre outros. Estes apresentam-se como adequados ao desenvolvimento das raízes dos vegetais e das colônias de bactérias em um sistema de aquaponia (CARNEIRO et al., 2015).

Para o funcionamento adequado do sistema, a água proveniente da criação de peixes deve ser distribuída uniformemente nas camas de cultivo e a sua saída geralmente é feita por um sifão, facilitando o enchimento e esvaziamento cíclico desse ambiente, como uma oxigenação constante e homogênea, tanto das raízes das plantas quanto das colônias de bactérias (CARNEIRO et al., 2015).

Figura 3 - Sistema de produção com substrato (Media Filled Growbed)

Fonte: SOMERVILLE, C. et al. **Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming**. Rome, 2014. p. 35.

Figura 4 - Sistema de aquaponia caseiro com substrato.

Fonte: Somos Verdes. Disponível em: <<http://somosverdes.com.br/aquaponia-conheca-esse-sistema-que-esta-revolucionando-as-cidades/>>. Acesso em: 10 out. 2018.

3.4.2 Sistema em canaletas ou Nutrient Film Technique (NFT)

O NFT é um método hidropônico que usa tubos horizontais, cada um com um fluxo laminar de água rica em nutrientes provenientes dos tanques dos peixes (Figuras 5 e 6). Nesse método, as raízes das plantas são acomodadas em canaletas sendo parcialmente embebidas pela água que traz os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento (SOMERVILLE et al., 2014).

De acordo com Carneiro et al. (2015), o sistema de canaletas é o mais indicado para as plantas classificadas como folhosas (alface, rúcula, ervas aromáticas, outras) pela praticidade de colheita e comercialização. Nesse sistema as raízes das plantas estão sempre limpas, diferentemente ao observado no ambiente descrito anteriormente e não há a necessidade de lavagem após a colheita, o que diminui gastos com mão de obra e agrada ao consumidor final.

Nesse sistema, Rakocy, Losordo e Masser (2006) recomendam o uso de biofiltros separadamente para que o sólido em suspensão não obstrua as raízes e dificulte a absorção dos nutrientes, e também para que não haja acúmulo de materiais orgânicos e crie pontos onde não haverá oxigenação necessária para

a nitrificação e ressalta ainda o ajuste do espaçamento entre as plantas a serem dispostas ao longo do cano para que não comprometa o crescimento.

Figura 5 - Sistema em canaletas ou NFT (Nutrient Film Technique)

Fonte: SOMERVILLE, C. et al. **Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming**. Rome, 2014. p. 37.

Figura 6 - Cultivo hidropônico em canaletas.

Fonte: Própria autoria.

Conforme Somerville et al. (2014), a inclinação deve ser de 1 cm por metro para garantir que a água transcorra dentro do cano de forma eficiente, para que ocorra a absorção dos nutrientes pelas raízes das plantas. De acordo com Carneiro et al. (2015), várias canaletas são dispostas paralelamente nesse sistema e com desnível entre 8 e 12% para permitir a passagem da água por gravidade. É importante ressaltar que a extensão total do cano não deve exceder a 12 metros, para que não ocorra deficiência de nutrientes para as plantas que estão mais distantes da entrada da água com nutrientes em comparação a absorção dos nutrientes pelas plantas que estão próximas à entrada de água (SOMERVILLE et al., 2014).

3.4.3 Sistema em placas flutuantes (Floating Raft System)

Esse ambiente é composto de canais longos, estreitos e rasos ou até mesmo dentro do próprio tanque de peixe, onde, estruturas flutuantes como placas de isopor industrial, isopor comum ou madeira são utilizadas para fixar as plantas espaçadas entre si de acordo com o crescimento de cada espécie, permitindo que as raízes fiquem submersas (Figuras 7 e 8). Nesse sistema é necessário o aporte de aeração constante distribuída ao longo de todo canal ou do tanque para manter elevado e homogêneo o nível de oxigênio dissolvido na água, uma vez que, raízes das plantas, peixes, camarões e as bactérias nitrificantes estarão colonizando as paredes e o fundo desse ambiente e necessitam de oxigênio para seu funcionamento (CARNEIRO et al. 2015).

Nesse modelo de sistema, as placas protegem a água dos raios solares evitando o crescimento indesejável de microalgas. Neste canal, pode-se cultivar camarão de água doce para aumentar a produção, e peixes ornamentais que são úteis para o controle biológico de caramujos e fazer o melhor aproveitamento do espaço sem prejudicar o crescimento das plantas (RAKOCY; LOSORDO; MASSER, 2006).

Além disso, neste sistema é muito importante a presença de filtros mecânicos e dos clarificadores, pois os resíduos gerados pela piscicultura podem prejudicar a absorção dos nutrientes pelas raízes das plantas, causando consequentemente, o seu apodrecimento. Ainda, a obstrução de canais e

tubulações pode prejudicar a qualidade da água causando o baixo desempenho ou até mesmo a mortalidade dos peixes devido ao aumento de amônia e nitrito (RAKOCY; LOSORDO; MASSER, 2006).

Figura 7 - Sistema em placas flutuantes (Floating Raft System)

Fonte: SOMERVILLE, C. et al. **Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming.** Rome, 2014. p. 38.

Figura 8 - Campo de verduras: visão geral de um sistema alagado com placas flutuantes.

Fonte: foto de Phaedra Cook. Disponível em:
<https://houstonfoodfinder.com/2017/04/04/how-its-made-sustainable-harvesters-grows-texas-lettuce-year-round-with-aquaponics/>. Acesso em: 10 out. 2018.

3.5 Proporção entre plantas e peixes no sistema de aquaponia

Ao iniciar um sistema aquapônico damos início à quantificação de peixes e plantas, que devem ser inseridas no sistema. Assim, a primeira questão levantada deve ser a área necessária para o cultivo de vegetais.

A área para cultivo vegetal está diretamente relacionada com a densidade de peixes no sistema, uma vez que são esses que irão estabelecer a quantidade de nutrientes disponíveis para absorção (LENNARD, 2012). A literatura apresenta várias formas de calcular ou estimar essa relação, dentre elas o estabelecimento de proporções entre os volumes dos tanques de criação de peixes e do ambiente hidropônico que podem variar entre 1:1 e 1:4 (NELSON, 2007; RAKOCY, 1997).

De acordo com Rakocy, Losordo e Masser (2006), calcula-se a quantidade de ração ofertada diariamente aos peixes para determinar a área de cultivo de plantas, ou seja, para uma proporção de 60 a 100 gramas/ração/dia/m² para produção de vegetais menos exigentes, como a alface e outras folhosas. Plantas mais exigente, como tomateiros, necessitam de maior concentração de nutrientes na água do sistema, o que poderia ser alcançado com uma biomassa de peixes que demandasse 100 g de ração/dia/m².

De acordo com Nelson (2007), para cada 1 kg de peixe produzido em aquicultura de confinamento, existe um desperdício de nutrientes que permitiriam produzir 7 kg de biomassa vegetal. Apesar de serem muito variadas as possíveis estimativas de dimensionamento entre a produção de peixes e de vegetais, há um consenso de que a parte hidropônica ocupa uma área muito maior do que aquela destinada a produção de peixes, esta por sua vez, por apresentar um ciclo de produção mais curto, girando em torno de 22 a 32 dias, em relação aos 180 dias de um ciclo de produção de peixes, pode se considerar a maior importância econômica para parte vegetal do sistema aquapônico.

3.6 Produtos do sistema de produção de aquaponia

Na aquaponia podem ser produzidas inúmeras espécies de plantas como: alface (*Lactuca sativa*), manjeriço (*Ocimum basilicum*), agrião (*Nasturtium officinale*), repolho (*Brassica oleracea*), rúcula (*Eruca sativa*), morango (*Fragaria*

vesca), pimenta (*Capsicum spp.*), tomate (*Solanum lycopersicum*), quiabo (*Abelmoschus esculentus*), pepino (*Cucumis sativus*) e muitas outras. Portanto, todas as espécies vegetais adaptadas à hidroponia são recomendadas para a aquaponia, uma vez que, a maioria delas toleram altos teores de água em suas raízes e oscilações nos teores de nutrientes dissolvidos na solução nutritiva sem apresentar sintomas graves de deficiência nutricional (CARNEIRO et al., 2015).

Assim, como os vegetais, uma gama de espécies de peixes pode ser produzida no sistema aquapônico, limitados a espécies tolerantes à altas densidades de estocagem e manejos frequentes. As espécies mais avaliadas são: tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), bagre-do-canal (*Ictalurus punctatus*), bacalhau australiano (*Maccullochella peelii*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), truta-arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) e pacu (*Piaractus mesopotamicus*). O uso de peixes ornamentais é outra excelente opção em aquaponia, como a carpa colorida, também conhecida como Koi ou Nishikigoi, que é uma espécie muito resistente a variações nos parâmetros de qualidade da água e tolerante a altas densidades de estocagem (CARNEIRO et al., 2015).

3.6.1 Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é originária da África, das bacias dos rios Nilo, Niger, Tchade e lagos do Centro-oeste africano (VERANI, 1980; VICENTE; ELIAS; FONSECA-ALVES, 2014) e foi introduzida no Brasil em 1971 (LOVSHIN, 2000).

Por ser uma espécie com características rústicas, taxa de crescimento elevada em diferentes sistemas de cultivo, boa conversão alimentar, aceitação no mercado consumidor, hábito alimentar naturalmente considerada onívora, herbívora e/ou fitoplantófaga, alimenta-se de plâncton, organismos bentônicos, invertebrados aquáticos, matéria orgânica em decomposição, folhas, larvas de peixes e detritos (HUET, 1973), Adapta-se bem nutricionalmente em condições de cultivo (CARVALHO; FORESTI, 1996), tendo boa aceitação de dietas artificiais, ótima capacidade de reprodução em cativeiro (EL-SAYED, 2006), ao pacote de melhoramento genético e o domínio da técnica de reprodução artificial (OLIVEIRA et al., 2007).

A tilápia (Figura 9) é o segundo grupo de peixes de importância comercial global e o primeiro no Brasil (LOVSHIN, 2000; OLIVEIRA et al., 2007). A produção brasileira de tilápia foi de 357.639 toneladas em 2017, o que representa 51,7% da produção de pescado de acordo com levantamento da Associação Brasileira da Piscicultura, o que coloca o Brasil entre os quatro maiores produtores do mundo, atrás da China, Indonésia e Egito (PEIXEBR, 2018a. p. 12).

Figura 9 - Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Fonte: Globo Rural. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/vida-na-fazenda/como-criar/noticia/2018/04/como-criar-tilapia.html>>. Acesso em: 17 out de 2018.

A tilápia é uma espécie ectotérmica, por isso a temperatura do meio onde vive influencia no seu metabolismo fisiológico e por consequência no seu desempenho (MOURA et al., 2007).

De acordo com Nogueira e Rodrigues (2007), o tempo médio de crescimento da tilápia até atingir o seu peso comercial (600 a 800 g) é de 120 dias para tanque rede, após o juvenil ter atingido as 30 g iniciais, dependendo da densidade de estocagem e da temperatura da água. Nogueira e Rodrigues (2007) referencia que a densidade de engorda varia de 50 a 80 peixes/m² para tanques escavados e de 100 a 150 peixes/m³ em sistemas de tanque rede. Com índices de mortalidade de 2% a 5% na fase final de crescimento.

A tilápia do Nilo destaca-se por sua resistência a doenças, tolerância ao cultivo em altas densidades e em ambientes hostis e estressantes (FIGUEIREDO JÚNIOR; VALENTE JÚNIOR, 2008). As tilápias são candidatas ideais para sistemas de cultivos aquapônicos, e conforme Rakocy, Losordo e Masser (2006), é a espécie

de peixe mais produzida neste modelo de sistema.

A tilápia apresenta grande aceitação no cenário nacional devido ao baixo teor de gordura e ausência de espinhos no filé, competindo com outros produtos consolidados nos hábitos dos brasileiros, como o bacalhau e a merluza (BARROSO et al., 2001).

3.6.2 Alface (*Lactuca sativa* L.)

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil, sendo o componente básico de saladas, tanto em nível doméstico quanto comercial. O seu potencial de produção ocorre entre os meses de abril e dezembro, já nos meses de janeiro a março, devido à incidência de chuvas, ocorre a redução na oferta o que contribui para o aumento de preço do produto (MORETTI; MATTOS, 2008).

Originária do Mediterrâneo, a alface (Figura 10) foi uma das primeiras hortaliças cultivadas pelo homem. A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais importante no mundo sendo consumida, principalmente, “*in natura*” na forma de saladas. Atualmente é explorada em todo território nacional, tanto em solo como em sistemas hidropônicos, sendo a principal cultura utilizada em hidroponia no país (SOARES, 2002).

Figura 10 - Alface (*Lactuca sativa* L.)

Fonte: Própria autoria.

De acordo com Santos et al. (2008), a produção hidropônica desta hortaliça no Brasil vem ganhando cada vez mais espaço devido a melhor utilização da área, precocidade na colheita, utilização mais eficiente de nutrientes, melhor qualidade do produto, possibilitando ainda o controle de fatores ambientais, que tornam limitantes seu cultivo em determinadas épocas do ano.

A alface é a planta cultivada em maior escala pelo cultivo hidropônico denominado de NFT ou fluxo laminar de solução. Isso se deve à sua fácil adaptação ao sistema, no qual tem revelado alto rendimento e reduções de ciclo em relação ao cultivo no solo (OHSE et al., 2001).

3.6.3 Rúcula (*Eruca sativa*)

A rúcula é uma das principais hortaliças folhosas produzidas no Brasil via hidroponia, é consumida em saladas cruas e em pizzas, assim como em outros pratos. Ela possui ciclo curto, apresenta rico conteúdo nutricional (K, S, Fe, proteínas, vitaminas A e C), alta produção por área devido às suas diferenciadas características organolépticas e ampla aceitabilidade pelo mercado consumidor (AMORIM; HENZ; MATTOS, 2007; REGHIN; OTTO; VINNE, 2004).

A rúcula (Figura 11) possui desenvolvimento favorável com temperaturas entre 15 a 18° C e a melhor época de plantio ocorre de março a julho (outono/inverno) (TRANI; FORNASIER; LISBÃO, 1992). Contudo Filgueira (2008) afirma que apesar da rúcula se desenvolver melhor sob temperaturas amenas, ela tem sido cultivada ao longo do ano em diversas regiões brasileiras.

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 (TRANI; FORNASIER; LISBÃO, 1992).

A rúcula é colhida de uma só vez em cultivos comerciais, porém ela pode ser colhida diversas vezes, cortando-se as folhas sempre acima da gema apical, onde haverá rebrota, para uma nova poda (PURQUEIRO, 2005).

Para sua comercialização, as folhas devem estar com 15 a 20 cm de comprimento, bem desenvolvidas, verdes e frescas (MINAMI; TESSARIOLI NETO, 1998). No entanto, o mercado é muito variável, existindo regiões que preferem folhas grandes e outras que apreciam folhas pequenas (PURQUEIRO, 2005).

Figura 11 - Ruculá (*Eruca sativa*)

Fonte: Própria autoria.

3.7 Análise econômica de investimento

Em meio a diferentes recursos tecnológicos existentes no mundo atual, encontra-se um novo cenário econômico globalizado, com isso, faz-se necessário ao empreendedor que irá investir seu capital, realizar um estudo de viabilidade econômico-financeira desse empreendimento. Com a atual competitividade do mercado, o empreendedor obriga-se a ter em mãos informações privilegiadas, que demonstrem as oportunidades e ameaças para não ser pego desprevenido pelo mercado (TAVARES JUNIOR; CASTRO; BRAGA, 2007).

Partindo do pressuposto de que a viabilidade econômica de qualquer negócio começa sempre pelo aspecto econômico (análise de mercado), existe sempre a possibilidade, dentre várias oportunidades, de se identificar a melhor opção para adequada escolha. Deve-se optar por um empreendimento que possa garantir boa taxa de retorno, que apresente baixo custo e tenha rápido retorno financeiro, utilizando estimativas realistas para venda e levantamento de custos confiáveis. Em outros termos, busca-se inicialmente o lucro e que no futuro gere benefícios ao projeto para que se obtenha certa garantia de eficiência. Para tal, o custo deve ser menor que o preço de venda, consequentemente o valor de mercado deve cobrir as receitas, uma vez que as entradas deverão ser maiores que os gastos ou saídas

(COSTA NETO; BRIM JUNIOR; AMORIM, 2003).

A viabilidade econômica esta baseada na certeza de uma tomada de decisão correta para investir. Esta deve ser fruto da análise comparativa da quantidade de recursos entrantes e de saídas referentes ao custeio do empreendimento, resultando em um lucro (BEZERRA DA SILVA, 1995). Já a análise financeira busca investigar o retorno sobre os investimentos valorizando os custos e os benefícios a preços de mercado. Esta análise financeira do empreendimento estima o impacto que sua implementação exercerá sobre a situação atual da empresa e do mercado (FONTENELE; VASCONCELOS, 2006).

Para a análise da demanda e da oferta de um bem, supõem-se os níveis de preços praticados e a quantidade que deverão ser produzidas e vendidas. Tendo a demanda como a quantidade de determinado bem que o mercado busca adquirir num determinado período, a oferta resulta da quantidade de determinado bem que os produtores esperam vender em período estipulado (REBELATTO, 2004).

O estudo do mercado representa um conjunto de atividades orientadas para prever as vendas e os preços de certos produtos, com o objetivo de se estimar as receitas futuras, influenciando na capacidade de absorção do produto economicamente e estimando sua evolução futura para a capacidade de absorção durante a vida útil do projeto (CLEMENTE et al., 1998).

Hirschfeld (2000) acrescenta que para o estudo de mercado deve-se avaliar o seu potencial e das regiões que o compõem para a entrada de novos produtos. Para tal, se determina os hábitos do mercado, seu comportamento, variações de preços e a aceitação de produtos que poderão vir a substituí-los. Segundo Buarque (1991), em estudo de mercado, pode-se determinar o tamanho da infraestrutura a ser implantada para que a produção seja viável. O autor afirma ainda que a capacidade de produção depende do tamanho do projeto.

Para Bach e Lopes (2007), o estudo de custos consiste em uma das mais nobres e importantes tarefas da administração financeira. Deve-se sempre buscar deferir as funções básicas da contabilidade que se baseia em três razões primárias: determinação do lucro, controle das operações e demais recursos produtivos e tomada de decisões (BRUNI; FAMÁ, 2004).

Para determinar se o projeto é financeiramente viável ou não, realiza-se um exame detalhado dos dados financeiros. Esse estudo é conhecido como análise do investimento, onde se determina a disposição de executar, ou não, certa operação

baseada no plano de dispor de determinada quantidade de capital (BARREIROS, 2004).

Dentre os métodos ou técnicas citados na literatura e que possibilitam a geração de indicadores que estabelecem informações acerca da recuperação do capital investido, aquelas que serão utilizados para determinar a validação do sistema aquapônico, são:

3.7.1 Valor presente líquido (VPL)

O VPL é o índice que permite obter a viabilidade econômico-financeira da implantação de um projeto em longo prazo, ou seja, pode ser entendido como o excesso de ganho que o projeto apresenta diante da melhor oportunidade de investimento (BUARQUE, 1984).

No cálculo do VPL ou Valor Líquido Presente (VLP) é gerado um índice de rentabilidade que permite analisar a viabilidade econômica de um projeto (empreendimento) em longo prazo.

Para o cálculo do VPL pode ser usado a Eq. (1):

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{(FCL)}{(1+i)^t} \quad (1)$$

Sendo que:

VPL = Soma algébrica de todos os valores líquidos descontados para o momento presente;

FCL = Valor líquido das entradas menos as saídas;

t = Número de períodos ou horizonte do investimento ou empreendimento;

i = Taxa de desconto (juros) considerado para atualizar o fluxo de caixa.

3.7.2 Taxa mínima de atratividade (TMA)

A TMA é a taxa utilizada para a avaliação da atratividade do investimento, que pode ser definida pelo custo de oportunidade do capital da empresa.

O valor da taxa “ i ” para ser usada no processo de descapitalização do fluxo

de caixa é conhecido como TMA.

3.7.3 Taxa interna de retorno (TIR)

A TIR é definida como a taxa de juros que anula o valor presente das receitas líquidas resultantes do projeto, quando comparados com o valor presente dos desembolsos (MARIM, 1980).

A TIR representa a taxa de desconto (taxa de juros) que iguala, num único momento, os fluxos de entradas com os de saída de caixa, ou seja, é a taxa de juros que produz um $VPL = 0$. Genericamente a TIR é representada supondo a atualização de todos os valores de caixa para o momento zero.

A TIR reflete a rentabilidade relativa (percentual) de um projeto de investimento, expressa em termos de uma taxa de juros equivalente periódica. A taxa de desconto ou Taxa Mínima de Atratividade (TMA) é a menor rentabilidade estabelecida em relação aos investimentos.

A aceitação ou rejeição do investimento com base neste método é definida pela comparação que se faz entre a TIR encontrada e a TMA exigida pela empresa.

Genericamente, a TIR é representada, supondo a atualização de todos os valores de caixa para o momento zero, conforme a Eq. (2):

$$TIR = \sum_{i=0}^n \frac{(FCL)}{(1+i)^n} = 0 \quad (2)$$

Sendo que:

TIR = A taxa que iguala o VPL a zero.

3.7.4 Taxa de rentabilidade (TR)

A TR é a taxa que representa uma porcentagem de rentabilidade sobre o capital inicial investido num determinado período de tempo.

Sendo representado pela Eq. (3):

$$TR(\%) = \frac{VPL}{I_0} \times 100 \quad (3)$$

Sendo que:

VPL = Valor Presente Líquido;

I_0 = Fluxos de saída inicial ou investimento inicial;

3.7.5 Período de recuperação do capital (PRC) ou período de payback descontado

O PRC, comumente conhecido como *Payback*, é o período de tempo necessário para que o investimento ou empreendimento recupere o capital investido. É expresso pela Eq. (4):

$$PRC = \sum_{t=0}^k \frac{(FCL)}{(1+i)^k} \geq 0 \quad (4)$$

Sendo que:

FCL = Fluxo de caixa líquido esperado pela entrada de caixa (fluxos operacionais líquidos);

k = Período de tempo em que o VPL torna-se ≥ 0 ;

i = Taxa de desconto (juros) considerado para atualizar o fluxo de caixa.

3.7.6 Índice de lucratividade (IL) ou Índice benefício-custo (IBC)

O IL é representado pelo quociente do valor líquido das entradas de caixa (VLE) ou valor presente (VP) pelo investimento inicial. De acordo com a Eq. (5):

$$IL = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(FCL)}{(1+i)^t}}{I_o} \quad (5)$$

Sendo que:

I_0 = Investimento inicial;

t = Número de períodos;

i = Taxa de desconto (juros) considerado para atualizar o fluxo de caixa.

4 MATERIAL E MÉTODOS

De acordo com Lakatos e Marconi (1991), a metodologia é o caminho a ser usado pelo pesquisador para ter mais segurança no processo decisório. Basicamente, ela deve ser usada para que se atinja o resultado desejado e o seu emprego evita perda de tempo e permite o foco nos fatos relevantes ao que se pesquisa.

Para Yin (2001), o estudo de caso tem o propósito de estabelecer uma estrutura de discussão e debate entre os pesquisadores, contribuindo de forma inigualável para a compreensão dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos. Pode-se utilizar como conceito a afirmação que o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto na vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.

A metodologia seguida para o desenvolvimento deste estudo está amparada nos princípios da análise econômica, dos custos de produção e dos aspectos técnicos da Engenharia de Pesca e Agrônômica. A teoria econômica da produção fornece os princípios básicos para análise de custos de implantação e da produção (ANDRADE et al., 2005)

De acordo com Kraychete (1997), obtêm-se a definição de parâmetros por meio de perguntas e respostas, classificadas segundo a atividade, da seguinte maneira:

1) Localização do empreendimento:

- a) Qual a localização do empreendimento? Por que estabelecer o empreendimento neste local?
- b) Qual a distância da empresa aos centros de interesse?

2) Processo de produção:

- a) Qual produto será produzido? Em que quantidade?
- b) Que matéria-prima é necessária para produzir? Qual a quantidade necessária para atingir a produção desejada? Qual o custo destes insumos?
- c) Além da matéria prima, o que mais se precisa gastar para fazer a produção?

d) Qual o número de funcionários adequado para atingir a produção programada? Qual a função específica e cargo ocupado por cada um? Qual o custo total da empresa com cada funcionário?

3) Investimentos:

- a) Quais as máquinas e equipamentos necessários para iniciar a produção? Qual o custo destes equipamentos?
- b) Quais as instalações necessárias?
- c) Qual o tipo de energia que cada equipamento necessita? Qual o consumo padronizado?

4) Comercialização:

- a) Qual será a área de comercialização do produto?
- b) Qual a demanda exigida por parte dos consumidores? Há variação sazonal desta demanda?
- c) Que vias serão utilizadas para escoar a produção? Qual será o custo de distribuição?
- d) Qual o preço oferecido do mesmo produto no mercado em que se deseja comercializar? Qual o preço que será comercializado a produção?
- e) Em que embalagem será feita a venda do produto? Qual o preço da embalagem?

5) Impostos e legislação:

- a) A atividade exige algum tipo de registro fiscal?
- b) Quais os impostos a serem pagos? Em relação a qual parâmetro da produção estas taxas são calculadas?
- c) Quais são as leis vigentes referentes à comercialização do produto?
- d) Que órgão irá fiscalizar o empreendimento e o produto? Quais os regulamentos destes órgãos?
- e) Que tipos de incentivos fiscais o governo oferece a este tipo de empreendimento?

Baseado nesta metodologia se estabeleceu uma linha de pensamentos até

chegar aos resultados finais. Assim, este capítulo descreve a forma como a pesquisa foi realizada, apresentando a caracterização da empresa utilizada como base do estudo, coleta de dados a campo, o tipo de pesquisa, técnicas e instrumentos utilizados e informações sobre a análise dos dados.

4.1 Caracterização da empresa

Para desenvolvimento da análise econômica, primeiramente mensurou-se a montagem de uma unidade aquapônica e a partir deste ponto, foi se levantando dados até a definição final de caracterização do empreendimento quanto à estrutura física, volume de produção, mão de obra, entre outros.

A unidade aquapônica de estudo foi projetada em cima de uma hidroponia existente no município de Santa Cruz das Palmeiras, no interior do Estado de São Paulo. A unidade hidropônica, utilizada para estudo, tem a produção de alface e rúcula como principais produtos, onde 70% da produção é destinada a produção de alface e 30% é destinada para a produção de rúcula, nesta propriedade, produz algumas outras variedades de hortaliças, como: agrião, salsa, cebolinha, couve e outros. Contudo somente a produção de alface e rúcula foi utilizada de parâmetros para este estudo.

Toda a estrutura mensurada para a parte hidroponica utilizou-se como base a estrutura existente nesta hidroponia. Para o estudo foi atualizado os orçamentos desta estufa e dos seus componentes hidráulicos. Contudo a parte da produção de peixes foi mensurada e anexada ao projeto, assim como prédios e outras exigências de acordo com as leis municipais.

A estrutura produtiva da aquaponia tem como principal produto verduras (alface e rúcula) e peixes (tilápia). A empresa é definida como de pequeno porte e de caracterização familiar, cujos proprietários realizam todas as atividades e, será projetada para ser instalada em qualquer área particular, em uma chácara, sítio ou em outro tipo de propriedade na zona rural da cidade (Figura 12).

Este empreendimento apresenta uma estufa de 10m x 45m para produção de verduras com 450m², obtendo em seu interior bancadas de fluxo laminar de nutrientes, com declive 7% a 8% por bancada, tendo: quatro bancadas de 2m x 6m, com canaletas de 6m x 50mm, 80 linhas de produção de mudas totalizando 4060

mudas e doze bancadas de 2m x 12m com canaletas de 6mx 90mm x 50mm, 120 linhas de produção, totalizando 6.960 pés (Anexo A e B).

Figura 12 - Vista Superior via satélite da propriedade hidropônica de estudo, com potencial para implantação da aquaponia em Santa Cruz Das Palmeiras - SP

Fonte: Google Maps. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-21.8396196,-47.2576959,318m/data=!3m1!1e3>>. Acesso em: 10 out. 2018.

Para a produção aquapônica, a propriedade necessita de quatro tanques circulares de geomembrana (tanque confeccionado em polietileno de alta densidade) de 30.000 litros cada (5,9m de diâmetro x 1,2m de altura), trabalhando com a capacidade de suporte de 50 peixes por m² de lâmina de água.

Para o estudo proposto, faz-se necessário a construção de um sistema de filtragem, este será realizado em caixas de água de 5000 L (cinco mil litros), estabelecida por um sistema de recirculação de água, onde a água proveniente da produção animal passará pela primeira caixa para sedimentação dos sólidos, posteriormente essa água entrará na segunda caixa composta por 3 camadas: a primeira de manta acrílica ou perlona, a segunda camada será composta de brita e a terceira camada composta por caco de telha, de onde será realizada a captação da água por bombeamento e levada até as bancadas de cultivo hidropônico. Após a passagem da água pelas canaletas, a mesma retorna para a 3ª caixa onde será bombeada para os tanques de cultivo de peixes novamente, resultando assim em um sistema de cultivo fechado. O empreendimento contará com uma rede de aeração para os tanques de peixe para dar suporte a produção intensiva dos

animais, e no sistema de filtragem na primeira caixa para eliminação de gases tóxicos como: metano (CH_4), gás carbônico (CO_2) e o gás sulfídrico (H_2S) de acordo com Carneiro (2015).

O empreendimento conta também com um carro pick-up, para uso comercial, como transporte e venda de verduras e peixes, serviços administrativos e outros.

Diante deste cenário, o presente estudo de caso realizou uma simulação para a implantação da unidade de aquaponia.

4.2 Pesquisa de campo

Segundo Tozoni-Reis (2007, p. 67), *“a coleta de dados consiste em um conhecimento da realidade a ser interpretada por meio da busca de dados sobre os fenômenos investigados na pesquisa”*.

Esta etapa baseou-se na coleta de dados de campo, para uma padronização de preços de insumos, combustíveis, equipamentos, frota, serviços de documentação, frete, embalagens, base salarial, construção civil, taxas, impostos atribuídos ao tipo do empreendimento, entre outros.

Os valores dos insumos e combustíveis utilizados na produção foram levantados utilizando cotações diárias e mensais desses insumos. Estas cotações foram feitas em empresas privadas locais e quando possível, foi realizado mais de um orçamento e foi estabelecida uma média para cada insumo, a fim de estabelecer um preço médio de venda do produto, estimando um valor condizente com a realidade.

Os gastos com a questão legal, ou seja, a adequação a todas as normas e legislação pertinente ao licenciamento, instalação e operação da atividade foram levantadas por meio de pesquisa na prefeitura Municipal de Santa Cruz das Palmeiras e a consulta a produtores locais.

Os impostos condizentes a produção foi calculada embasados no setor agrícola, com auxílio de uma empresa especializada no setor contábil da cidade local.

O preço de mercado das verduras (alface e rúcula) foi levantado junto às empresas que os produzem e são líderes do mercado municipal. Contudo o preço do peixe foi levantado por meio de pesquisa, por meio de comunicação pessoal com

profissionais que atuam no mercado que trabalham em frigoríficos na compra direta de peixes de pequenos produtores e com produtores que vendem seus peixes para frigoríficos e pesque-pague, conseguindo assim, valores reais de mercado.

O levantamento quanto ao custo dos equipamentos e estrutura foi realizado com empresas do setor e para alguns equipamentos foi utilizada cotação pela internet.

Os custos e índices da construção civil foram obtidos diante de levantamento pelo SINDUSCON-SP por meio do boletim econômico mensal, que possui o custo da construção comercial, industrial e popular no Estado de São Paulo, setembro de 2018 em R\$/m². (Anexo C).

4.3 Métodos de análise de viabilidade econômica

No processo de avaliação de um projeto de investimento elabora-se uma análise financeira fazendo o cálculo do volume de investimentos necessários para a instalação da aquaponia mediante o registro das receitas e das despesas que ocorrem ao longo de um determinado tempo, esperando para saber a existência do retorno atrativo para motivar sua implantação.

A análise foi desenvolvida para um horizonte de dez anos. Foram calculados também os investimentos necessários para a implantação da unidade de aquaponia, bem como seu retorno financeiro e o tempo necessário para ressarcir estes custos. A taxa de desconto utilizada para os cálculos de viabilidade foi a taxa básica de juros da economia determinada pelo Comitê de Política Monetária do Banco Central (Copom) de 6,5% ao ano (a.a.), baseada na média anual de 2018 (UMPIERES, 2018).

Em síntese, o processo de tomada de decisão para análise de investimento é solucionado por técnicas de engenharia econômica fundamentados na ciência exata da matemática financeira.

Dentre os métodos ou técnicas citados na literatura e que possibilitam a geração de indicadores que estabeleçam informações acerca da recuperação do capital investido, os que possuem maior destaque entre os autores são:

- a) O valor presente líquido (VPL);
- b) Taxa mínima de atratividade (TMA);

- c) Taxa interna de retorno (TIR);
- d) Taxa de rentabilidade (TR)
- e) Período de Recuperação do Capital (PRC) ou Período de *Payback*;
- f) Índice de lucratividade (IL) ou Índice Benefício-Custo (IBC).

Embora existam outros métodos para análise de viabilidade econômica, neste trabalho foram utilizados os seis métodos citados, dada a sua grande aceitação e utilização enquanto medidas para avaliação de projetos de investimento. Os cálculos foram realizados com auxílio da planilha eletrônica do Software Excel.

4.4 Cenários de receitas

O mercado consumidor de destino para a produção é muito incerto, e oscila constantemente. Os produtos provenientes do sistema aquapônico são bem aceitos pelo mercado consumidor. As hortaliças e os peixes são líderes de venda e de produção no mercado regional em seus respectivos setores, como constatado anteriormente.

Os produtos podem ser comercializados em varejo e/ou diretamente ao atacado. O mercado varejista na cidade de estudo limita-se às feiras-livres, bancas de verdura, atendimento casa a casa, encomendas por redes sociais (facebook, twitter, instagram), visitas a estabelecimentos comerciais e venda direta para seus funcionários (autopeças, lojas, cerâmica, transportadoras). O mercado atacadista destina-se a venda as pessoas jurídicas, ou seja, supermercados, sacolão, hipermercados, frigoríficos, restaurantes, instituições e os demais comerciantes com CNPJ que trabalham no varejo.

Visando a forma de venda dos produtos, nesse estudo foram criados três cenários de receita, denominados no contexto como Cenário 1 (C1), Cenário 2 (C2) e Cenário 3 (C3).

O Cenário 1 (C1) limita-se a venda de 100% da produção ao atacado. O Cenário 2 (C2) a venda de 100% da produção para o varejo. Enquanto que o Cenário 3 (C3) é uma composição médio dos dois cenários, ou seja, 50% das vendas para o atacado e os outros 50% para o varejo.

É importante ressaltar que o valor de comercialização do pescado foi o mesmo nos três cenários apresentados, sendo comercializados como peixe vivo,

para abatedouros e pesque-pagues pelo fato de não existir feiras de peixe e peixaria na cidade de estudo, necessitando neste caso, que a propriedade esteja adequada com as normas de abate animal, fato este que não será investigado neste estudo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de viabilidade econômica é utilizada como uma ferramenta para análises de projetos ou empreendimentos diante de uma avaliação técnico-econômica e como suporte de embasamento para a tomada de decisão na implementação de um empreendimento, diante da identificação e escolha das melhores oportunidades. Deve-se buscar um empreendimento que resultem na produção de produtos pelo qual se possa cobrar um bom preço, receber dentro do período previsto e que tenha baixo custo por meio de estimativas realistas para venda e levantamento de custos confiáveis.

Para uma correta análise de investimento tem-se início com a definição clara dos objetivos e das metas do empreendimento, neste caso uma unidade de aquaponia, para que seja possível planejar todas as etapas que deverão ser cumpridas. Para esse estudo foi necessário reunir informações a respeito do mercado consumidor, da infraestrutura da região, dos preços e disponibilidades dos insumos, dos serviços de suporte disponíveis, defronte de outras diversas possibilidades de análise.

Perante a estes objetivos e da metodologia estabelecida por Kraychete (*op cit*), este capítulo apresenta dentro de uma sequência estruturada, os resultados da pesquisa com relação ao planejamento do empreendimento, a estruturação e apresentação dos custos, a análise financeira, de viabilidade econômica e risco da instalação da unidade de aquaponia na cidade de Santa Cruz das Palmeiras-SP.

5.1 Planejamento para instalação do empreendimento

De acordo com Kubtiza e Ono (2004), o sucesso de qualquer empreendimento está relacionado a uma variedade de fatores e informações relevantes, que são de suma importância para análise mais perto da realidade possível. São eles mercado consumidor e preços; tamanho e localização; disponibilidade de recursos naturais para produção; disponibilidade de insumos; sistema de produção ou processo produtivo (engenharia do produto e do processo); recursos humanos necessários (capacitação, salários e encargos); serviços (principalmente em relação à assessoria técnica do empreendimento e

funcionamento); impactos ambientais; disponibilidade de recursos financeiros (investimentos, custos fixos, custos operacionais de produção e capital de giro).

O empreendimento se localiza na mesoregião de Campinas no interior do estado de São Paulo, mais precisamente na cidade de Santa Cruz das Palmeiras. A escolha desta cidade se remete ao fato de estar bem posicionada geograficamente no Estado, e de apresentar facilidades de vias de acesso para diversos municípios com grande potencial para consumidores dos produtos, como: Pirassununga, Porto Ferreira, Tambaú, Casa Branca, Descalvado, Leme, Santa Rita do Passa Quatro, Santa Rosa do Viterbo, Vargem Grande Do Sul, São José do Rio Pardo e a outros grandes centros comerciais, como: Ribeirão Preto, Araras, Limeira, Campinas, Mogi-Mirim, Mogi-Guaçu, entre outros.

5.2 Capacidades de Produção

O empreendimento de estudo operará em regime integral, não possuindo turno definido, pois se caracteriza como uma produção familiar, com uma área produtiva de verdura de 288 m² composto de 120 linhas fluxo laminar com carga de suporte de produção 6.960 pés de verdura por ciclo e 4 tanques circulares de geomembrana com 30mil litros de água com área de aproximadamente 27,3 m² e trabalhando com densidade de 50 peixes por m², com uma capacidade de suporte de 5.460 peixes por ciclo de produção.

Para esse espaço físico, foi proposto o uso de 4 tanques circulares para piscicultura de 30.000 litros com diâmetro de 5,90 m e altura de 1,20 m, confeccionados em polietileno de alta densidade, ideal para criação de peixes em sistema intensivo com recirculação de água. Esses tanques permitem um melhor aproveitamento do terreno, porém, a criação terá que ser feita no modelo unifásico, ou seja, no mesmo tanque será feita a engorda e produto final. Os alevinos serão colocados nos tanques de acordo com densidade previamente calculada, respeitando a capacidade de cada tanque e apenas serão retirados, somente na hora da despesca.

De acordo com Monteiro e Gumes (2005), no sistema superintensivo os peixes são estocados em altas densidades, e os tanques são constituídos de tal forma, que as fezes dos peixes sejam carregadas para fora do tanque, através do

fluxo de água. Esse modelo de sistema oferece uma série de vantagens, tais como pequena área ocupada; não requer grandes movimentações de terra; baixo volume de água necessário para enchimento dos tanques de produção; baixo volume de troca água (6 m³ por dia para cada sistema); reúso da água por meio do tratamento feito pelos equipamentos de filtração; possibilidade de utilização da água de limpeza dos filtros a produção de vegetais; alta capacidade de estocagem, variando de 20 a 80 kg/m³ (LOSORDO, 2000); maior controle da produção; uniformidade quanto ao desenvolvimento e animais biologicamente mais saudáveis; melhoria no aproveitamento da ração; pouca mão de obra necessária; facilidade no povoamento, manejo e despesca.

O ciclo de produção da tilápia, após a compra do juvenil com média de 15 a 30 gramas, gira em torno de 180 dias, até atingir uma média de 0,7 Kg por animal. Considerando a densidade de estocagem de 50 peixes/m², cada tanque receberá a quantia de 1365 peixes, totalizando 955,5 kg por tanque em seis meses de cultivo, isso resultará em uma produção de 3.822kg de peixe por ciclo de produção nos 4 tanques.

O tempo de desenvolvimento da alface e rúcula é aproximadamente de 21 a 31 dias, dependendo das condições climáticas. De acordo com produtores da região, esse tempo curto de produção deve-se a utilização de mudas comerciais na casa de 8 a 10cm, chegando ao seu término de desenvolvimento para o comércio em média de 26 dias. Considerando 26 dias médios de produção para alface e rúcula serão necessários 14 ciclos de produção por ano, sendo que 30% da produção serão de rúcula e 70% de alface, totalizando 97.440 pés de verdura, dos quais 70% equivale à 68.208 pés de alface e 30% equivale à 29.232 maços de rúcula na estrutura proposta neste sistema, que possui em seu interior 12 (doze) bancadas de fluxo laminar de nutrientes de 2 m x 12 m, com 10 canaletas com 58 covos por linha de produção, totalizando 120 linhas de produção, com espaçamento de 20 cm por muda, resultando em 580 covos por bancada de produção, totalizando 6.960 pés em desenvolvimento dentro da estufa, desconsiderando assim as 80 linhas de produção de mudas, a qual será usada para acomodar as mudas até que as mesmas entrem para o desenvolvimento final, por isso não as consideraremos como zona de produção, mas é de fundamental importância o seu aparecimento nos custos do modelo proposto, para um melhor desenvolvimento do ciclo de produção.

Todo o levantamento da capacidade de produção pela capacidade de suporte

da estrutura em função de um ano de produção pode ser analisado na Tabela 1.

Tabela 1 - Capacidade de produção do modelo aquapônico de estudo em um ano de cultivo

Produção	Unidade de Medida	Capacidade de Suporte	Produção Ciclo	Ciclos/Ano	Produção Anual
Alface (70% Produção)	pé	6.960	4.872	14	68.208
Rúcula (30% produção)	pé		2.088	14	29.232
Peixe Vivo - Tilápia	kg	3.822	3.822	2	7.644

Fonte: Própria autoria.

Em todo processo de produção, existe perda que deve ser considerada. De acordo com alguns produtores hidropônicos, a perda de hortaliças é mínima, pois se retira as folhas danificadas, ou acrescenta mais de um pé na mesma embalagem. Para esse fim, adotou-se a porcentagem de 1% de perda de produção de verduras (alface e rúcula), isso resulta em um ano de produção a discriminação de 682 pés de alfaces e 292 maços de rúculas. Para os índices de piscicultura, e de acordo com algumas referências no processo de engorda, os índices de mortalidade variam na casa dos 2%. Para este estudo considerou-se uma perda de 10% da produção pelo alto nível de densidade de estocagem dos peixes e considerando eventuais fugas, quedas de energia, predação, entre outras perdas que não conseguimos mensurar, nesta pesquisa. Os índices de perdas podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2- Quantidade de produção com os índices de perdas

Produção	Unidade de Medida	Produção Ano	Percentual de Perdas	Total de Perdas Anual	Produção Anual
Alface	pé	68.208	1%	682	67.526
Rúcula	maço	29.232	1%	292	28.940
Peixe Tilápia	kg	7.644	10%	764,40	6.879,60

Fonte: Própria autoria.

Com a mensuração da produção, entende-se que após a construção das estruturas de produção, povoará-se-a os tanques com os peixes e as canaletas com verdura e, compreende-se que, após o término de um ciclo de produção, inicia-se outro em seguida e para tal não se fará o escalonamento da produção. O ciclo de produção pode ser observado no (Anexo D).

5.3 Resultados levantados no projeto

A partir das características técnicas do estudo foram levantadas informações relevantes que fundamentaram os cálculos do mesmo, a projeção da produção e estimativas de custos e receitas.

Inicialmente, para os cálculos de investimento foram levantados os ativos fixos necessários, assim como os gastos com a documentação necessária conforme apresentado na Tabela 3, na qual se encontra o cálculo da depreciação das máquinas e dos equipamentos para um determinado período de tempo, calculado em função do tempo de vida útil do equipamento sobre seu valor de compra de acordo com dados da receita federal sobre o tempo de vida dos equipamentos e das unidades construídas, que também foi considerada na discriminação dos custos de produção do empreendimento, para determinar quando a empresa deverá lançar novos investimentos em sua receita.

O custo de implantação do empreendimento ficaria em torno de **R\$210.544,96**, com a construção civil, a montagem de uma estufa agrícola a compra de equipamentos de produção, a rede hídrica, montagem do filtro, entre outros, até a legalização do empreendimento junto às normativas da prefeitura da cidade e da CETESB, partindo do pressuposto de que o empreendedor utilizará um terreno próprio não considerando assim nenhum custo com a compra de terra.

O proprietário assumiria todas as atividades de montagem, compraria os materiais para construir o sistema da aquaponia (Tabela 4) e não teria que arcar com os custos de escavação, encanamento, hidráulica, fiação elétrica e outros. Estes custos podem aumentar na implantação do modelo proposto, especialmente quando for necessário contratar empreiteiros, eletricitas, agrimensores ou outros serviços profissionais, evitando assim um impacto maior no custo da construção do sistema.

Tabela 3 - Investimento inicial em capital fixo e depreciação

Investimento Inicial		Unid. Medi da	Qua nt.	Custo Unitário	Custo Capital Fixo	Vida Útil (ano s)	Depreciação Linear Anual (b)	Custo Total Anual (a)+(b)
1	COMPONENTES							
1.1	Terreno	Hecta re	1	R\$ -	R\$ -			R\$ -
1.2	Poço Artesiano	Unida de	1	R\$ -	R\$ -			R\$ -
2	CONSTRUÇÃO CIVIL							
2.1	Estufa Agrícola (área de produção)	m²	450	R\$ 114,73	R\$ 51.628,50	25	R\$ 2.065,14	R\$ 53.693,64
2.2	Escritório, depósito de matéria-prima e embalagens, recepção de matéria-prima, depósito de produtos e expedição)	m²	40	R\$ 767,88	R\$ 30.715,20	25	R\$ 1.228,61	R\$ 31.943,81
2.3	Casa de Máquinas (Bombas)	m²	4	R\$ 767,88	R\$ 3.071,52	25	R\$ 122,86	R\$ 3.194,38
2.3	Banheiro (1,5m x 2m)	m²	3	R\$ 1.478,92	R\$ 4.436,76	25	R\$ 177,47	R\$ 4.614,23
2.4	Pavimentação Estufa Agrícola (40% da área da estufa)	m²	180	R\$ 24,00	R\$ 4.320,00	25	R\$ 172,80	R\$ 4.492,80
2.5	Brita Estufa Agrícola (60% da área da estufa)	m²	270	R\$ 3,90	R\$ 1.053,00	25	R\$ 42,12	R\$ 1.095,12
3	EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES							
3.1	Bomba Thebe Monoestágio THB-13 2,0CV Trifásica	Unida de	2	R\$ 1.471,00	R\$ 2.942,00	10	R\$ 294,20	R\$ 3.236,20
3.2	Gerador de Energia A diesel Trifásico Nd7100es3	Unida de	1	R\$ 5.199,00	R\$ 5.199,00	10	R\$ 519,90	R\$ 5.718,90
3.4	Soprador/compressor Radial, Turbina De Ar Gf750 220v	Unida de	1	R\$ 3.061,83	R\$ 3.061,83	10	R\$ 306,18	R\$ 3.368,01
3.5	Rede Hídrica (componentes de cultivo da hidroponia, rede hídrica da aquaponia e rede de aeração da aquaponia), Equipamentos e Acessórios para Piscicultura e Hidropônia	Unida de	1	R\$ 35.401,01	R\$ 35.401,01	10	R\$ 3.540,10	R\$ 38.941,11
3.6	Tanque de Geomembrana 30000 Litros	Unida de	4	R\$ 5.458,00	R\$ 21.832,00	20	R\$ 1.091,60	R\$ 22.923,60
4	FROTA							
4.1	Montana LS - 2019 Zero Km	Unida de	1	R\$ 41.319,80	R\$ 41.319,80	5	R\$ 8.263,96	R\$ 49.583,76
5	SERVIÇOS DE DOCUMENTAÇÃO (projetos, taxas, impostos e licenciamento)							
5.1	Projeto Técnico	Unida de	1	R\$ 1.118,25	R\$ 1.118,25			
5.2	Licença de Funcionamento Municipal	m²	497	R\$ 2,57	R\$ 1.277,29			
5.3	Alvará Anual de Funcionamento	Unida de	1	R\$ 102,80	R\$ 102,80			
5.4	Taxas e serviços Contábeis (honorários contábil/taxa Jucesp/taxa Receita Federal e Receita Estadual)	Unida de	1	R\$ 960,00	R\$ 960,00			
5.5	Solicitação de Dispensa de Outorga de Captação de água Subterrânea	Unida de	1	R\$ 2.106,00	R\$ 2.106,00			
Total do Capital Fixo e Depreciação (R\$)					R\$ 210.544,96		R\$ 17.824,94	R\$ 222.805,56

Fonte: Própria autoria.

Tabela 4 – Equipamentos e materiais para composição da aquaponia

Quant.	Unid. de medida	Descrição do Material Hídrico	Utilização	Valor Unitário	Valor Total
240	Unidade	Canaleta de cultivo de mudas em PVC, 6m x 90mm x 50mm	Hidroponia	R\$ 39,38	R\$ 9.450,24
80	Unidade	Canaleta de cultivo de mudas em PVC, 6m x 50mm	Hidroponia	R\$ 30,82	R\$ 2.465,28
84	Unidade	Cavaletes de PVC x Travessa	Geral	R\$ 58,96	R\$ 4.952,64
16	Unidade	Tubo de PVC roscavel de 6m x 3/4´	Geral	R\$ 20,63	R\$ 330,07
28	Unidade	Tê de 90º Roscavel 3/4´	Geral	R\$ 4,17	R\$ 116,84
32	Unidade	Cap. de PVC com rosca 3/4	Geral	R\$ 3,37	R\$ 107,86
40	Unidade	Nipel paralelo com rosca 3/4	Geral	R\$ 9,84	R\$ 393,76
16	Unidade	Registro esfera de rosca 3/4	Geral	R\$ 10,91	R\$ 174,62
8	Unidade	Joelho 90º soldável x rosca 32mm x 3/4	Geral	R\$ 4,60	R\$ 36,81
8	Unidade	Tê de PVC Soldável 90º de 32mm x 25mm	Geral	R\$ 6,85	R\$ 54,78
8	Unidade	Cruzeta soldável de 50mm	Geral	R\$ 24,50	R\$ 196,02
8	Unidade	Bucha de redução longa soldável 50mm x 32mm	Geral	R\$ 6,96	R\$ 55,64
8	Unidade	Tê de PVC 90º soldável 50mm	Geral	R\$ 6,85	R\$ 54,78
16	Unidade	Tubo de PVC soldável 32mm x 6m	Geral	R\$ 19,59	R\$ 313,47
16	Unidade	Tubo de PVC soldável 50mm x 6m	Geral	R\$ 36,01	R\$ 576,09
6	Unidade	Curva 90º soldável 50mm	Geral	R\$ 15,94	R\$ 95,66
8	Unidade	Registro esfera soldável 50mm	Geral	R\$ 30,92	R\$ 247,38
1	Unidade	Registro esfera soldável 60mm	Geral	R\$ 43,66	R\$ 43,66
8	Unidade	União de PVC soldável 50mm	Geral	R\$ 32,10	R\$ 256,80
2	Unidade	União de PVC soldável 32mm	Geral	R\$ 14,45	R\$ 28,89
2	Unidade	Adaptador Soldável Curto com Rosca 50mm x 1.1/2	Geral	R\$ 5,03	R\$ 10,06
4	Unidade	Adaptador Soldável p/ caixa 60mm	Geral	R\$ 34,88	R\$ 139,53
2	Unidade	Válvula de retenção Soldável 50mm	Geral	R\$ 48,04	R\$ 96,09
1	Unidade	Tubo Venturi de 1"	Geral	R\$ 71,89	R\$ 71,89
4	Unidade	Luva de PVC rosca de 1"	Geral	R\$ 5,14	R\$ 20,54
4	Unidade	Adaptador soldável Curto com bolsa rosca 31mm x 1"	Geral	R\$ 2,68	R\$ 10,70
24	Unidade	Tubo de PVC 100mm x 6mm	Geral	R\$ 39,90	R\$ 957,60
8	Unidade	Cruzeta de PVC 100mm	Geral	R\$ 26,22	R\$ 209,72
16	Unidade	Coletor Finala, retorno p/ caixa tubo de 100mm x 2m	Hidroponia	R\$ 34,12	R\$ 545,96
24	Unidade	Tê curto de 90º 100mm	Geral	R\$ 11,77	R\$ 282,48
32	Unidade	cap. 100mm	Geral	R\$ 9,63	R\$ 308,16
16	Unidade	Curva 90º curta 100mm	Geral	R\$ 9,63	R\$ 154,08
1	Unidade	Válvula de retenção 100mm	Geral	R\$ 90,95	R\$ 90,95
2	Unidade	Redução e excêntrica 150mm x 100mm	Geral	R\$ 21,40	R\$ 42,80
3	Unidade	Caixa de Fibra de Vidro 5000 litros	Geral	R\$ 1.299,00	R\$ 3.897,00
4	Unidade	Junção em Y - PVC para Esgoto 100mm	Piscicultura	R\$ 18,09	R\$ 72,36
6	Unidade	Tubo de PVC 50mm x 6m	Piscicultura	R\$ 32,39	R\$ 194,34
4	Unidade	Tê curto de 90º 50mm	Piscicultura	R\$ 9,19	R\$ 36,76
20	Metro	Mangueira Micro Porosa M37 Oxigenação	Piscicultura	R\$ 44,90	R\$ 898,00
4	Unidade	Bucha de Redução Longa Marrom PVC Soldável 50x25mm	Piscicultura	R\$ 3,19	R\$ 12,76
2	Unidade	Bombona tambor de 200litros - usada	Geral	R\$ 60,00	R\$ 120,00
1	m³	Brita para composição Filtro	Geral	R\$ 82,00	R\$ 82,00
1	m³	Caco de Telha	Geral	R\$ 5,00	R\$ 5,00
20	Unidade	Caixa Plástica Vazada 20 Litros Empalhável Hort Frut	Hidroponia	R\$ 19,99	R\$ 399,80
10	Unidade	Manta Acrílica / Perlion: 1 X 1,40m Filtro Biológico	Geral	R\$ 13,88	R\$ 138,80
1	Unidade	Cilindro De Oxigênio 1m³ + Regulador De Oxigênio W23	Piscicultura	R\$ 718,00	R\$ 718,00
1	Unidade	Caixa Para Transporte De Peixes Vivos 650 Litros	Piscicultura	R\$ 4.900,00	R\$ 4.900,00
2	Unidade	Passaguá Tela Azul Giga Grande	Piscicultura	R\$ 185,00	R\$ 370,00
1	Unidade	Balança de precisão 15kg	Piscicultura	R\$ 87,00	R\$ 87,00
10	Unidade	Balde Plástico 10l	Piscicultura	R\$ 7,99	R\$ 79,90
1	Unidade	Rede Arrasto 12mm 10 Mts	Piscicultura	R\$ 148,00	R\$ 148,00
1	Unidade	Balança Digital 150kg Plataforma Piso Reforçada	Geral	R\$ 349,43	R\$ 349,43
				TOTAL	R\$ 35.401,00

Fonte: Própria autoria.

Como esclarecido anteriormente, na produção aquapônica foram estabelecidos três produtos, o alface, a rúcula e o peixe (tilápia). Para determinação do custo de produção de cada produto foi considerado todos os insumos utilizados para a produção, os custos fixos, incluindo mão-de-obra (Anexo E), e os custos variáveis nos quais os insumos se encontram (Tabelas 5 e 6). O cálculo da Energia Elétrica pode ser observada no Anexo F, a qual utilizase dos índices para cálculo da mesma do Anexo G.

Tabela 5 - Custos Variáveis

<i>CUSTOS VARIÁVEIS</i>	<i>Unidade de Medida</i>	<i>Consumo Mensal</i>	<i>Consumo Anual</i>	<i>Custo de Acordo com a Unidade</i>	<i>Custo Mensal</i>	<i>Custo Anual</i>
1. Combustíveis/Energia						
1.1 Alcool	litro	132,00	1.584,00	R\$ 2,790	R\$ 368,28	R\$ 4.419,36
1.2 Energia Elétrica	Kw/h	2.970,50	35.646,00	R\$ 0,452	R\$ 1.344,00	R\$ 16.128,03
2. Impostos						
2.1 DAS (arrecadação simples nacional)	%	4,8			R\$ 645,84	R\$ 7.750,08
3. Insumos						
3.1 Mudar Alface	Unitário	5.684,00	68.208,00	R\$ 0,0520	R\$ 295,57	R\$ 3.546,82
3.2 Mudar de Rúcula	Unitário	2.436,00	29.232,00	R\$ 0,0625	R\$ 152,25	R\$ 1.827,00
3.3 Juvenil de Tilápia	Unitário	910,00	10.920,00	R\$ 0,3500	R\$ 318,50	R\$ 3.822,00
3.4 Ração para Peixe	kg	1.082,90	12.994,80	R\$ 2,3100	R\$ 2.501,50	R\$ 30.017,99
4. Embalagem						
4.1 Embalagens	Unitário	8.120,00	97.440,00	R\$ 0,0400	R\$ 324,80	R\$ 3.897,60
Total dos Custos Variáveis						R\$ 71.408,88

Fonte: Própria autoria.

Tabela 6 - Custos Fixos

<i>CUSTOS FIXOS</i>	<i>Quant</i>	<i>Custo Unitário</i>	<i>Custo Unitário c/ Atributos por Funcionário</i>	<i>Custo Fixo Mensal</i>	<i>Total Anual</i>
1.0 Mão de Obra					
1.1 Administrador/Produtor - Renda Familiar	1	R\$ 4.000,00	R\$ 5.299,06	R\$ 5.299,06	R\$ 63.588,72
2. Contabilidade					
2.1 Honorários Contábeis	1	R\$ 150,00		R\$ 150,00	R\$ 1.800,00
Total Mão de Obra					R\$ 63.588,72

Fonte: Própria autoria.

Para a produção de alface e rúcula fica evidente que o único insumo para produção seria a compra de mudas. Essa muda é adquirida na região, onde uma placa com 288 mudas de alface custam em média R\$ 15,00, enquanto a de rúcula

tem o valor de R\$ 18,00, o que equivale a R\$ 0,052 por muda de alface e R\$ 0,062 por muda de rúcula. Para o processo de comercialização usam-se as embalagens plásticas (sacos plasticos), onde a verdura é acondicionada para a entrega nos supermercados ou para a venda aos consumidores finais. Essa embalagem custa em média R\$ 0,04 a unidade. A produção dos peixes ocorrerá após a compra dos alevinos, estes possuem escala de preço de acordo com seu tamanho. Para esse modelo, utilizou-se alevinos de 20 a 30 gramas, onde o valor de mercado pode chegar a R\$0,35 a unidade. Outro insumo da produção de peixes é a ração, que é a fonte de energia de todo o processo aquapônico. O cálculo do consumo de ração para os peixes foi estimado pela conversão alimentar de 1,7, ou seja, para cada 1,7 Kg de ração os peixes ganham um quilo de massa. Desse modo como foi projetado a produção de 7.644 Kg de peixe em um ano, e se multiplicar a produção pela conversão alimentar, chegar-se-a ao total de 12.994,8 Kg de ração por ano para o sistema de cultivo (Tabela 7). Na produção de peixes utiliza-se a ração de acordo com o tamanho e a exigência nutricional do peixe. Para este empreendimento, utilizou-se duas rações comerciais, uma ração contendo 36% de proteína bruta (PB) de 3 a 4mm e outra ração terminal com 28% de proteína bruta de 6 a 8mm. Para 30% do processo de engorda utiliza-se a ração de 36% PB e nos outros 70% a ração de 28% PB, chegando a um valor médio de R\$2,31 Kg/ração.

Tabela 7 – Valores de consumo total de ração (R\$ e kg) e valor médio da ração

Tipo Ração	Conversão Alimentar	Total de Ração Consumido Ano (kg)	Valor Saco (25kg)	Porcentagem Utilizada na produção	Total do Consumo por Ração(kg)	Quantidade de Sacos por Tipo (unid.)	Total de Ração por Tipo
Ração 36% PB	1,7	12.994,80	R\$ 76,55	30%	3.898,44	155,94	R\$ 11.937,02
Ração 28% PB			R\$ 49,64	70%	9.096,36	363,85	R\$ 18.061,73
Total					12.994,80		R\$ 29.998,76
Valor Médio da Ração =		R\$ 2,31	R\$/kg				

Fonte: Própria autoria.

Diante do levantamento dos custos fixos e variáveis observar-se a equivalência de cada variável para a produção de verduraS e peixes com uma escala de porcentagem dos custos mais significativo até o menos significativo, onde

a mão de obra equivale a 46,48% do custo de produção e os insumos (ração, juvenil e mudas) equivalem a um somatório de 29,98% do custo de produção, sendo os honorários contábeis o índice menos significativo com 1,32% do custo de produção (Tabela 8).

Tabela 8 - Custo da produção aquapônica em ordem decrescente (%)

Descrição	Custo Anual na Produção	Porcentagem de Gasto no Processo Produtivo
Mão de obra	R\$ 63.588,72	46,48%
Ração para peixe	R\$ 30.017,99	21,94%
Energia elétrica	R\$ 16.128,00	11,79%
DAS (arrecadação simples nacional)	R\$ 7.750,08	5,67%
Álcool	R\$ 4.419,36	3,23%
Embalagens plásticas	R\$ 3.897,60	2,85%
Juvenil de tilápia	R\$ 3.822,00	2,79%
Mudas alfaces	R\$ 3.546,82	2,59%
Mudas rúculas	R\$ 1.827,00	1,34%
Honorários contábeis	R\$ 1.800,00	1,32%
Total	R\$ 136.797,56	

Fonte: Própria autoria.

O mercado consumidor de destino para a produção foi estabelecido inicialmente como o mercado de atacado, ou seja, supermercados e abatedouros de peixes. Contudo foi feito três simulações de receita, onde a primeira se destina 100% da produção ao atacado, a segunda a 100% para o varejo, ou seja, feiras livres, peixarias, restaurantes, pesque-pague, e uma terceira 50% a 50%. No entanto, o valor de comercialização do pescado segue sendo o mesmo nos três modelos apresentados por ser comercializado como peixe vivo, ficando seu destino a abatedouros e pesque-pague, pelo fato de não existir feiras e peixaria na cidade de estudo.

Com uma produção anual de 68.208 pés de alface, de 29.232 maço de rúculas e 7.644 Kg de tilápia, montou-se os três cenários destacados na Tabela 9, com receitas brutas anuais de R\$ 161.459,18 no Cenário 1, de R\$ 307.328,18 no Cenário 2 e de R\$ 234.393,68 no Cenário 3, considerando assim, os percentuais de produção anual.

Tabela 9 - Custo de produção e receita anual para cada cenário

Cenário 1 -Vendas 100% Para Atacado									
Produto Produzido	Unidade de Medida	Quantidade Produzida	Custo por unidade/kg de produção	Percentual de Perdas	Total de Perda Anual	Total para comercialização	Custo Anual de Produção	Valor de Venda	Receita Bruta Anual
Alface (70% Produção)	pé	68.208	R\$ 0,092	1%	682	67.526	R\$ 6.275,14	R\$ 1,25	R\$ 84.407,50
Rucula (30% produção)	maço	29.232	R\$ 0,103	1%	292	28.940	R\$ 3.010,90	R\$ 1,25	R\$ 36.175,00
Peixe Vivo - Tilapia	kg	7.644	R\$ 3,100	10%	764	6.880	R\$ 23.696,40	R\$ 5,80	R\$ 39.901,68
TOTAL		105.084					R\$ 32.982,43		160.484,18
Cenário 2 -Vendas 100% Para Varejo									
Produto Produzido	Unidade de Medida	Quantidade Produzida	Custo por unidade/kg de produção	Percentual de Perdas	Total de Perda Anual	Total para comercialização	Custo Anual de Produção	Valor de Venda	Receita Bruta Anual
Alface (70% Produção)	pé	68.208	R\$ 0,092	1%	682	67.526	R\$ 6.275,14	R\$ 2,75	R\$ 185.696,50
Rucula (30% produção)	maço	29.232	R\$ 0,103	1%	292	28.940	R\$ 3.010,90	R\$ 2,75	R\$ 79.585,00
Peixe Vivo - Tilapia	kg	7.644	R\$ 3,100	10%	764	6.880	R\$ 23.696,40	R\$ 5,80	R\$ 39.901,68
TOTAL		105.084					R\$ 32.982,43		305.183,18
Cenário 3 -Vendas 50% Para Atacado e 50% Varejo									
Produto Produzido	Unidade de Medida	Quantidade Produzida	Custo por unidade/kg de produção	Percentual de Perdas	Total de Perda Anual	Total para comercialização	Custo Anual de Produção	Valor de Venda	Receita Bruta Anual
Alface (70% Produção)	pé	68.208	R\$ 0,092	1%	682	67.526	R\$ 6.275,14	R\$ 2,00	R\$ 135.052,00
Rucula (30% produção)	maço	29.232	R\$ 0,103	1%	292	28.940	R\$ 3.010,90	R\$ 2,00	R\$ 57.880,00
Peixe Vivo - Tilapia	kg	7.644	R\$ 3,100	10%	764	6.880	R\$ 23.696,40	R\$ 5,80	R\$ 39.901,68
TOTAL		105.084					R\$ 32.982,43		232.833,68

Fonte: Própria autoria.

Outro ponto a ser considerado no estudo é o custo de manutenção dos equipamentos que são determinados pela depreciação linear dos equipamentos ao longo do tempo. Para o estudo foi considerado os indicadores da Tabela 10, como custo de manutenção anual, ao qual vai compor o quadro dos resultados do empreendimento. Estes custos alcançam o valor de R\$ 17.824,94 ao ano, considerando assim concertos, reparos e até a compra de novos equipamentos.

Tabela 10 - Depreciação linear anual

Investimento Inicial	Custo Capital Fixo	Vida Útil (anos)	Depreciação Linear Anual (b)	Custo Total Anual (a)+(b)
CONSTRUÇÃO CIVIL				
Estufa Agrícola (área de produção)	R\$ 51.628,50	25	R\$ 2.065,14	R\$ 53.693,64
Escritório, depósito de matéria-prima e embalagens, recepção de matéria-prima, depósito de produtos e expedição)	R\$ 30.715,20	25	R\$ 1.228,61	R\$ 31.943,81
Casa de Máquinas (Bombas)	R\$ 3.071,52	25	R\$ 122,86	R\$ 3.194,38
Banheiro (1,5m x 2m)	R\$ 4.436,76	25	R\$ 177,47	R\$ 4.614,23
Pavimentação Estufa Agrícola (40% da area da estufa)	R\$ 4.320,00	25	R\$ 172,80	R\$ 4.492,80
Brita Estufa Agrícola (60% da area da estufa)	R\$ 1.053,00	25	R\$ 42,12	R\$ 1.095,12
EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES				
Bomba Thebe Monoestágio THB-13 2,0CV Trifásica	R\$ 2.942,00	10	R\$ 294,20	R\$ 3.236,20
Gerador de Energia A diesel Trifasico Nd7100es3	R\$ 5.199,00	10	R\$ 519,90	R\$ 5.718,90
Soprador/compressor Radial, Turbina De Ar Gf750 220v	R\$ 3.061,83	10	R\$ 306,18	R\$ 3.368,01
Rede Hídrica (componentes de cultivo da hidroponia, rede hídrica da aquaponia e rede de aeração da aquaponia), Equipamentos e Acessórios para Piscicultura e Hidroponia	R\$ 35.401,00	10	R\$ 3.540,10	R\$ 38.941,10
Tanque de Geomembrana 30000 Litros	R\$ 21.832,00	20	R\$ 1.091,60	R\$ 22.923,60
FROTA				
Montana LS - 2019 Zero Km	R\$ 41.319,80	5	R\$ 8.263,96	R\$ 49.583,76
Total			R\$ 17.824,94	

Fonte: Própria autoria.

A partir dos custos para a implantação da unidade aquapônica, dos custos fixos e custos variáveis da produção, do valor de manutenção e das receitas, obtiveram-se os fluxos de caixa da unidade para um período de 10 anos, para os 3 cenários (Tabela 11). Por meio das entradas e saídas, que resultam no fluxo líquido, pode-se determinar na VP o valor real do dinheiro na marca do ano de início do investimento.

Tabela 11 – Resultados do empreendimento para uma projeção de dez anos nos três cenários (Entradas, saídas, manutenção, fluxo líquido, VP e VPL)

PROJEÇÃO AQUAPONIA - CENÁRIO 1 (C1)								
Ano	ENTRADAS	SAÍDAS	Manutenção (Depreciação linear)	FLUXO LÍQUIDO	VP	VPL		
0	R\$ -	R\$ 210.544,95	R\$ -	-R\$ 210.544,95	-R\$ 210.544,95	-R\$ 210.544,95		
1	R\$ 160.484,18	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 5.861,64	R\$ 5.503,89	-R\$ 205.041,06		
2	R\$ 160.484,18	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 5.861,64	R\$ 5.167,97	-R\$ 199.873,09		
3	R\$ 160.484,18	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 5.861,64	R\$ 4.852,55	-R\$ 195.020,54		
4	R\$ 160.484,18	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 5.861,64	R\$ 4.556,39	-R\$ 190.464,15		
5	R\$ 160.484,18	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 5.861,64	R\$ 4.278,30	-R\$ 186.185,85		
6	R\$ 160.484,18	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 5.861,64	R\$ 4.017,18	-R\$ 182.168,67		
7	R\$ 160.484,18	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 5.861,64	R\$ 3.772,00	-R\$ 178.396,66		
8	R\$ 160.484,18	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 5.861,64	R\$ 3.541,79	-R\$ 174.854,88		
9	R\$ 160.484,18	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 5.861,64	R\$ 3.325,62	-R\$ 171.529,26		
10	R\$ 160.484,18	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 5.861,64	R\$ 3.122,65	-R\$ 168.406,61		

PROJEÇÃO AQUAPONIA - CENÁRIO 2 (C2)								
Ano	ENTRADAS	SAÍDAS	Manutenção (Depreciação linear)	FLUXO LÍQUIDO	VP	VPL		
0	R\$ -	R\$ 210.544,95	R\$ -	-R\$ 210.544,95	-R\$ 210.544,95	-R\$ 210.544,95		
1	R\$ 305.183,18	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 150.560,64	R\$ 141.371,49	-R\$ 69.173,46		
2	R\$ 305.183,18	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 150.560,64	R\$ 132.743,19	R\$ 63.569,73		
3	R\$ 305.183,18	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 150.560,64	R\$ 124.641,49	R\$ 188.211,22		
4	R\$ 305.183,18	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 150.560,64	R\$ 117.034,26	R\$ 305.245,48		
5	R\$ 305.183,18	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 150.560,64	R\$ 109.891,33	R\$ 415.136,81		
6	R\$ 305.183,18	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 150.560,64	R\$ 103.184,34	R\$ 518.321,15		
7	R\$ 305.183,18	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 150.560,64	R\$ 96.886,71	R\$ 615.207,86		
8	R\$ 305.183,18	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 150.560,64	R\$ 90.973,43	R\$ 706.181,30		
9	R\$ 305.183,18	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 150.560,64	R\$ 85.421,07	R\$ 791.602,36		
10	R\$ 305.183,18	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 150.560,64	R\$ 80.207,57	R\$ 871.809,94		

PROJEÇÃO AQUAPONIA - CENÁRIO 3 (C3)								
Ano	ENTRADAS	SAÍDAS	Manutenção (Depreciação linear)	FLUXO LÍQUIDO	VP	VPL		
0	R\$ -	R\$ 210.544,95	R\$ -	-R\$ 210.544,95	-R\$ 210.544,95	-R\$ 210.544,95		
1	R\$ 232.833,68	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 78.211,14	R\$ 73.437,69	-R\$ 137.107,26		
2	R\$ 232.833,68	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 78.211,14	R\$ 68.955,58	-R\$ 68.151,68		
3	R\$ 232.833,68	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 78.211,14	R\$ 64.747,02	-R\$ 3.404,66		
4	R\$ 232.833,68	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 78.211,14	R\$ 60.795,33	R\$ 57.390,67		
5	R\$ 232.833,68	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 78.211,14	R\$ 57.084,81	R\$ 114.475,48		
6	R\$ 232.833,68	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 78.211,14	R\$ 53.600,76	R\$ 168.076,24		
7	R\$ 232.833,68	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 78.211,14	R\$ 50.329,36	R\$ 218.405,60		
8	R\$ 232.833,68	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 78.211,14	R\$ 47.257,61	R\$ 265.663,21		
9	R\$ 232.833,68	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 78.211,14	R\$ 44.373,34	R\$ 310.036,55		
10	R\$ 232.833,68	R\$ 136.797,60	R\$ 17.824,94	R\$ 78.211,14	R\$ 41.665,11	R\$ 351.701,66		

Fonte: Própria autoria.

A análise foi desenvolvida para um horizonte de dez anos. Foram calculados também os investimentos necessários para a implantação da unidade de aquaponia, bem como seu retorno financeiro e o tempo necessário para ressarcir estes custos. A taxa de desconto utilizada para os cálculos de viabilidade foi a taxa básica de juros de 6,5% ao ano (a.a.), baseada na média anual de 2018. Foi considerada a taxa para parâmetro de comparação entre aplicar o dinheiro a esta taxa ou investir o dinheiro na aquaponia, a fim de responder aos interessados quanto ele lucraria ao final de 10 anos.

Como esclarecido anteriormente, foram realizados três cenários diferentes de receitas, esses cenários mudam totalmente a análise de retorno do investimento. A análise detalhada dos índices de fluxo de caixa obtidos para cada cenário proposto está disposto na Tabela 12.

Tabela12 - Fluxos de caixa nos três cenários

Fluxos de Caixa			
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Investimento Inicial =	-R\$ 210.544,96	-R\$ 210.544,96	-R\$ 210.544,96
Vida útil (anos) =	10	10	10
Depreciação linear =	R\$ 17.824,94	R\$ 17.824,94	R\$ 17.824,94
Custo variáveis R\$ =	R\$ 73.208,80	R\$ 71.408,88	R\$ 73.208,80
Custos fixos R\$ =	R\$ 63.588,72	R\$ 65.388,72	R\$ 63.588,72
TMA a.a. =	6,50%	6,50%	6,50%
Receita Anual =	R\$ 160.484,18	R\$ 305.183,18	R\$ 232.833,68
TIR =	-18,35%	71,18%	35,35%
VLE =	R\$ 42.138,34	R\$ 1.082.354,89	R\$ 562.246,61
VPL =	-R\$ 168.406,61	R\$ 871.809,94	R\$ 351.701,66
IL =	0,200	5,141	2,670
TR =	-79,99%	414,07%	167,04%
Payback =	Mais de 20 Anos	Começo do 2° Ano	Do 3° para 4° ano

Fonte: Própria autoria.

Na projeção do Cenário 1 (C1) foi observada uma VPL negativa de R\$ - 168.406,61, TIR de -18,35%, IL de 0,200, no qual para cada R\$ 1,00 investido, perde-se R\$ 0,800, e a TR encontrada foi de -79,99% para um horizonte de 10 anos. Neste cenário chegamos ao *payback* descontado onde demoraria mais de 20 anos para recuperação do investimento inicial.

No segundo Cenário 2 (C2), a projeção resultou em uma VPL positiva de R\$ 871.809,94, TIR de 71,18% e o IL de 5,141, onde para cada real gasto lucra-se R\$4,141, sendo a TR de 414,07% para o horizonte de 10 anos. Com estes índices, o *payback* do C2 seria de recuperação dos 100% investido no início do segundo ano de funcionamento do empreendimento.

Para o Cenário 3 (C3), os resultados da projeção indicam uma VPL positiva de R\$ 351.701,66, TIR de 35,35%, IL de 2,670, onde para cada real investido ganha-se R\$ 1,670, tendo a TR de 167,04% nos 10 primeiros anos de funcionamento do empreendimento. O *payback* descontado seria no início do quarto ano recuperando 100% do investimento inicial.

A partir dos resultados da simulação tornou-se possível a análise e tomada de decisão por parte do avaliador em relação ao risco e retorno do empreendimento ou investimento, ficando a critério do mesmo concluir se o resultado apresenta-se favorável ao investimento.

6 CONCLUSÃO

O sucesso da aquaponia, assim como a viabilidade futura da agricultura familiar, passa necessariamente pelo desenvolvimento da capacidade de administrar de forma eficiente a exploração da atividade cuja complexidade e grau de exigências vêm aumentando.

Uma parte significativa dos pequenos produtores rurais ignora a evolução do mercado e as alterações nos hábitos de consumo, olhando apenas a sua atividade como se ela estivesse desvinculada dos demais segmentos da cadeia produtiva ou dos próprios hábitos dos consumidores.

O presente estudo avaliou a viabilidade econômica do projeto de implantação da unidade aquapônica no município de Santa Cruz das Palmeiras-SP, sob o prisma da análise do retorno e risco desta produção. A conclusão desse estudo foi que, dadas as alternativas de investimento em um período de 10 anos, é possível o retorno do investimento em dois (cenários 2 e 3) dos três cenários de receitas estimadas.

Os resultados obtidos por meio do processo de simulação de retorno e risco, para um horizonte de 10 anos indicam que a Taxa Interna de Retorno (TIR) é negativa para o primeiro cenário em -18,35%, e positiva pra o cenário 2 e 3, de 71,18% e 35,35%, respectivamente. O Valor Líquido das Entradas (VLE) varia de cenário para cenário, sendo de R\$ 42.138,34 para C1, de R\$ 1.082,354,89 para C2 e, de R\$ 562.246,61 em C3. O Valor Presente Líquido (VPL) é negavito em C1 -R\$ 168.406,61 e positivo em C2 e C3, R\$ 871.809,94 e R\$ 351.701,66. O índice de Lucratividade (IL), o qual representa o quociente do VLE pelo Investimento Inicial, é de 0,200 em C1, 5,141 em C2 e 2,670 em C3. A Taxa de Retorno (TR), a qual representa, em forma percentual, o quociente do VPL pelo Investimento Inicial, é de -79,99% em C1 e, de 414,07% e 167,04% em C2 e C3, respectivamente. O Período de Retorno Econômico (Payback) indica um retorno positivo de dois anos para C2 e de menos de quatro anos em C3, mostrando que esses cenários são favoráveis ao investimento na aquaponia nesta região. Contudo, em C1, o Payback passaria de 20 anos, mostrando que este cenário de receita deve ser descartado pelo produtor/investidor inicialmente, até recuperar o seu investimento inicial.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, H. C.; HENZ, G. P.; MATTOS, L. M. **Identificação dos tipos de rúcula comercializados no varejo do Distrito Federal**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 13 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento).
- ANDRADE, R. L. B. Et al. Custos de produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade da região oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 198-203, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICUTURA - PEIXEBR. Brasil é o 4º maior produtor mundial de Tilápia. **Anuário PeixeBR da piscicultura**, São Paulo, p. 12-14, 2018a.
- BACH, D. B.; LOPES, M. A. Estudo da viabilidade econômica do cultivo da babosa (*Aloe vera* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1136-1144, 2007.
- BARREIROS, F. A. M. **Projeto de investimento: uma análise estratégica a partir do conceito de cadeia de suprimentos**. 2004. 221 p. Dissertação (Mestrado em Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.
- BARROSO, R. M. et al. O mercado da tilápia. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2001.
- BERNSTEIN, S. **Aquaponic gardening: step-by-step guide to raising vegetables and fish together**. 2nd ed. Gabriola Island: New Society Publishers, 2011.
- BEZERRA DA SILVA, M. **Planejamento financeiro para o setor da construção civil**. São Paulo: EPUSP, 1995. 47 p.
- BRAZ FILHO, M. S. P. **Qualidade na produção de peixes em sistema de recirculação de água**. 2000. 41 f. Monografia (Especialização) – Centro Universitário Nove de Julho, São Paulo, 2000.
- BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. **Gestão de custos e formação de preços**. São Paulo: Atlas, 2004. 551 p.
- BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**. Rio de Janeiro: Campus, 1984.
- BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos: uma apresentação didática**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.
- CANASTRA, I. I. O. **Aquaponia: construção de um sistema de aquaponia a uma escala modelo e elaboração de um manual didático**. 2017. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2017.

CARNEIRO, P. C. F. et al. Aquaponia: produção sustentável de peixes e vegetais. In: TAVARES-DIAS, M.; MARIANO, W. S. (Org.). **Aquicultura no Brasil: novas perspectivas**. São Carlos: Editora Pedro & João, 2015. 429 p.

CARVALHO, E. D.; FORESTI, F. Reversão de sexo em tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus* TREWAVAS, 1983, induzida por 17-alfa-metiltestosterona: proporção de sexo e histologia das gônadas. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 56, n. 2, p. 249-262, 1996.

CLEMENTE, A. et al. **Projetos empresariais e públicos**. São Paulo: Atlas, 1998.

COSTA NETO, J. A. L., BRIM JUNIOR, J. V., AMORIM, P. H. M. **Estudo de um modelo para análise prévia de viabilidade econômico-financeira de empreendimentos imobiliários em Salvador, BA**. 2003. 47 f. Monografia (Especialização) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.

DANAHER, J. J. et al. Alternative solids removal for warm water recirculating raft aquaponic systems. **Journal of the World Aquaculture Society**, Hoboken, v. 44, p. 374-383, 2013.

DIVER, S. Aquaponics - integration of hydroponics with aquaculture. **National Center for Appropriate Technology - NCTA**, Butte, 2006. 28 p.

DUNWOODY, R. K. **Aquaponics and Hydroponics: the effects of nutrient source and hydroponic subsystem design on sweet basil production**. Missouri: University of Central Missouri, 2013.

EDGERTON, M. D. Increasing crop productivity to meet global needs for feed, food, and fuel. **Plant Physiology**, Rockville, v. 149, p. 7-13, 2009.

EL-SAYED, A. F. M. Environmental requirements. In: **Tilapia culture**. Wallingford: CABI Publishing, 2006. p. 34-46.

EMERENCIANO, M. G. C. et al. Aquaponia: uma alternativa de diversificação na aquicultura. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 25, p. 24-35, 2015.

ENDUT, A. et al. A study on the optimal hydraulic loading rate and plant ratios in recirculation aquaponic system. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 101, p. 1511-1517, 2010.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The State of world fisheries and aquaculture: meeting the sustainable development goals**. Rome: FAO, 2018.

FIGUEIREDO JÚNIOR, C. A.; VALENTE JÚNIOR, A. S. Cultivo de tilápias no Brasil: Origens e cenário atual. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL – SOBER, 46., 2008, Rio Branco, AC. **Anais...** Brasília: SOBER, 2008. 1 CD-ROM.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: Editora UFV, 2008. 402 p.

FONTENELE, R. E.; VASCONCELOS, O. N. Viabilidade financeira e econômica de projetos de saneamento: aplicação ao sistema de abastecimento da cidade de Milha, no Ceará. In: ENEGEP, 26., 2006, Fortaleza. Anais Fortaleza, 2006. 8 p.

GRABER, A.; JUNGE, R. Aquaponic systems: nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. **Desalination**, Amsterdam, v. 246, p. 147-156, 2009.

HALLAM, M. **Living the Dream! 4 day commercial and small farm training manual**. Australian Edition, 2013.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos**. São Paulo: Atlas, 2000.

HUET, M. **Traté de Piscicultura**. 4. ed. Belgium: Editions Charles de Wyngaert. Bruxelles, 1973. 697 p.

HUNDLEY, G. M. C. et al. Aproveitamento do efluente da produção de tilápia do Nilo para o crescimento de manjerona (*Origanum majorana*) e manjerição (*Origanum basilicum*) em sistemas de Aquaponia. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 3, n. 1, p. 51-55, jul. 2013.

JACOBS-MCDANIELS, N. L. **Aquaponics education in the community college setting**. New York, 2014.

KRAYCHETE, G. Como fazer um estudo de viabilidade econômica. In: **Economia popular**: viabilidade e alternativas. Salvador: CESE-CEAD, 1997.

KODAMA, G. **Viabilidade financeira em sistema de aquaponia**. 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

KUBITZA, F.; ONO, E. A. **Projetos aquícolas**: planejamento e avaliação econômica. Jundiaí: Coleção Piscicultura Avançada, 2004. 80 p.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamento de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LENNARD, W. Aquaponic system design parameters: fish to plant ratios (feeding rate ratios). **Aquaponic Solutions**, 2012. 11 p.

LENNARD, W. A.; LEONARD, B. V. A comparison of three different hydroponic sub-systems (gravel bed, floating and nutrient film technique) in an Aquaponic test system. **Aquaculture International**, Dordrecht, v. 14, p. 539-550, 2006.

LENNARD, W. A.; LEONARD, B. V. A comparison of reciprocating flow versus constant flow in an integrated, gravel bed, aquaponic test system. **Aquaculture International**, Dordrecht, v. 12, p. 539-553, 2004.

LOSORDO, T. M. **Harry westers, system carryring and flow estimation**. Amsterdam: Elsevier, 2000. 49 p.

LOVE, D. C. et al. An international survey of aquaponics practitioners. **PLoS One**, San Francisco, v. 9, n. 7, p. e102662, 2014.

LOVSHIN, L. L. Tilapia aquaculture in Brazil. In: COSTA-PIERCE, B. A.; RAKOCY, J. E. (Ed.). **Tilapia aquaculture in the Americas 2**. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 2000. p. 133-140.

MARIM, W. C. **Análise de alternativas de investimento: uma abordagem financeira**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1980.

MINAMI K; TESSARIOLI NETO J. **A cultura da rúcula**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1998. 19 p.

MONTEIRO, O. L.; GUMES, F. L. L. Piscicultura super-intensiva como proposta para o desenvolvimento sustentável de uma pequena comunidade rural. In: SIMPEP, 12., 2005, Bauru. **Anais...** Bauru, 2005. 12 p.

MORETTI, C. L.; MATTOS, L. M. **Processamento mínimo de alface crespa**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. (Comunicado Técnico 25). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPH-2009/32284/1/cot_36.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2018.

MOURA, G. S. et al. Desempenho e atividade de amilase em tilápias-do-nilo submetidas a diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 1609-1615, 2007.

NELSON, R. L. Ten aquaponic systems around the world. **Aquaponics Journal**, [Montello], v. 46, p. 8-12, 2007.

NOGUEIRA, A. C.; RODRIGUES, T. **Criação de tilápias em tanques-rede**. Salvador: SEBRAE Bahia, 2007. 23 p.

OHSE, S. et al. Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 181-185, 2001.

OLIVEIRA, E. G. et al. Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria. Circular Técnica, Teresina, v. 45, n. 12, p. 1-12. 2007.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **ONU diz que população mundial chegará a 8,6 bilhões de pessoas em 2030**. Nova York. 2017. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2017-06/onu-diz-que-populacao-mundial-chegara-86-bilhoes-de-pessoas-em-2030>>. Acesso em: 15 out. 2018.

PURQUEIRO, L. F. V. **Crescimento, produção e qualidade de rúcula (*Eruca sativa* Mill.) em função do nitrogênio e da densidade de plantio**. 2005. 119 f. Tese (Doutorado) – Faculdades de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2005.

RAKOCY, J. E. Integrating tilapia culture with vegetable hydroponics in recirculating systems. In: COSTA-PIERCE, B. A.; RAKOCY, J. E. (Ed.). **Tilapia aquaculture in the Americas**. Baton Rouge: World Aquaculture Society, 1997. p. 163-184.

RAKOCY, J. E.; HARGREAVES, J. A. Integration of vegetable hydroponics with fish culture: a review. In: **TECHNIQUES FOR MODERN AQUACULTURE – AQUACULTURE. ENGINEERING CONFERENCE**, 1993, Spokane. **Proceedings...** Spokane: ASAE, 1993. p. 112-36.

RAKOCY, J. E.; LOSORDO, T. M.; MASSER, M. P. Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics: integrating fish and plant culture. **Southern Regional Aquaculture Center Publications**, Mississippi, n. 454, 2006. 16 p.

REBELATTO, D. **Projeto de investimento**: com estudo de caso completo na área de serviços. Barueri: Manole, 2004. 329 p.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; VINNE, J. V. D. Efeito da densidade de mudas por célula e do volume da célula na produção de mudas e cultivo da rúcula. **Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, p. 287-295, 2004.

ROOSTA, H. R.; MOHSENIAN, Y. Effects of foliar spray of different Fe sources on pepper (*Capsicum annum* L.) plants in aquaponic system. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 146, p. 182-191, 2012.

SANTOS, A. O. et al. Produção de alface hidropônica: uma abordagem pela dinâmica de sistemas. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS**, 4., 2008, Franca, SP. **Anais...** Franca, SP: Centro Universitário de Franca, UNI-FACET, 2008. 1 CD-ROM.

SAVIDOV, N. **Evaluation and development of aquaponics production and product market capabilities in Alberta**. 2004. 67 p. (Ids Initiatives Fund Final Report).

SILVA, J. R. **Análise da viabilidade econômica da produção de peixes em tanques-rede no reservatório de Itaipu**. 2008. 158 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

SOARES, I. **Alface**: cultivo hidropônico. Fortaleza: Editora UFC, 2002. 50 p.

SOMERVILLE, C. et al. **Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming**. Rome, 2014. 262 p. (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 589).

TAVARES JUNIOR, W.; CASTRO, M. A. F.; BRAGA, F. O. Análise expedita de viabilidade econômico-financeira de investimento imobiliário aplicada a empreendimento residencial unifamiliar – um estudo de caso. **Revista Tecnologia**, Fortaleza, v. 28, n. 02, p. 210-221, 2007.

TOKUYAMA, T. et al. Nitrosomonas communis strain YNSRA, an ammonia-oxidizing bacterium, isolated from the reed rhizoplane in an aquaponics plant. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, Osaka, v. 98, n. 4, p. 309-312, 2004.

TOZONI-REIS, M. F. C. **Metodologia da pesquisa científica**. Curitiba: IESDE S.A., 2007.

TRANI, P. E.; FORNASIER, J. B.; LISBÃO, R. S. **Cultura da rúcula**. Campinas: IAC, 1992. p. 8 (IAC. Boletim Técnico, 146).

TYSON, R. V. et al. Reconciling pH for ammonia biofiltration and cucumber yield in a recirculating aquaponic system with perlite biofilters. **Hortscience**, Alexandria, v. 43, p. 719-724, 2008.

TYSON, R. V.; TREADWELL, D. D.; SIMONNE, E. H. Opportunities and Challenges to Sustainability. **Hortscience**, Alexandria, v. 21, p. 6-13, 2011.

UMPIERES, R. T. Copom mantém Selic em 6,50% ao ano pela quinta vez seguida. **Infomoney**, 31 de outubro de 2018. Disponível em: <<https://www.infomoney.com.br/mercados/noticia/7743835/copom-mantem-selic-em-650-ao-ano-pela-quinta-vez-seguida>>. Acesso em: 2 nov. 2018.

VERANI, J. R. **Controle populacional em cultivo intensivo consorciado entre Tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758) e o tucunaré comum, *Cichla ocellaris* (SCHNEIDER, 1801) – aspectos quantitativos**. 1980. 116 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1980.

VICENTE, I. S. T.; ELIAS, F.; FONSECA-ALVES, C. E. Perspectivas da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 37, n. 4, p. 392-398, 2014.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ANEXOS

Anexo A - Tabela descritiva da estufa, ZannaTrel.

ZannaTrel	Unit. (m)	Qtde.	Total (m)
Largura (L)	10,00	1	10,00	
Comprimento (C)	3,00	15	45,00	
Total (m2)			450,00	
Quantidade de estruturas			1	
Área total das estruturas (m2)			450,00	
Altura sob a calha (m) (H)			4,30	
Colunas	Perfil U 90 x 60 x 20 x 2 mm com reforços			
Arcos	Arcos estruturados com 270 mm de altura			
Tubos de reforço	Tubos 30 x 40 x 1,2 mm			
Tirantes internos	Em aço 5,15 mm			
Tirantes Externos	Em aço 5,15 mm			
Calhas	150 x 90 mm de alumínio extrudado liga 6005A T5			
Galvanização	À Fogo conforme normas da ABNT 6323			
Fixação dos filmes	Perfis de alumínio com molas			
Cobertura	Filme Agrícola Difusor 150 micras			
Elipses	Tela Optnet 40%			
Frontais	Tela Optnet 40%			
Laterais	Tela Optnet 40%			
Muretas	Com kit tubinhos de mureta inclusos			
Funis	150 mm com tubulação de saída por conta do cliente			

Fonte: Zanatta Estufas Agrícolas, proposta comercial.

Anexo B – Desenho da estufa ZannaTrel

Fonte: Zanatta Estufas Agrícolas, proposta comercial.

Anexo C – Boletim Econômico – setembro de 2018 custos e índices da construção civil construção comercial, industrial e popular no Estado de São Paulo, em R\$/m².

Setor de Economia

SindusCon SP
#novosindusconsp

Boletim Econômico - Setembro de 2018

Custo da construção residencial no Estado de São Paulo, padrão R8-N, índice base fev/07=100

Data	Global				Mão-de-obra				Material				Administrativo			
	Índice	Variação (%)			Índice	Variação (%)			Índice	Variação (%)			Índice	Variação (%)		
		Mês	Ano	12 meses		Mês	Ano	12 meses		Mês	Ano	12 meses		Mês	Ano	12 meses
set/17	190,29	0,26	2,11	2,12	234,01	0,41	3,14	3,15	141,14	0,03	0,13	0,14	231,83	0,00	4,40	4,50
out/17	190,66	0,19	2,31	2,27	234,01	0,00	3,14	3,15	141,91	0,55	0,68	0,57	231,83	0,00	4,40	4,50
nov/17	190,73	0,04	2,34	2,31	233,83	-0,08	3,06	3,06	142,26	0,25	0,93	0,85	231,83	0,00	4,40	4,40
dez/17	191,25	0,27	2,62	2,62	233,99	0,07	3,13	3,13	143,21	0,66	1,60	1,60	231,83	0,00	4,40	4,40
jan/18	192,00	0,39	0,39	2,97	234,89	0,38	0,38	3,53	143,84	0,44	0,44	1,89	231,83	0,00	0,00	4,40
fev/18	192,55	0,28	0,68	3,23	234,89	0,00	0,38	3,53	145,00	0,81	1,25	2,61	231,83	0,00	0,00	4,40
mar/18	192,51	-0,02	0,66	3,15	234,94	0,02	0,41	3,55	144,86	-0,09	1,16	2,35	231,83	0,00	0,00	4,40
abr/18	192,94	0,22	0,88	3,51	234,94	0,00	0,41	3,55	145,78	0,63	1,80	3,35	231,83	0,00	0,00	4,40
mai/18	194,01	0,55	1,44	3,02	236,28	0,57	0,98	2,52	146,54	0,52	2,33	3,81	233,30	0,63	0,63	3,71
jun/18	195,24	0,63	2,08	3,03	237,68	0,59	1,58	2,17	147,49	0,65	2,99	4,49	236,12	1,21	1,85	3,54
jul/18	195,90	0,34	2,43	3,35	237,96	0,12	1,70	2,29	148,59	0,75	3,76	5,25	236,34	0,09	1,94	2,86
ago/18	196,53	0,32	2,76	3,55	237,96	0,00	1,70	2,10	149,93	0,90	4,70	6,26	236,34	0,00	1,94	1,94
set/18	196,48	-0,03	2,73	3,25	237,96	0,00	1,70	1,69	149,89	-0,03	4,67	6,20	234,98	-0,57	1,36	1,36

Custo unitário básico no Estado de São Paulo, padrão R8-N, setembro de 2018

	R\$/m²	Participação (%)
Mão-de-obra (com encargos sociais)*	832,47	60,96
Material	489,76	35,87
Despesas Administrativas	43,33	3,17
Total	1.365,56	100,00

(*) Encargos Sociais: 175,42%

Custo unitário básico no Estado de São Paulo*, setembro de 2018 em R\$/m²

Padrão Baixo			Padrão Normal			Padrão Alto		
	Custo m²	% mês		Custo m²	% mês		Custo m²	% mês
R-1	1.344,70	-0,04	R-1	1.667,66	-0,05	R-1	1.994,73	-0,06
PP-4	1.222,17	-0,01	PP-4	1.564,52	-0,04	R-8	1.597,61	-0,03
R-8	1.163,81	0,01	R-8	1.365,56	-0,03	R-18	1.716,92	0,03
PI8	910,30	-0,01	R-18	1.322,96	-0,02			

(*) Conforme Lei 4.591 de 16 de dezembro de 1964 e disposto na NBR 12.721 da ABNT. Na formação do Custo Unitário Básico não foram incluídos os itens descritos na seção 8.3.5 da NBR 12.721/06

Custo da construção comercial, industrial e popular no Estado de São Paulo, setembro de 2018 em R\$/m²

CAL (comercial andares livres) e CSL (comercial - salas e lojas), GI (galpão industrial) e RP1Q (residência popular)

Padrão Normal			Padrão Alto		
	Custo m²	% mês		Custo m²	% mês
CAL-8	1.573,37	-0,01	CAL-8	1.665,97	0,00
CSL-8	1.363,40	-0,01	CSL-8	1.468,24	-0,01
CSL-18	1.814,38	-0,01	CSL-18	1.951,74	0,00
	Custo m²	% mês			
RP1Q	1.478,92	-0,08			
GI	767,88	-0,07			

(*) Conforme Lei 4.591 de 16 de dezembro de 1964 e disposto na NBR 12.721 da ABNT. Na formação do Custo Unitário Básico não foram incluídos os itens descritos na seção 8.3.5 da NBR 12.721/06

Fonte: Secon/SindusCon-SP

1

Anexo D – Quadro do escalonamento da produção anual, ciclos de verdura e peixe.

	VERDURA		PEIXE		VERDURA		PEIXE		VERDURA		PEIXE		VERDURA		PEIXE		VERDURA		PEIXE		VERDURA		PEIXE		VERDURA		PEIXE		VERDURA		PEIXE	
dia	jan/19		fev/19		mar/19		abr/19		mai/19		jun/19		jul/19		ago/19		set/19		out/19		nov/19		dez/19									
1	C1	C1	C2	C1	C3	C1	C4	C1	C5	C1	C6	C1	C7	C2	C9	C2	C10	C2	C11	C2	C12	C2	C13	C2								
2	C1	C1	C2	C1	C3	C1	C4	C1	C5	C1	C6	C1	C8	C2	C9	C2	C10	C2	C11	C2	C12	C2	C13	C2								
3	C1	C1	C2	C1	C3	C1	C4	C1	C5	C1	C6	C1	C8	C2	C9	C2	C10	C2	C11	C2	C12	C2	C13	C2								
4	C1	C1	C2	C1	C3	C1	C4	C1	C5	C1	C6	C1	C8	C2	C9	C2	C10	C2	C11	C2	C12	C2	C13	C2								
5	C1	C1	C2	C1	C3	C1	C4	C1	C5	C1	C6	C1	C8	C2	C9	C2	C10	C2	C11	C2	C12	C2	C14	C2								
6	C1	C1	C2	C1	C3	C1	C4	C1	C5	C1	C7	C1	C8	C2	C9	C2	C10	C2	C11	C2	C12	C2	C14	C2								
7	C1	C1	C2	C1	C3	C1	C4	C1	C5	C1	C7	C1	C8	C2	C9	C2	C10	C2	C11	C2	C12	C2	C14	C2								
8	C1	C1	C2	C1	C3	C1	C4	C1	C5	C1	C7	C1	C8	C2	C9	C2	C10	C2	C11	C2	C12	C2	C14	C2								
9	C1	C1	C2	C1	C3	C1	C4	C1	C5	C1	C7	C1	C8	C2	C9	C2	C10	C2	C11	C2	C13	C2	C14	C2								
10	C1	C1	C2	C1	C3	C1	C4	C1	C5	C1	C7	C1	C8	C2	C9	C2	C10	C2	C11	C2	C13	C2	C14	C2								
11	C1	C1	C2	C1	C3	C1	C4	C1	C6	C1	C7	C1	C8	C2	C9	C2	C10	C2	C11	C2	C13	C2	C14	C2								
12	C1	C1	C2	C1	C3	C1	C4	C1	C6	C1	C7	C1	C8	C2	C9	C2	C10	C2	C11	C2	C13	C2	C14	C2								
13	C1	C1	C2	C1	C3	C1	C4	C1	C6	C1	C7	C1	C8	C2	C9	C2	C10	C2	C11	C2	C13	C2	C14	C2								
14	C1	C1	C2	C1	C3	C1	C4	C1	C6	C1	C7	C1	C8	C2	C9	C2	C10	C2	C12	C2	C13	C2	C14	C2								
15	C1	C1	C2	C1	C3	C1	C5	C1	C6	C1	C7	C1	C8	C2	C9	C2	C10	C2	C12	C2	C13	C2	C14	C2								
16	C1	C1	C2	C1	C3	C1	C5	C1	C6	C1	C7	C1	C8	C2	C9	C2	C10	C2	C12	C2	C13	C2	C14	C2								
17	C1	C1	C2	C1	C3	C1	C5	C1	C6	C1	C7	C1	C8	C2	C9	C2	C10	C2	C12	C2	C13	C2	C14	C2								
18	C1	C1	C2	C1	C3	C1	C5	C1	C6	C1	C7	C1	C8	C2	C9	C2	C11	C2	C12	C2	C13	C2	C14	C2								
19	C1	C1	C2	C1	C3	C1	C5	C1	C6	C1	C7	C1	C8	C2	C9	C2	C11	C2	C12	C2	C13	C2	C14	C2								
20	C1	C1	C2	C1	C4	C1	C5	C1	C6	C1	C7	C1	C8	C2	C9	C2	C11	C2	C12	C2	C13	C2	C14	C2								
21	C1	C1	C2	C1	C4	C1	C5	C1	C6	C1	C7	C1	C8	C2	C9	C2	C11	C2	C12	C2	C13	C2	C14	C2								
22	C1	C1	C3	C1	C4	C1	C5	C1	C6	C1	C7	C1	C8	C2	C9	C2	C11	C2	C12	C2	C13	C2	C14	C2								
23	C1	C1	C3	C1	C4	C1	C5	C1	C6	C1	C7	C1	C8	C2	C10	C2	C11	C2	C12	C2	C13	C2	C14	C2								
24	C1	C1	C3	C1	C6	C1	C5	C1	C6	C1	C7	C1	C8	C2	C10	C2	C11	C2	C12	C2	C13	C2	C14	C2								
25	C1	C1	C3	C1	C	C1	C5	C1	C6	C1	C7	C1	C8	C2	C10	C2	C11	C2	C12	C2	C13	C2	C14	C2								
26	C1	C1	C3	C1	C4	C1	C5	C1	C6	C1	C7	C1	C8	C2	C10	C2	C11	C2	C12	C2	C13	C2	C14	C2								
27	C2	C1	C3	C1	C4	C1	C5	C1	C6	C1	C7	C1	C8	C2	C10	C2	C11	C2	C12	C2	C13	C2	C14	C3								
28	C2	C1	C3	C1	C4	C1	C5	C1	C6	C1	C7	C1	C9	C2	C10	C2	C11	C2	C12	C2	C13	C2	C14	C3								
29	C2	C1			C4	C1	C5	C1	C6	C1	C7	C1	C9	C2	C10	C2	C11	C2	C12	C2	C13	C2	C14	C3								
30	C2	C1			C4	C1	C5	C1	C6	C1	C7	C2	C9	C2	C10	C2	C11	C2	C12	C2	C13	C2	C14	C3								
31	C2	C1			C4	C1			C6	C1			C9	C2	C10	C2			C12	C2			C15	C3								

Fonte: Própria autoria.

Anexo E – Tabela do custo do funcionário Anual.

Contribuições Sociais e Benefícios											
Cargo	Salário Mensal Fixo R\$	INSS	FGTS	13º Salário	INSS Sobre 13º Salário	FGTS Sobre 13º Salário	Adicional Férias	INSS Sobre Adicional de Férias	FGTS Sobre Adicional de Férias	Total Mensal com Atributos	Total Anual com Atributos
Produtor	R\$ 4.000,00	R\$ 440,00	R\$ 320,00	R\$ 333,33	R\$ 36,67	R\$ 26,67	R\$ 111,20	R\$ 22,40	R\$ 8,80	R\$ 5.299,07	R\$ 63.588,80
Total Mão de Obra por Ano											63.588,80

Fonte: Própria autoria.

Anexo F – Tabela do cálculo de energia elétrica.

CONSUMO ENERGIA MÊS			
EQUIPAMENTO	Quantidade	Consumo kw/Hora	Consumo kw/mês
Bomba THB-13	2	1,5	2190
Soprador GF750	1	0,75	547,5
Outros Equipamentos	diversos	-	233
Total kw/mês			2970,5

Tarifas	Quantidade	Valor Unit	Valor Total c/ Impostos
Valor Tarifa Rural	2970,50 kw/h	R\$ 0,30	R\$ 1.117,58
ICMS	12%		R\$ 134,11
PIS	6,79%		R\$ 75,88
COFINS	1,47%		R\$ 16,43

Fonte: Própria autoria.

Anexo G – Índices para o cálculo da energia elétrica.

Baixa tensão						
Modalidade tarifária convencional						
SUBGRUPO	TE (R\$/kWh)		TU (R\$/kWh)			
B1-Residencial	0,33735		0,26444			
B2-Rural	0,23614		0,18511			
B3-Comercial/Industrial	0,33735		0,26444			

Detalhamento da Conta						
Item	Quant.	Valor TE(R\$)	Tarifa TU	Valor TU(R\$)	Total(R\$)	
CONSUMO	159,00	0,148970	23,68	0,162910	25,90	49,58
ICMS	12,00%					7,45
COFINS	6,79%					4,23
PIS	1,47%					0,92
Subtotal 1						62,18
Lançamentos e Serviços						
CONTR SERV ILUM PUBLICA						2,97
Subtotal 2						2,97

Bases de Cálculo de Tributos			
Descrição	Alíquota	Base de Cálculo	Valor (R\$)
ICMS	12,00%	62,18	7,45
COFINS	6,79%	62,17	4,23
PIS	1,47%	62,17	0,92

Fórmula da base de cálculo*:

valor da energia (consumo + demanda + reativo + etc.) + (1 - alíquota PIS + COFINS + ICMS) = R\$

valor da energia (49,58) + (1 - 12% - 6,79% - 1,47%) = R\$

49,58 + (1 - 0,12 - 0,0679 - 0,0147) = R\$

49,58 + (0,7974) = **R\$ 62,18**

Fórmula para apuração dos tributos (ICMS, PIS e COFINS):

Base de cálculo x alíquota = R\$

ICMS = 62,18 x 12% = **R\$ 7,45**

COFINS = 62,18 x 6,79% = **R\$ 4,23**

PIS = 62,18 x 1,47% = **R\$ 0,92**

Fonte: Elektro, disponível em: <https://www.elektro.com.br/sua-casa/tarifas-taxas-e-tributos>