



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

VIABILIDADE FINANCEIRA EM SISTEMA DE AQUAPONIA

GORO KODAMA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

BRASÍLIA/DF

AGOSTO DE 2015



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

VIABILIDADE FINANCEIRA EM SISTEMA DE AQUAPONIA

GORO KODAMA

ORIENTADOR: PROFESSOR Dr. RODRIGO DIANA NAVARRO

CO-ORIENTADOR: PROFESSOR Dr. RODRIGO FORTES DA SILVA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

PUBLICAÇÃO: 137/2015

BRASÍLIA/DF

AGOSTO/2015

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

K76v KODAMA, GÓRÓ
VIABILIDADE FINANCEIRA EM SISTEMA DE AQUAPONIA /
GÓRÓ KODAMA; orientador RODRIGO DIANA NAVARRO; co
orientador RODRIGO FORTES DA SILVA. -- Brasília, 2015.
62 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Ciência
Animal) -- Universidade de Brasília, 2015.

1. AQUAPONIA. 2. MÉTODO MONTE CARLO. 3. TILÁPIA
(OREOCHROMIS NILOTICUS). 4. MANJERICÃO (OCIMUM
BASILICUM). 5. VIABILIDADE ECONÔMICA. I. NAVARRO,
RODRIGO DIANA, orient. II. DA SILVA, RODRIGO FORTES,
co-orient. III. Título.

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

VIABILIDADE FINANCEIRA EM SISTEMA DE AQUAPONIA

GORO KODAMA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA
AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIAS ANIMAIS, COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO
GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS ANIMAIS.**

APROVADA POR:

RODRIGO DIANA NAVARRO, DOUTOR

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília - UnB

(ORIENTADOR)

MAÍSA SANTOS JOAQUIM, DOUTORA

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília - UnB

(EXAMINADORA INTERNA)

LUCI SAYORI MURATA, DOUTORA

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília - UnB

(EXAMINADORA INTERNA)

BRASÍLIA/DF, 12 DE AGOSTO DE 2015

AGRADECIMENTOS

A minha esposa Queila Pahim, pelo incentivo e apoio incondicional, companheirismo e aprendizagem. Sem você não teria conseguido concluir essa etapa e tampouco ter conseguido enxergar essa possibilidade.

Aos meus pais, Kantaro e Miwako, pela educação e todo tipo de apoio e aos meus irmãos Taro, Tamana, Sumire, Yuri, Mali, Harumi, Kenjiro e Sanehiro pelo carinho e dedicação para a minha formação como pessoa.

Aos proprietários da Fazenda Pine Tree Farm, Guilherme e sua esposa, pelo apoio, paciência, ajuda na plantação de mudas e pelos conselhos sábios e práticos.

Ao professor Rodrigo Navarro por me possibilitar o ingresso e a continuação do estudo acadêmico e pelo aprendizado da vida.

Ao professor Álvaro Nogueira e professora Maísa Joaquim pela ajuda nos cálculos financeiros e de conceitos matemáticos para realização da análise de risco.

Às colegas do laboratório, Thalita, Mariana, Tamyres, Priscilla e Paula, pela ajuda na coleta de dados e também pela energia positiva e que me deu força para não desistir no meio do caminho.

Ao grande amigo, Fabim, pela ajuda no povoamento dos peixes que tivemos que buscar em Turvânia/GO.

Aos amigos do futebol de quinta, que me aconselharam e me deram forças para seguir em frente.

À Piscicultura Aquabel, unidade Turvânia, pelos conselhos e apoio à pesquisa, nos concedendo suporte para a aquisição dos alevinos.

À CAPES pelo suporte financeiro da bolsa de estudo.

E a todos que não foram citados aqui, mas que diretamente ou indiretamente me ajudaram na conclusão do meu mestrado.

ÍNDICE

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIACÕES	xii
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUÇÃO	2
1.1. Objetivo geral	3
1.2. Objetivos específicos	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Sistema de produção de aquaponia	4
2.1.1. Sistema de produção com técnica de fluxo laminar de nutrientes (Nutrient Film Technique)	5
2.1.2. Sistema de produção em placas flutuantes (Floating Raft System)	7
2.1.3. Sistema de produção com substrato (Media Filled Growbed)	8
2.2. Proporção entre plantas e peixes no sistema de aquaponia	9
2.3. Produtos do sistema de produção de aquaponia	10
2.3.1. Tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	10
2.3.2. Manjericão (<i>Ocimum basilicum</i>)	12
2.3.2.1. Pesto	14
2.4. Avaliação financeira de aquaponia	14
2.4.1. Custos em Piscicultura	15
2.4.2. Custos em Hidroponia	16
2.4.3. Custos em aquaponia	16
2.5. Principais métodos e análises de investimentos	18
2.5.1. Valor presente líquido (VPL)	18
2.5.2. Taxa interna de retorno (TIR)	19
2.5.3. Taxa mínima de atratividade (TMA)	20
2.5.4. Benefício periódico equivalente (BPE) ou valor anual equivalente (VAE)	20
2.6. Análise de risco	21
2.7. Método Monte Carlo	21
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

Capítulo 2	29
RESUMO	30
ABSTRACT	31
4. INTRODUÇÃO	32
5. MATERIAIS E MÉTODOS	33
6. RESULTADOS	37
7. DISCUSSÃO	42
8. CONCLUSÕES	45
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
Capítulo 3	49
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
10.1. Método Monte Carlo	50
10.2. Escolha da espécie de peixe para o cultivo	50
ANEXOS	51

RESUMO

VIABILIDADE FINANCEIRA EM SISTEMA DE AQUAPONIA

O presente estudo avaliou uma propriedade particular do em torno de Brasília que utiliza o sistema de aquaponia numa escala pequena de produção. Foi utilizado o método Monte Carlo para estimar a sua viabilidade financeira e a probabilidade do volume de produção e conseqüentemente avaliar o risco desse empreendimento. Os dados analisados foram os custos fixos e variáveis, receitas e os indicadores de viabilidade financeira que são valor presente líquido (VPL), benefício periódico econômico (BPE) e taxa interna de retorno (TIR). Foram identificadas nessa pesquisa que o custo com a maior participação foi com a aquisição de terra com mais de 60%. Segundo a pesquisa, o empreendimento demonstrou uma probabilidade de 56,69% para gerar uma taxa de VPL, BPE e TIR, respectivamente de R\$ 117.784,26, R\$ 16.003,11 e 37%. A probabilidade de ocorrência do volume de produção de peixe e planta ser de respectivamente de 1179,44 kg e 731,26 kg foi de 74,43 % e 76,16 %, apresentando uma probabilidade maior que 50%, o que é considerado como mais confiável do que as análises tradicionais. Dessa forma, podemos concluir que é viável economicamente segundo os parâmetros de VPL, que foi maior que zero e a TIR que foi superior à taxa mínima de atratividade.

Palavras-chave: aquaponia, método monte carlo, tilápia (*Oreochromis niloticus*), manjerição (*Ocimum basilicum*), viabilidade econômica

ABSTRACT

Finance Feasibility of Aquaponics System

This study evaluated a private property of around Brasilia that uses aquaponics system on a small scale production. We used the Monte Carlo method to estimate their financial viability and the likelihood of the production volume and consequently assess the risk of this venture. The data were fixed and variable costs, revenues and financial viability indicators that are net present value (NPV), equivalent periodic benefit (EPB) and internal rate of return (IRR). They were identified in this study that the cost with the highest participation was with land acquisition over 60%. According to the survey, the project has demonstrated a probability of 56.69% to generate a NPV rate, EPB and IRR respectively R \$ 117,784.26 R \$ 16,003.11 and 37%. The probability of occurrence of fish and plant production volume be respectively 1,179.44 kg to 731.26 kg was 74.43% and 76.16%, a probability higher than 50%, which is considered more reliable than the traditional analyzes. Thus, we can conclude that it is economically viable according to the NPV of parameters, which was greater than zero and the IRR which was higher than the hurdle rate.

Keywords: aquaponic, method monte carlo, tilapia (*Oreochromis niloticus*), basil (*ocimum basilicum*), economic feasibility

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Sistema de NFT. Fonte: http://www.backyardaquaponics.com/guide-to-aquaponics/running-of-the-system/	6
Figura 2. Sistema de FRS. Fonte: http://highlandstoday.com/list/highlands-agri-leader-news/starting-a-movement-20150220/	7
Figura 3. Sistema de Media Based Growbed ou Media Filled Bed. Fonte: https://usaquaponics.wordpress.com/about/	8
Figura 4. Tilápia adulto (Fonte: http://nwtilapia.com/images/Pureline.jpg . Acesso em 12/08/2015)....	10
Figura 5. Manjeriçã (Ocimum basilicum). (Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e7/Starr_070906-8854_Ocimum_basilicum.jpg . Acesso em : 18/08/2015).....	13
Figura 6. Composição do custo operacional do sistema de aquaponia (Tokunaga et al., 2015).	17
Figura 7. Composição do custo operacional do sistema de aquaponia (Dados da pesquisa).	38
Figura 8. Histograma e frequência acumulada da produção de peixe (Dados da pesquisa).....	39
Figura 9. Histograma e a frequência acumulada da produção de pesto (Dados da pesquisa).	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tabela de arraçamento de acordo com o peso médio do peixe e a temperatura da água. (Adaptado de Ostrensy, 1998).....	11
Tabela 2. Taxa de representação no custo de produção de acordo com o sistema de produção (Dados da pesquisa).....	15
Tabela 3. Composição dos custos de investimentos por categoria. Fonte: Dados da pesquisa.....	37
Tabela 5. Composição do custo de pesto (Dados da pesquisa).....	38
Tabela 6. Dados de produção do peixe e da planta. Fonte: Dados da pesquisa.	39
Tabela 7. Receita anual bruta. Fonte: Dados da pesquisa.....	40
Tabela 8. Indicadores financeiros. Fonte: Dados da pesquisa.....	41
Tabela 9. Levantamento de itens necessários para a implantação do projeto (Dados da pesquisa).	52
Tabela 10. Levantamento de preços dos itens necessários para a implantação do projeto (Dados da pesquisa).....	55
Tabela 11. Fluxo de caixa (Dados da pesquisa).....	60
Tabela 12. Quadro representativo de consumo de energia (Dados da pesquisa).	61
Tabela 13. Dados produtivos do estudo.	62
Tabela 4. Custo de produção e porcentagem de participação. Fonte: Dados da Pesquisa.....	62

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

BPE – Benefício Periódico Equivalente

FAO - *Food and Agriculture Organization*

FCA - Fator de conversão alimentar

PVC - *Polyvinyl chloride*

TIR – Taxa Interna de Retorno

VPL – Valor Presente Líquido

VAUE – Valor Uniforme Anual Equivalente

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

A aquaponia é um sistema integrado de cultivo de peixes com o cultivo de plantas, que utiliza pouca água e aproveita o nutriente do sistema de forma eficiente em um sistema de recirculação fechada. Há mais de 1000.A.C que os Astecas utilizaram esse sistema para plantar o arroz e cultivas os peixes. Atualmente tem difundido amplamente nos Estados Unidos, Austrália e México para produzir planta e peixes de alta qualidade para abastecer o mercado local próximo a produção. 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).

O sistema de produção de aquaponia utiliza apenas 10 % da água de um sistema convencional de cultivo de peixes, que pode se tornar uma alternativa de produção sustentável no Brasil, em locais com acesso a pouca água. Por utilizar sistema de hidroponia, ele não requer a utilização do solo para o cultivo de plantas (SOMERVILLE et al., 2014). Assim ele pode ser utilizado também em locais onde não há solos férteis para a produção de plantas, tais como regiões áridos e semiáridos como no centro-oeste e nordeste.

Entretanto existe uma lacuna muito grande em relação à informação sobre a sua viabilidade no ponto de vista financeira.

Para que seja comprovado 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 dos indicadores financeiros, o empreendimento torna-se vulnerável a qualquer influência externa. Além disso, é indispensável fazer a avaliação financeira antes da implementação para que o capital investido seja melhor aproveitado (SILVA, 2008).

Segundo Rakocy et al (2006), o sistema de aquaponia requer alto custo para implantação, pois os componentes necessários, tais como a bomba e tanque de peixes são equipamentos caros. E isso pode encarecer a receita do projeto quando se tem a finalidade comercial.

Dessa forma, devemos avaliar se o sistema apresentado nesse estudo pode ser viável financeiramente a ponto de ser atraente para os investidores e agricultores interessados. Além disso, o presente estudo visa identificar os componentes necessários e os respectivos custos necessários para a implantação do projeto de aquaponia. Com a identificação dos custos, poderá identificar os riscos inerentes à viabilidade financeira que servirá para auxiliar o investidor na tomada de decisão.

Nesse sentido, o presente estudo tem os seguintes objetivos;

1.1. Objetivo geral

Avaliar a viabilidade financeira do sistema de aquaponia.

1.2. Objetivos específicos

1. Identificar os custos de implantação, fixos e variáveis
2. Estimar os indicadores econômicos de viabilidade financeira
3. Analisar a sensibilidade do risco do projeto através do método Monte Carlo

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Sistema de produção de aquaponia

A aquaponia é um sistema integrado de cultivo de plantas e peixes com o uso eficiente da água (HUSSAIN et al., 2014; PALM et al., 2014; RAKOCY; MASSER; LOSORDO, 2006; TRANG; BRIX, 2014). A água utilizada no cultivo de peixes é bombeada para o cultivo de plantas de uma forma que os nutrientes desperdiçados ou gerados pelo cultivo de peixes são absorvidos pelas plantas. Ocorre também a nitrificação das plantas que é feita devido ao desempenho exercido pelas bactérias que auxiliam na quebra dos nutrientes para que as plantas possam aproveitá-los melhor os nutrientes gerados pela piscicultura (RAKOCY; MASSER; LOSORDO, 2006).

O sistema é basicamente composto por 3 compartimentos: tanques de peixes, tanques de hidroponia e o tanque de filtração. Em alguns tipos de sistema, o sistema de filtração não separa por compartimento de filtração mecânica e biológica. Alguns autores consideram que seja importante incluir os compartimentos para *clarifier*¹, *sump*² entre outros (RAKOCY; MASSER; LOSORDO, 2006).

O tanque de peixes geralmente é circular com capacidade variando de 1m³ a 3 m³. Para melhor otimização do espaço da área coberta, os tanques são dispostos paralelamente ao tanque de hidroponia. A saída de água do tanque é localizada no meio do tanque para gerar o vórtex ou vórtice, que funciona como uma corrente que centraliza os materiais em suspensão em direção a saída de água. Dessa forma ele funciona como um sistema auto limpante de restos de comidas e até mesmo a mortalidade que vão se acumulando no fundo (MASALÓ et al, 2008).

¹ É um componente que permite separar as partículas sólidas em suspensão por decantação. O tipo cônico é o mais utilizado em sistemas de aquaponia do tipo deep water flow.

² É um tanque onde poderá fazer a mistura dos nutrientes necessários para as plantas.

Nesse sistema há uma atuação de microrganismos que desempenham o papel importante de intermediação no ciclo de nutrientes. O processo de intermediação é conhecido como biofiltração. Basicamente a amônia que é excretado pelos peixes são transformados pelo processo de nitrificação para inicialmente num produto mais tóxico que é o nitrito. Por sua vez transformado em nitrato que é relativamente menos tóxico. Os principais atores desse processo são as bactérias, *Nitrossomonas* e *Nitrobacter*, que são encontrados naturalmente no ambiente (RAKOCY; MASSER; LOSORDO, 2006). Ou seja, o processo de nitrificação é um processo natural do ciclo de amônia no ambiente aquático (AMAL, 2008). Porém, no sistema de circulação fechada, se torna essencial o ótimo funcionamento desse processo por reutilizar a água do sistema com peixes em alta densidade e conseqüentemente alto nível de amônia no ambiente (SIMEONIDOU et al., 2012).

2.1.1. Sistema de produção com técnica de fluxo laminar de nutrientes (Nutrient Film Technique)

Esse sistema é composto por canos de PVC (10,16cm a 12,7cm) ou material semelhante, onde são acopladas as mudas de plantas sem a utilização de substrato para fixação destas. Uma camada fina de água com os nutrientes flui por dentro desses canos para suprir as demandas nutricionais das plantas (RAKOCY; MASSER; LOSORDO, 2006).

Segundo Somerville et al (2014), recomenda se o uso do cano de PVC, podendo o diâmetro do cano variar de acordo com a planta que for cultivada no espaço. Para vegetais de frutos maiores deve ser utilizado diâmetro de 11 cm, enquanto que para os vegetais de folhas com rápido crescimento deve ser utilizado diâmetros de 7,5 cm.

O volume de água e a área de cultivo é relativamente menor que em outros sistemas por utilizar apenas nível de fluxo laminar e a área pode ser otimizada usando na forma vertical ou em forma de cascata (RAKOCY; MASSER; LOSORDO, 2006; SOMERVILLE et al., 2014). Por utilizar pouca quantidade de água, permite também a montagem do suporte com maior facilidade e com pouco material (RAKOCY; MASSER; LOSORDO, 2006)



Figura 1. Sistema de NFT. Fonte: <http://www.backyardaquaponics.com/guide-to-aquaponics/running-of-the-system/>

Nesse sistema, Rakocy et al (2006) recomenda o uso do biofiltro 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.

Apesar de ser o sistema de produção mais utilizado pelos produtores de hidroponia, em aquaponia é o terceiro mais utilizado dos 6 tipos de sistemas de produção de vegetais em sistema de aquaponia, com 29% dos entrevistados, conforme o estudo realizado pelo Love et al (2014).

Rakocy et al (2006), recomenda o ajuste do espaçamento entre as plantas a serem dispostas ao longo do cano para que não comprometa o crescimento de cada planta. Além disso, é importante ressaltar que a extensão total do cano não deve ficar maior do que 12 m. Pois, pode ocorrer a deficiência de nutrientes para as plantas que estão mais longe da entrada de nutrientes devido a absorção dos nutrientes pelas plantas que estão mais perto da entrada de água (SOMERVILLE et al., 2014).

Conforme Somerville et al (2014), a inclinação deve ser de 1cm / m para garantir que a água transcorra dentro do cano.

2.1.2. Sistema de produção em placas flutuantes (Floating Raft System)

O sistema foi desenvolvido pela University of the Virgin Islands – St. Croix, U.S.A. que tem aprimorado seu sistema e difundido sua tecnologia através de cursos e palestras realizadas pela equipe coordenada pelo pesquisador James Rakocy. Diferentemente de outros sistemas de hidroponia, tem como característica principal o tanque de hidroponia disposto a céu aberto, que é coberto pela placa flutuante que tem a função de suporte para colocar as plantas e também exerce a função de dificultar a perda de água por evaporação (Figura2).



Figura 2. Sistema de FRS. Fonte: <http://highlandstoday.com/list/highlands-agri-leader-news/starting-a-movement-20150220/>

Além disso, protege a água dos raios solares evitando assim o crescimento indesejável de microalgas. Nesse canal, poderá ser colocada peixes ornamentais que são úteis para o controle biológico de caramujos. Pode-se também cultivar camarão de água doce para aumentar a produção e fazer o melhor aproveitamento do espaço sem prejudicar o crescimento das plantas (RAKOCY; MASSER; LOSORDO, 2006).

O sistema utiliza clarificadores que funcionam como filtros mecânicos e tanque de reposição na qual são diluídos os minerais necessários para as plantas (RAKOCY; MASSER; LOSORDO, 2006).

Nesse tipo de sistema é muito importante a presença de filtros mecânicos e dos clarificadores, pois os resíduos gerados pela piscicultura podem prejudicar a absorção dos nutrientes pela raiz da planta, causando conseqüentemente seu apodrecimento. Além disso, a obstrução de canais e tubulações pode prejudicar a qualidade de água causando o baixo

desempenho ou até mesmo a mortalidade dos peixes devido ao aumento de amônia e nitrito (RAKOCY; MASSER; LOSORDO, 2006).

Esse sistema possui uma vantagem técnica de aliar a simplicidade operacional de colheita ao plantio das mudas, que são colocadas na placa flutuante como cartuchos, demandando pouco tempo e esforço para a atividade de plantio e colheita. Contribuindo significativamente para economia de tempo e esforço no campo, que pode ser direcionado para a comercialização e transporte dos produtos, garantindo melhor qualidade aos produtos que poderão ser comercializados no mesmo dia de colheita (TOKUNAGA et al., 2015).

2.1.3. Sistema de produção com substrato (Media Filled Growbed)

O sistema de produção com substrato é um método mais popular entre os produtores de aquaponia em escala pequena. Por ser um método simples, eficiente no uso do espaço e relativamente de custo baixo, é recomendável para os iniciantes da atividade (SOMERVILLE et al., 2014).

Esse sistema utiliza os substratos do tipo argila expandida, seixo rolado e areia para ajudar na fixação das raízes e a colonização das bactérias nitrificantes (Figura3). A área onde são plantadas as mudas geralmente são inundadas com a água da piscicultura e serve como filtro biológico e mecânico (SOMERVILLE et al., 2014). Dessa forma, não há necessidade de instalar os sistemas independentes de filtração, tais como o separador de sólidos em suspensão que é um tipo de filtro mecânico (RAKOCY; MASSER; LOSORDO, 2006)



Figura 3. Sistema de Media Based Growbed ou Media Filled Bed. Fonte: <https://usaquaponics.wordpress.com/about/>

O tanque de substrato não só serve como filtro biológico e mecânico, mas também como um local onde ocorrerá a mineralização dos nutrientes. Quando há dimensionamento subestimado do sistema, pode favorecer o entupimento dos substratos, criando assim pontos anaeróbicos que pode reduzir a função como filtro biológico (SOMERVILLE et al., 2014).

2.2. Proporção entre plantas e peixes no sistema de aquaponia

De acordo com Rakocy et al (2006), é necessária maior atenção em relação à proporção das plantas e peixes e quantidade de ração e plantas. Pois no sistema de aquaponia, a principal forma de o nutriente ser inserido no sistema é através da oferta de ração. A função das plantas é limpar e filtrar a água. E ao mensurar a proporção de plantas no sistema, é possível fazer seu correto dimensionamento, proporcionando o crescimento dos peixes e o desenvolvimento dos vegetais, que filtram totalmente os nutrientes dissolvidos na água, garantindo assim, sua qualidade.

As formas de aproveitamento dos nutrientes pelas plantas no sistema de aquaponia mais utilizadas é o balanceamento do equilíbrio entre a proporção de plantas e peixes e o método da regulação da taxa de alimentação. Nesse método é considerado importante as três variáveis que são: quantidade ofertada de ração em gramas por dia, o tipo da planta (se é vegetais de folhas ou frutífero) e o espaço de plantio em m² (SOMERVILLE et al., 2014). É recomendado a utilização de taxa de alimentação de 40-50g/m²/dia para vegetais folhoso e 50-80g/m²/dia para cada m² de plantação (SOMERVILLE et al., 2014).

Segundo Rakocy et al. (2006) é essencial considerar as espécies de planta, pois a taxa de absorção e os requisitos nutricionais são diferentes. Da mesma forma que a quantidade de nutrientes gerados pelas fezes e o tipo de ração oferecido também pode alterar a qualidade de nutrientes inseridos no sistema e dessa forma a proporção de plantas e peixes pode variar.

Deve-se considerar também a densidade de cada sistema. Pois, o espaçamento do plantio também influencia na eficiência da absorção dos nutrientes e no desempenho produtivo das plantas. Como citado anteriormente, em sistemas de produção com fluxo laminar, o cano não deve ficar mais do que 12 m e o espaçamento entre as plantas devem ser conforme a espécie de planta. Segundo Somerville et al (2014), o espaçamento ideal entre as plantas é de no mínimo 21 cm.

2.3. Produtos do sistema de produção de aquaponia

No sistema de produção de aquaponia podem ser produzidos várias espécies de plantas e peixes, pois o ambiente é totalmente controlável e assim consegue criar condições necessárias e específicas para cada espécie (GJESTELAND, 2013).

Conforme Rakocy et al (2006), a espécie de peixe mais produzida no sistema de aquaponia é a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

2.3.1. Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

A tilápia é originária do continente africano, nas bacias dos rios Nilo, Níger, Tchade e lagos do Centro-oeste africano (VERANI, 1980; VICENTE et al., 2014). O nome “Tilápia” é um nome genérico para os ciclídeos endêmico do continente africano. A espécie de maior importância econômica é a espécie *Oreochromis niloticus*, conhecido como a tilápia-do-Nilo (POPMA; MASSER, 1999).

O seu corpo é achatado lateralmente e tem como característica as espinhas dorsais, pélvica e anais bem desenvolvidas (Figura 4). A sua nadadeira dorsal e caudal são alongadas e a sua cor pode depender da espécie, momento da maturidade sexual e hábito alimentar. Portanto a cor não pode ser utilizada como a única ferramenta para identificação da espécie (POPMA; MASSER, 1999).



Figura 4. Tilápia adulto (Fonte:<http://nwtilapia.com/images/Pureline.jpg>. Acesso em 12/08/2015).

A espécie foi introduzida em mais de 100 países devido às suas características rústicas e favoráveis para aquicultura (COWARD e BROMADE, 2000). Durante a década de

50 a 70, ocorreram a introdução das espécies de tilápia no estado de São Paulo e no Nordeste. E assim a sua distribuição expandiu-se devido ao seu potencial de cultivo e também pela sua rusticidade e característica de maturação precoce (LÈVEQUE, 2002; VICENTE et al., 2014; ZIMMERMANN e FITZSIMMONS, 2004). E hoje, graças ao melhoramento genético e o domínio da técnica de reprodução artificial, é um dos peixes mais cultivados no mundo e a primeira no Brasil (OLIVEIRA et al., 2007).

A tilápia cresce bem em águas com temperatura da água na faixa dos 27 a 30°C e em condições ideais de qualidade de água ela pode chegar de 50g (tamanho de juvenil) a 500g (tamanho de adulto) em aproximadamente 6 meses (SOMERVILLE et al., 2014)

Segundo Somerville et al (2014), a tilápia por ser onívoro aceita a ração tanto de origem animal tanto de vegetal. Dessa forma, aceita alimentos alternativos de ração, tais como *Azolla spp* e *Moringa olifera* que são conhecidos como plantas de alta taxa de proteína. Especialmente na fase juvenil, quando a tilápia tem o tamanho menor que 15 cm, elas podem se alimentar de outros peixes pequenos e gradativamente irá cessar o seu hábito piscívoro.

Como em outras espécies homeotermo, a sua taxa de alimentação varia de acordo com a temperatura da água. Conforme Ostrensky (1998), na fase inicial a quantidade de alimento deve ser oferecida em maior proporção em relação ao seu peso médio de acordo com a temperatura da água (Tabela 1).

Tabela 1. Tabela de arraçamento de acordo com o peso médio do peixe e a temperatura da água. (Adaptado de Ostrensky, 1998).

PESO MÉDIO (G)	TEMPERATURA (°C)						
	<15	15-17	18-20	21-23	24-26	27-29	>30
0,3 - 5	0,0%	3,0%	6,0%	9,0%	12,0%	12,0%	6,0%
6 -10	0,0%	1,6%	3,2%	4,8%	6,4%	8,0%	3,2%
11- 20	0,0%	1,3%	2,4%	4,2%	6,4%	8,0%	2,8%
21 - 50	0,0%	1,0%	2,0%	3,0%	4,0%	5,0%	2,0%
51- 70	0,0%	0,8%	1,6%	2,4%	3,2%	4,0%	1,6%
71 - 100	0,0%	0,8%	1,6%	2,4%	3,2%	4,0%	1,6%
101 - 150	0,0%	0,6%	1,2%	1,8%	2,4%	3,0%	1,2%
151 - 200	0,0%	0,6%	1,1%	1,6%	2,2%	2,7%	1,1%

201 - 300	0,0%	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,4%	1,0%
301 - 400	0,0%	0,4%	0,8%	1,2%	1,6%	2,0%	0,8%
401 - 500	0,0%	0,4%	0,8%	1,1%	1,5%	1,9%	0,8%
501 - 550	0,0%	0,4%	0,7%	0,9%	1,4%	1,6%	0,5%
551 - 700	0,0%	0,4%	0,7%	0,9%	1,4%	1,6%	0,5%

No Brasil, a tilápia tem grande aceitação pelo consumidor devido baixo teor de gordura e ausência de espinhas no filé, competindo com outros produtos consolidados nos hábitos alimentícios, como o bacalhau e merluza (BARROZO et al., 2014).

Devido aos incentivos do governo e também dos investimentos públicos na área de melhoramento genético, o Brasil tem o potencial de ser o maior produtor mundial, gerando assim uma fonte de proteína de alta qualidade, baixo custo e economicamente gerar uma renda para os produtores (VICENTE et al., 2014).

2.3.2. Manjeriço (*Ocimum basilicum*)

O manjeriço tem como origem a Índia e é considerado como a planta sagrada que é utilizado não só para a culinária, mas também para espantar o “mau olhado” plantando nas portas das casas (AFONSO, 2006). O mesmo autor relata que em outros países como no Egito era considerado também como sagrado, em Roma era o emblema do amor. Já na Grécia era símbolo do luto, e somente os soberanos eram permitidos a colher com uma foice de ouro, de onde vem o significado de seu nome “planta do rei”

O manjeriço é uma erva largamente utilizada na culinária italiana. É encontrado facilmente no mercado na forma de “*in natura*” ou processado industrialmente. Além da finalidade culinária, é destinado para fins de produção de fármacos e cosméticos devido suas propriedades aromáticas e por ser uma fonte de óleo essencial (JANNUZZI, 2013).

A sua variedade é muito grande e diversifica se principalmente pelo tamanho das folhas e da coloração. Existem variedades cultivadas para fins ornamentais. Não só a variedade mas também na sua utilização também pode variar de acordo com a época, local como Silva (2004) cita que o mesmo pode ser utilizado para afastar os mosquitos. Já Afonso (2006) cita que não só afasta as moscas mas também é utilizado no Brasil em banhos contra o “mau olhado”. O mesmo cita que no século passado, eram utilizados pelos sapateiros para atenuar o

odor do couro.

Bastante cultivado em quase todo o Brasil, podendo chegar a 30 cm a 60cm de altura (PEREIRA; MOREIRA, 2011). Muito ramificado, ereto, verde claro a avermelhado na base, folhas simples, com cheiro forte e ardente, mas fresco (Figura 5).



Figura 5. Manjerição (*Ocimum basilicum*). (Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e7/Starr_070906-8854_Ocimum_basilicum.jpg. Acesso em : 18/08/2015).

A propagação pode ser por sementeira ou estaquia de galhos.  recomendada o cultivo com espaçamento de 30 a 40 cm entre as plantas e de 60 cm entre as linhas. As folhas devem ser colhidas pouco antes de começar o florescimento. Assim consegue obter um teor maior de óleo quando consumido (PEREIRA; MOREIRA, 2011).

O sistema de cultivo de manjerição varia de acordo com o objetivo de comercialização, e pode ser cultivado em canteiro, vaso, sistema de hidroponia ou aquaponia. Na literatura são encontradas espaçamentos de 0,30 x 0,30 m até 0,50 x 0,50 m (JANNUZZI, 2013).

No mercado brasileiro, a variedade *Ocimum minimum*  vendida nas feiras e supermercados em forma de “*in natura*”, sendo vendidos em maço que pode ter o peso entre 110g a 140g (GUIMARÃES, 2012; JANNUZZI, 2013). De acordo com Jannuzzi (2013), o

consumidor do Distrito Federal, tem a preferência em adquirir manjericão do tipo folha verde e pequena que é ideal para ser utilizado em pizzas.

Sendo utilizado também não só para culinária, mas também como planta ornamental e em condições ideais chegam a atingir uma altura de 100 cm (GUIMARÃES, 2012).

2.3.2.1. Pesto

Uma das formas de utilização do manjericão é na forma de pesto que é largamente utilizado na agroindústria como agente aromatizador.

Conforme Afonso (2006), o pesto é utilizado em forma de molho que é adicionado principalmente à massa, podendo ser utilizado também em arroz, assado de carne, camarão entre outras carnes (NETO LINGUANOTTO, 2006). Sua origem é Genovesa e sua receita original é composta de manjericão, pinoli, azeite de oliva, queijo pecurino, sal e alho.

Há uma infinidade de receitas deste molho, adaptadas à culinária brasileira, tendo variações nos ingredientes e em suas proporções, como: manjericão, amêndoas, azeite de oliva, queijo parmesão ralado e alho (AFONSO, 2006).

O pesto utilizado neste estudo é feito com os seguintes ingredientes: manjericão, azeite de oliva, alho, castanhas do brasil, mel e sal. (Dados do produtor, Fazenda Pine Three Farm).

O mercado para o pesto pode ser promissor pois cada vez mais as pessoas tem menos tempo para cozinhar e tem preferido se alimentar fora de casa ou de maneira rápida em casa (CANO, 2014). Levando assim, estes produtos que tem praticidade no preparo de pratos uma maior participação no mercado (MONTEIRO, 2008).

2.4. Avaliação financeira de aquaponia

Apesar do mercado promissor dos produtos oriundos da atividade de aquaponia, devemos analisar a atividade do ponto de vista financeiro para poder comparar com outras atividades que produzem o mesmo tipo de produto, tais como a aquicultura e a hidroponia.

E para poder comparar financeiramente a atividade de aquaponia com outros projetos de aquicultura e hidroponia ou de outras áreas, é necessário o entendimento dos custos para determinar o fluxo de caixa e posteriormente utilizar métodos determinísticos que

possibilitem a estimação do fluxo de caixa. Além disso, realizará também a avaliação de risco utilizando o método Monte Carlo para que possamos estimar o seu risco.

Inicialmente será realizado o levantamento de custo referente à atividade de piscicultura que integra o sistema de aquaponia, porém separadamente e por meio dos dados coletados em artigos científicos, teses e dissertações.

2.4.1. Custos em Piscicultura

A composição de custos em uma dada atividade pode demonstrar quais são as variáveis que mais impactam no orçamento, na implantação e de uma forma geral no gerenciamento financeiro da atividade (GOLDRATT e FOX, 1989; MARTIN et al., 1995).

Na piscicultura, o custo mais relevante é o da ração, podendo variar de 31,62% a 59,08% do custo total de produção (Tabela 2).

Tabela 2. Taxa de representação no custo de produção de acordo com o sistema de produção (Dados da pesquisa)

Sistema de produção	Fase de produção	de Item	Taxa de representação no custo de produção (%)	Autor (ano)
Extensivo	Engorda	Ração	31,62	(MARTIN et al., 1995)
Intensivo	Engorda	Ração	59,08	(MARTIN et al., 1995)
Intensivo	Engorda	Ração	50,44	(CAMPOS et al., 2007)
Intensivo	Juvenil	Alevinos	42,01	(TANIGUCHI, 2010)
Intensivo	Juvenil	Alevinos	55,29	(AYROZA et al., 2011)

Conforme Martin et al (1995), a taxa de participação aumenta à medida que o sistema muda para o sistema intensivo (MARTIN et al., 1995).

O custo com a ração é considerado como o mais importante entre os custos variáveis, portanto deve-se fazer o melhor uso possível do mesmo para haver uma melhor produtividade. (MARTIN et al., 1995).

Em produção de juvenis, o custo com a ração também é alto, representando uma taxa de 38,19%. Mas o maior custo é o de aquisição de alevinos, que corresponde a 42,01% (TANIGUCHI, 2010). O ciclo de produção de juvenis é muito mais curto, podendo ter até 6 safras por ano dependendo da região, diferentemente da engorda que pode ter no máximo 2 safras por ano.

Ayroza et al. (2011), constatou que o custo com a ração variou de 48,21% a 55,29% e a aquisição de juvenis de 31,15% a 44,72% na participação no custo operacional.

A proporção de representatividade maior da ração nos custos pode ser explicado pelo fato da quantidade de ração ofertada ser maior em sistemas intensivos, onde o aproveitamento da ração é menor (FCA alto) e os peixes necessitam de mais energia devido ao desgaste e estresse gerado pela alta densidade no cultivo (ELLIS et al., 2002).

2.4.2. Custos em Hidroponia

Segundo Geisenhoff et al (2009), os custos com benfeitorias, equipamentos e máquinas e do custo da terra, respectivamente foram de 65,40%, 33,96% e 12% do custo de implantação total da atividade de hidroponia.

Em termo de custo operacional, a mão de obra representou (56,87%) , seguido pelo custo de insumos (14,22%), energia (7,11%) e transporte (21,32%), do custo operacional total da atividade (GEISENHOF et al., 2009). Vários outros autores também relataram valores semelhantes (BOARETTO, 2005; FAQUIN et al.,1999; SOUZA et al.,1999).

2.4.3. Custos em aquaponia

O sistema de aquaponia mesmo sendo de pequeno tamanho, pode ser considerado como investimento inicialmente mais caro, por considerar que haverá necessidade em investir em tanques, galpão, bomba de água, soprador de ar, forros e placas flutuantes (RAKOCY et al., 2000).

Segundo Tokunaga et al (2015), o valor total de investimento inicial em Honolulu, Hawai, EUA, foi de \$217.078, sendo que 80% (\$173.6161) desse total foi destinado para a instalação e funcionamento apenas para o sistema de produção vegetal. A área total de desse modelo de fazenda era equipado com 4 sistemas de aquaponia, cada um com 18.93m³de tanque de peixe, 8 canais hidropônico de 35,47m², um biofiltro, 0,2kW de bomba de água, 0,4kW de soprador de ar, totalizando 1142m² de área total de hidroponia e 75,71m³ de volume de tanque de peixe (TOKUNAGA et al., 2015).

Os custos com os componentes como tanque de hidroponia, tanque de peixe, tanque de reprodução, soprador de ar, bomba de água e outros somaram uma quantia de \$105.944, o que equivale a 49% do total de investimento (TOKUNAGA et al., 2015).

As maiores parcelas de custo variável referem-se a mão de obra e eletricidade, que representam 57% e 23% respectivamente do custo variável total do sistema de produção de vegetal (Figura 6). Já em sistema de produção de peixes, os maiores custos são ração e eletricidade e mão de obra, respectivamente de 52%, 24% e 14%. Ao considerar os sistemas em conjunto, os custos mais altos ficam na ordem de mão de obra, eletricidade e ração, respectivamente de 48%, 23% e 11% (TOKUNAGA et al., 2015). Ou seja, em sistema de aquaponia, o custo com a ração é relativamente menor comparado com o sistema de piscicultura que representa um custo de em torno de 40 a 50%.

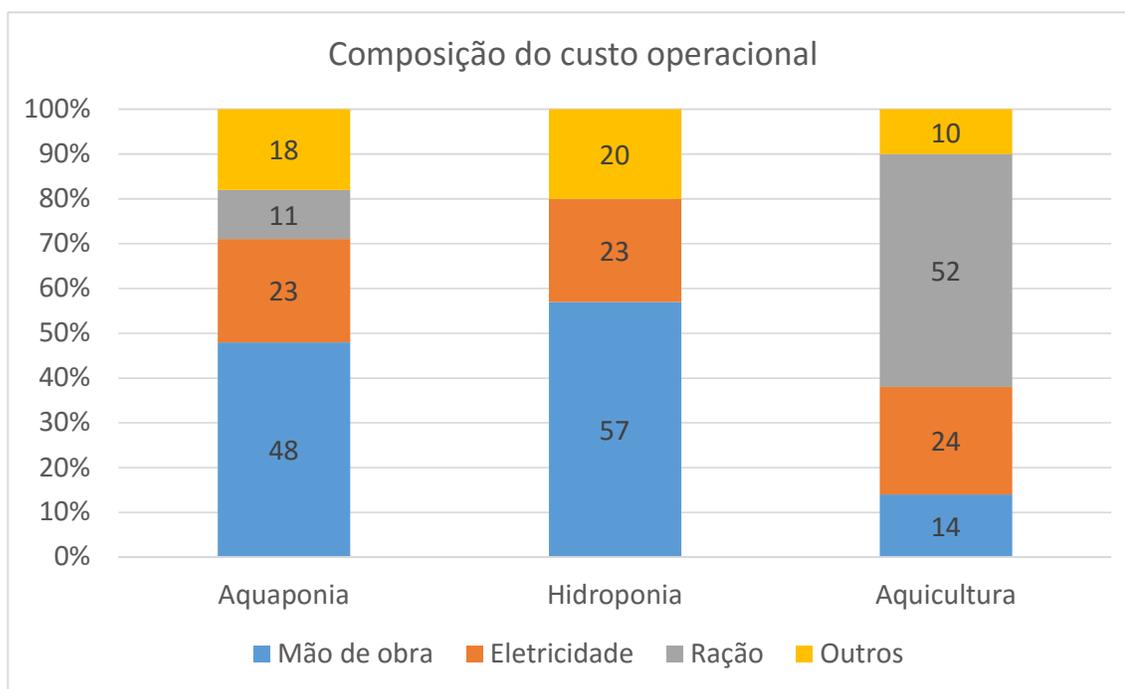


Figura 6. Composição do custo operacional do sistema de aquaponia (Tokunaga et al., 2015).

Os custos com energia podem se tornar um gargalo para inviabilizar o sistema de aquaponia, pois se houver interrupção de fornecimento de energia por queda de postes ou por tempestades, haverá a necessidade de suprir essa demanda para manter o sistema em funcionamento afim de manter os peixes vivos. Nesses casos, deve haver um gerador de energia, o que implica em alto custo de investimento inicial. De acordo com Lapere (2010), em áreas rurais é necessário haver também opções mais baratas como uso da fonte de recurso renovável, tais como madeira e biogás para utilizar no aquecimento de água e até como combustível para geração de energia elétrica.

2.5. Principais métodos e análises de investimentos

Os principais métodos utilizados na análise de investimentos são; o valor presente líquido (VPL), Taxa interna de retorno (TIR) e Benefício periódico equivalente (BPE) que serão detalhados a seguir.

2.5.1. Valor presente líquido (VPL)

Segundo Brabo et al (2013), o valor presente líquido (VPL) é o valor atual dos benefícios menos o valor atual dos custos ou reembolsos. Já Motta e Calôba (2002), define que o valor presente líquido é a soma dos valores do fluxo de caixa descontado no presente, a uma taxa de juros.

O retorno estimado do projeto e os custos são considerados como constantes e são desconsideradas as variáveis, tais como a mortalidade que pode ocorrer de acordo com a queda de energia durante a noite, baixo crescimento dos peixes devido à alta temperatura ou baixa temperatura em casos de quebra de termostato, que são os riscos que podem acontecer durante o tempo de projeto. A reposição de um equipamento quebrado antes de completar a sua vida útil também pode influenciar no custo e dessa forma alterar o valor final de lucro. Levando assim, a um alto grau de incerteza do projeto por não considerar as variáveis (MONTEIRO; JUNIOR, 1997)

Também é conhecido como o indicador que permite avaliar a viabilidade financeira do projeto a longo prazo (VERA-CALDERÓN et al., 2004; FURLANETO et al., 2009)

A fórmula é representada da seguinte maneira:

$$VPL = \sum_{i=0}^n \frac{B_i - C_i}{(1 + r)^i}$$

Onde:

B_i = retorno estimado do projeto, em unidade monetária;

C_i = custos, em unidade monetária;

r = taxa m, em unidade monetária;

i = número de período do projeto;

Quando o valor calculado for maior que zero, o projeto em questão deve ser implantado, caso contrário, deve ser rejeitado pois seria mais vantajoso aplicar o dinheiro em outro investimento ou até mesmo deixar na poupança que tem retorno menor.

2.5.2. Taxa interna de retorno (TIR)

Segundo Kassai et al (2000), a taxa interna de retorno (TIR) representa a taxa de desconto que iguala, num único momento, os fluxos de entrada com os de saída de caixa. Em outras palavras, é a taxa que produz um VPL igual a zero.

Furlaneto et al (2009), define TIR como o valor indicado para estudar a viabilidade financeira do projeto. Para saber se é viável ou não, basta comparar com o custo de oportunidade do capital, dado pela taxa de atratividade.

A taxa é representada pela seguinte fórmula:

$$TIR = \sum_{i=0}^n \frac{B_i - C_i}{(1 + r)^i} = 0$$

Onde:

B_i = retorno estimado do projeto, em unidade monetária;

C_i = custos, em unidade monetária (sem considerar o custo de depreciação);

r = taxa mínima de atratividade;

i = número de período do projeto.

Conforme Moschen (2007), o projeto será economicamente viável quando a TIR for superior à taxa de juros que é normalmente utilizado pelo mercado financeiro para captação de recursos, conhecido como taxa mínima de atratividade.

2.5.3. Taxa mínima de atratividade (TMA)

Segundo Ross et al (1995), a taxa mínima de atratividade é a menor taxa que é aceito pelos possíveis interessados em investir num projeto ou num ativo qualquer. Segundo a teoria de finanças entende-se que os investidores tenham cautela e receio em investir em algo arriscado e dessa forma, naturalmente eles esperam maiores retornos quando o fazem.

A taxa mínima de atratividade é o parâmetro de avaliação dos projetos, entende-se como a meta econômica mínima a ser alcançada (NETO, 1992). Sendo que no método de VPL, serve como uma taxa de desconto dos fluxos de caixa. Já no método de TIR é utilizado como a taxa de comparação com a taxa interna de retorno.

2.5.4. Benefício periódico equivalente (BPE) ou valor anual equivalente (VAE)

De acordo com Monteiro e Junior (1997), muitos investidores têm tido dificuldade de escolher a melhor alternativa de investimento, pois a maioria dos investimentos diferem no tempo e dessa forma, a técnica mais utilizada como o valor presente líquido não nos permite a comparação adequada de vários projetos que tenham o tempo diferente.

Nesse sentido, o benefício periódico equivalente (BPE) ou valor anual equivalente (VAE) vem para complementar a forma com que compara o projeto pela técnica do valor presente líquido. Esse método permite comparar projetos com durações diferentes (FURLANETO et al., 2009; REZENDE E OLIVEIRA, 2013). E o valor dele representa o próprio VPL convertido em uma série equivalente anual de valores iguais.

Ele pode ser calculado através da fórmula:

$$BPE = \frac{VPL[(1+i)^t - 1] \cdot (1+i)^{nt}}{(1+i)^{nt} - 1}$$

$$BPE = \frac{VPL * i * (1 + i)^{n*}}{(1 + i)^{n*} - 1}$$

Onde:

VPL = Valor Presente Líquido

i = taxa de desconto;

n = duração do projeto (em anos)

t = número de período do projeto

Além da denominação de BPE, tem sido utilizado também os termos como, valor presente líquido anualizado (VPLa) (DAISY, 2004; KINGO; HOMMA, 2011), valor anual equivalente (VAE) (SILVA et al., 2005) e Valor Uniforme Anual Equivalente (VAUE) (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2007)

2.6. Análise de risco

Qualquer que seja o ramo da empresa, não deve assumir riscos que não esteja disposta a pagar. Ou seja, uma empresa de atividade aquícola deve pensar seriamente nos riscos de fatores conjunturais ou climáticos, além dos fatores econômicos que são indispensáveis para se calcular a viabilidade econômica em fase de planejamento (SABBAG, 2013)

Conforme Alencar (2005), o fator de risco é qualquer evento que pode prejudicar as chances do sucesso do projeto. Ou seja, é a chance do projeto se realizar gerando um fluxo de caixa planejado dentro do que foi proposto em tempo estabelecido.

Para medir essa chance é utilizado o método Monte Carlo que permitirá gerar vários cenários dos possíveis custos e quantidade de produção, cujo levará a projetar o resultado financeiro final que se dará por meio da análise estatística (MACHADO; FERREIRA, 2012).

2.7. Método Monte Carlo

Esse método foi citado pela primeira vez no artigo The Monte Carlo Method pelos matemáticos John Von Neumann e Stanislaw Ulam em 1949 (METROPOLIS; ULAM, 1949). Apesar deste método ter sido publicado há mais de 60 anos, foi somente após o advento e popularização do uso do computador que foi possível a larga utilização e sua aplicação. Trata-se de um método numérico, que utiliza-se de calculadoras e planilhas do tipo excel que são de grande ajuda para realizar inúmeros cálculos na ordem de dezenas de milhares. De acordo com

este método, quanto maior o número de interações, menor será o erro. Pois o erro esperado de uma estimativa é inversamente proporcional ao número de interações, como é representado pela seguinte fórmula:

$$\varepsilon = \frac{3\sigma}{\sqrt{N}}$$

Onde:

ε = número total de erro

σ = desvio padrão da variável aleatória

N = número de iterações

Segundo Mendonça et al (2009), o método Monte Carlo é uma das formas mais utilizadas para realizar a análise de risco, que utiliza as probabilidades das variáveis, tais como receitas, taxa mínima de atratividade, custos operacionais e iniciais.

O método consiste em realizar a simulação do comportamento das variáveis identificadas por meio da geração de dados através do programa de computador que permite a geração de números pseudoaleatórios (MARTINS et al., 2012).

A utilização desse método permite analisar os riscos que não estão ligados diretamente ao projeto. Por exemplo, as condições climáticas adversas que podem prejudicar o consumo excessivo de um determinado insumo ou serviços, variação no custo de produção devido ao aumento do preço da soja que é o maior componente de custo da ração (RITTER et al., 2014)

A grande vantagem de se utilizar esse método consiste no entendimento da variação randomizada que já é conhecida, afeta a receita ou a viabilidade financeira do projeto, apresentando o valor presente líquido mais provável e os custos relacionados, bem como o grau de confiança na estimativa. Atualmente, o método Monte Carlo é utilizado para testar os problemas, sendo possível criar simulações de vários tipos de cenários. Quando houver dificuldade na modelagem do problema ou na formulação, os dados de entrada podem ser representados por padrões numéricos. (RITTER et al., 2014).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, G. **Utilização da metodologia de superfície de resposta no desenvolvimento de um molho tipo Pesto visando a atividade antioxidante**. 2004. 100p. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação Interunidades em Nutrição Humana Aplicada) - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2004.

ALENCAR, A. J., SCHMITZ, E. A.. **Análise de Risco em Gerência de Projetos**. Rio de Janeiro: Brasport, 2005. 172p.

AMAL, M. E.-S. M. S. Effect of Ammonia on Nile Tilapia (*O. niloticus*) Performance and some Hematological and Histological Measures. **International Symposium on Tilapia in Aquaculture**, p. 513–530, 2008.

AYROZA, L. M. DA S. et al. Custos e rentabilidade da produção de juvenis de tilápia-do-nilo em tanques-rede utilizando-se diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 231–239, fev. 2011.

BARROSO, R. FILHO, M. RIOS, J. Informativo – **Mercado da tilápia**. Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas Tocantins, 2001.

BOARETTO, L. C. **Viabilidade econômica da produção de alface, em quatro sistemas tecnológicos: campo aberto, túnel baixo, estufa e hidropônico**. Curitiba: 2005. 104p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, PR, 2005.

BRABO, Marcos Ferreira et al. Viabilidade econômica da piscicultura em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará. **Informações Econômicas**, v. 43, p. 56-64, 2013.

CAMPOS, C. M. DE et al. Avaliação econômica da criação de tilápias em tanque-rede, município de Zacarias, SP. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 33, n. 2, p. 265–271, 2007.

CANO, P. W. **Avaliação da vida de prateleira de molhos industrializados para massas oferecidos em serviço de alimentação.** 2014. 61p. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2014.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial.** 10.ed. São Paulo: Atlas, 2007. 468p.

COWARD, K. e BROMAGE, N.R. (2000) - Reproductive physiology of female tilapia broodstock. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, vol. 10, n. 1, p. 1-25.

DAISY, Raebelatto. **Projeto de Investimento.** 1ª ed. São Paulo:Manole, 2004. GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. – 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

DE ABREU MOSCHEN, F. V.. **Análise tecnológica e sócio-econômica do cultivo de moluscos bivalves em sistema família na baía da ilha grande, angra dos reis, RJ.** 2007. Tese (Doutorado). UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. São Paulo. SP.

ELLIS, T.; NORTH, B.; SCOTT, A. P. et al. The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. *Journal of Fish Biology*, v.61, n.3, p.493-531, 2002.

FAQUIN, V.; FURLANI, P. R. Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido. *Informe Agropecuária*, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 99-104, set./dez. 1999.

GEISENHOFF, L. O. et al. Viabilidade econômica da produção de alface hidropônica em Lavras - MG. *Agrarian*, v. 2, n. 6, p. 61–69, 2009.

GJESTELAND, Ingrid. **Study of Water Quality of Recirculated Water in Aquaponic Systems: Study of speciation of selected metals and characterization of the properties of natural organic matter.** 2013. 76p. Thesis (Master). Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Faculty of Natural Sciences and Technology/Fakultet for naturvitenskap og teknologi. Bergen. Norwegian.

GOLDRATT, Eliyahu M. & FOX, Robert E. **A corrida pela vantagem competitiva.** São Paulo, Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, 1989. 178p

GUIMARÃES, T. M. **Multiplificação do nematoide MELOIDOGYNE JAVANICA em plantas invasoras e seu efeito sobre o desenvolvimento do manjeriço.** 2012. 78p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade de Brasília, Brasília 2012.

HUSSAIN, T. et al. Effect of water flow rates on growth of *Cyprinus carpio* var. koi (*Cyprinus carpio* L., 1758) and spinach plant in aquaponic system. **Aquaculture International**, v. 23, n. 1, p. 369–384, 2014.

JANNUZZI, H. **Rendimento e caracterização química do óleo essencial de genótipos de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) no Distrito Federal**. 2013. 69p. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

KASSAI, J. et al. **Retorno de investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial**. 2000.

KINGO, A.; HOMMA, O. Análise De Viabilidade Econômica: Um Estudo Aplicado a Estrutura De Custo Da Cultura Do Dendê No Estado Do Pará- Amazônia-Brasil , 2011.

LAPERRE, Philippe. **A techno-economic feasibility study into aquaponics in South Africa**. 2010. Tese de Doutorado. Stellenbosch: University of Stellenbosch. 2010.

LÈVEQUE, C. (2002) - Out of Africa: The success story of tilapias. **Environmental Biology of Fishes**, vol. 64, n. 4, p. 461-464.

MACHADO, N. R. DOS S.; FERREIRA, A. O. Método de simulação de Monte Carlo em desenvolvimento de uma ferramenta versátil para. **Revista de Ciências Gerenciais**, v. 16, n. 23, p. 223–244, 2012.

MARTIN, N. B. et al. Custos e retornos na piscicultura em São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 25, n. 1, p. 9–47, 1995.

MARTINS, J.L.F.; Ferreira, M.L.R.; Pardal, J.M. y Morano, C.A.R. 2012. Comparación de la estimación de la productividad del proceso de soldadura eléctrica por los métodos de simulación de Monte Carlo e Hipercubo Latino. **Información tecnológica**, 23: 21-32.

MASALÓ, Ingrid et al. Analysis of sedimentation and resuspension processes of aquaculture biosolids using an oscillating grid. **Aquacultural engineering**, v. 38, n. 2, p. 135-144, 2008.

MENDONÇA, T.G.; Lírio, V.S.; Moura, A.D.; Reis, B. dos S. e Silveira, S. de F. 2009. Avaliação da viabilidade econômica da produção de mamão em sistema convencional e de produção integrada de frutas. **Revista Econômica Nordeste**, 40: 699-723.

METROPOLIS, N.; ULAM, S. The Monte Carlo Method. **Journal of the American Statistical Association**, v. 44, n. 247, p. 335–341, 1949.

MONTEIRO, M. M.; JUNIOR, A. DE A. F. **Modelo de Avaliação em Projetos de Investimento de Capital**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, v. 17, 1997.

MONTEIRO, Cristiane Schuler. **Desenvolvimento de molho de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill formulado com cogumelo *Agaricus brasiliensis***. 2008. 162p. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Defesa: Curitiba, 2008

MOTTA, R. R.; CALÔBA, G. M. **Análise de Investimentos**. São Paulo: Atlas, 2002.

NETO, A. A. Os Métodos Quantitativos De Análise De Investimentos. **Caderno de Estudos**, n. 6, p. 1–16, 1992.

NETO LINGUANOTTO, N. **Ervas e especiarias: com suas receitas: Dicionário gastronômico**. São Paulo: Ed. Gourmet Brazil, 2006. 160 p

Oliveira, E.G.; Santos, F.J.S.; Pereira, A.M.L. e Lima, C.B. (2007) - **Produção de tilápia: Mercado, espécie, biologia e recria**. Circular Técnica, vol. 45, n. 12, p. 1-12.

OSTRENSKY, BOEGER, W. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária 1998. 211p.

PALM, H. W. et al. Significant factors affecting the economic sustainability of closed aquaponic systems. Part I: system design, chemo-physical parameter and general aspects. **AAFL Bioflux**, v. 7, n. 1, p. 20–32, 2014.

PEREIRA, R. DE C. A.; MOREIRA, A. L. M. **Manjeriço: Cultivo e Utilização**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 31p. 2011.

POPMA, T.; MASSER, M. **Tilapia Life History and Biology**. South Regional Aquaculture Center, n. 283, 1999.

RAKOCY, J. E. et al. **Tilapia production systems for the lesser antilles and other resource-limited tropical areas**. Proceedings from the 5th International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Anais...2000

RAKOCY, J. E.; MASSER, M. P.; LOSORDO, T. M. **Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics- integrating fish and plant culture**. Srac publication - southern regional aquaculture center, n. 454, p. 1–16, 2006.

RAKOCY, J. E., BAILEY, D. S., SHULTZ, R. C., & THOMAN, E. S. **Update on tilapia and vegetable production in the UVI aquaponic system. New dimensions on farmed tilapia.** Proceedings from the 6th International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Anais...2004

RITTER, Filipe et al. Utilização do método monte carlo para avaliação econômica de policultivos de jundiás, carpas e tilápias-do-nilo como uma alternativa de modelo de cultivo de peixes para pequenas propriedades. **Revista Produção Online**, v. 14, n. 4, p. 1292-1315, 2014.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JAFFE, Jeffrey F. **Administração financeira: corporate finance.** São Paulo: Atlas, 1995.

SILVA, A. R. da. **Aromaterapia em dermatologia e estética.** São Paulo: Rocca, 2004. 432 p.

SILVA, J. R. DA. **Análise da viabilidade econômica da produção de peixes em tanques-rede no reservatório de Itaipu.** Santa Maria: Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Santa Maria. 2008. 142p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção).- Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Santa Maria. 2008.

SILVA, ML da; FONTES, Alessandro Albino. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra (VET). **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 931-936, 2005.

SIMEONIDOU, M. et al. Performance of a small-scale modular aquaponic system. **AACL Bioflux**, v. 5, n. 4, p. 182–188, 2012.

SIMÕES, D.; GOUVEA, A. C. F. Método de Monte Carlo aplicado a economicidade do cultivo de tilápia-do-Nilo em tanques-rede. **Arch. Zootec**, v. 64, n. 245, p. 41–48, 2015.

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

SOUSA, M. de; CARVALHO, M. de F.; GEISENHOFF, L. O. Aspectos administrativos, econômicos e mercadológicos da produção de hortaliças em ambientes protegidos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 141-146, set./dez. 1999.

TANIGUCHI, F. **Análise de viabilidade técnico-econômico da produção de juvenis de tilápia, Oreochromis niloticus, um estudo de caso.** 2010. 77p. Dissertação (Mestrado em

Engenharia de Pesca) - Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará. 2010.

TOKUNAGA, K. et al. Economics of Small-scale Commercial Aquaponics in Hawaii. **World Aquaculture Society**, v. 46, n. 1, p. 20–32, 2015.

TRANG, N. T. D.; BRIX, H. Use of planted biofilters in integrated recirculating aquaculture-hydroponics systems in the Mekong Delta, Vietnam. **Aquaculture Research**, v. 45, n. 3, p. 460–469, 2014.

VERA-CALDERÓN, Lot Eiel; FERREIRA, Antonio Carlos Manduca. Estudo da economia de escala na piscicultura em tanque-rede, no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 34, n. 1, p. 7-17, 2004.

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**. 116 p.. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais. Departamento de Ciências Biológicas da UFSCar. 1980.

VICENTE, Igor ST; ELIAS, Fabiana; FONSECA-ALVES, Carlos E. Perspectivas da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 392-398, 2014.

ZIMMERMANN, S. e FITZSIMMONS, K. (2004) - Tilapicultura intensiva. In: Cyrino, J. E. P., Urbinati E. C., Fracalossi D.M. e Castagnolli C. (Eds.) - **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. São Paulo, TecArt, p. 239-266.

Capítulo 2

RESUMO

Análise de Viabilidade Financeira do Sistema de Aquaponia utilizando o Método Monte Carlo

O objetivo deste estudo foi demonstrar a viabilidade financeira do sistema de aquaponia, instalada numa propriedade particular (Pine Tree Farm) do entorno de Brasília, Distrito Federal, Brasil, localizada a 1.023 metros de altitude, a 15°52'31,36" Sul e 47°48'01,28" Oeste. Foi utilizado o método Monte Carlo para analisar o risco do empreendimento com as variáveis utilizadas que foram: volume de produção do peixe e da planta. O sistema de aquaponia mostrou-se viável economicamente, demonstrando uma chance de 56,69% para gerar valores de VPL, BPE e TIR, respectivamente de R\$ 117.784,26 e R\$ 16.003,11 e 37%. A probabilidade de ocorrência do volume de produção de peixe foi de 74,43% e de planta 76,16% para produzir respectivamente volume de 1179,44kg de peixes e 731,26kg de plantas, apresentando uma probabilidade maior que 50%, o que é considerado como mais confiável do que as análises tradicionais que são determinísticas, os quais não consideram o fator risco.

ABSTRACT

Analysis Financial Feasibility of Aquaponics System with Monte Carlos Method

The objective of this study was to demonstrate the financial viability of aquaponics system, installed on private property (Pine Tree Farm) around Brasília, Distrito Federal, Brazil, located 1023 meters above sea level, the 15°52'31,36 'South and 47°48 '01, 28 'West. The Monte Carlo method was used to analyze the enterprise risk to the variables used were: production volume of fish and plant. The aquaponics system proved to be economically viable, showing a 56.69% chance to generate NPV values, EPB and IRR respectively R \$ 117,784.26 and R \$ 16,003.11 and 37%. The probability of occurrence of fish production volume was 74.43% and 76.16% plant to produce respectively 1179,44kg volume 731,26kg fish and plants showing a probability greater than 50%, which It is considered to be more reliable than the traditional analyzes that are deterministic, which do not consider the risk factor.

4. INTRODUÇÃO

A aquaponia é um sistema integrado de aquicultura (cultivo de organismos aquáticos) com hidroponia (cultivo de vegetais sem a necessidade de utilização do solo). As plantas absorvem os compostos nitrogenados dissolvidos no efluente proveniente da criação de peixes e a água retorna limpa no tanque de peixes (GODDEK et al., 2014; HU et al., 2015; LOVE et al., 2014; TOKUNAGA et al., 2015, HUNDLEY et al., 2013; HUNDLEY e NAVARRO, 2013). Permitindo assim, um melhor aproveitamento de água. Por isso, em países com escassez de água ou desenvolvidos tem-se aprofundado os estudos na área de aquaponia, tais como, Austrália, Estados Unidos, Israel e México (HUNDLEY; NAVARRO, 2013).

O sistema é dependente da energia elétrica para o funcionamento de alguns equipamentos que em certas condições climáticas são essenciais. Dessa forma, o sistema requer um investimento alto em termos econômico e tecnológico. Por outro lado, é um sistema altamente eficiente em uso de água e nutrientes dissolvidos na água. Além disso, o sistema pode ser implantando em condições climáticas adversas, seja no frio, no calor onde há escassez de água e também em locais onde há contaminação do solo e água que são tóxicos para os organismos aquáticos e vegetais. Ou seja, o ambiente de cultivo nesse sistema é controlável podendo assim cultivar diversas espécies de peixes e plantas numa área relativamente pequena, podendo ser instalado até mesmo dentro da cidade (LUCENA, 2014).

Porém há poucos estudos que visam comprovar a viabilidade financeira em escala comercial. A maioria dos estudos limitam-se em demonstrar apenas a viabilidade técnica e analisar o desempenho produtivo de determinada espécie de planta e peixe no sistema de aquaponia.

Nesse contexto, objetivou-se analisar a viabilidade financeira de um empreendimento de aquaponia instalado em Pine Tree Farm, localizada em Brasília, Distrito Federal, Brasil.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo consiste num estudo de caso com coleta de dados sendo realizado por meio de entrevista junto com o produtor que tem o sistema de aquaponia implantando há 3 anos na propriedade Pine Tree Farm, localizada na região administrativa do Jardim Botânico, em Brasília, Distrito Federal, Brasil. Fica a 1023 metros de altitude, a 15°52'31,36" Sul e 47°48'01,28" Oeste.

O sistema de aquaponia é composto por 3 módulos de cultivo com capacidade de produção semelhante entre eles, diferem em estrutura física e material utilizado na construção.

Cada módulo é composto por; 1 tanque de peixe com capacidade de 3.000 litros, 1 bombona de decantação com capacidade de 240 litros, 1 tanque de 500 litros de biofiltração, 1 tanque de 1000L de biofiltração com nível variável.

As receitas e as despesas foram projetadas para montar um fluxo de caixa num horizonte de 10 anos de empreendimento.

Foi considerado que, o salário mínimo é de R\$ 788,00 (salário mínimo base de 2015), taxa mínima de atratividade em 6,0% (meta de crescimento anual do empreendimento), peso médio inicial 35 (g), peso médio final 450 (g), quantidade inicial 1096 peixes (considerando a densidade média inicial de 38,36g/m³), sobrevivência dos peixes e das plantas é de 95% e 100% respectivamente, taxa de conversão alimentar de 1,73, preço médio da ração de R\$ 2,80, preço de venda dos peixes por R\$ 4,50/kg, taxa de alimentação foi de 99,6g/dia/m².

O preço de venda do pesto de manjeriço é de R\$ 75,00/kg.

Foi considerado apenas a hora trabalho que o empregado utilizou para fazer o manejo e alimentação dos peixes e das plantas. Sendo assim, foi estimado em 4 horas de trabalho por dia para fazer as atividades relacionadas à Aquaponia. Considerando que a

remuneração base é de R\$ 788,00 (40 horas semanais), uma hora de trabalho é equivalente a R\$ 4,925. E o encargo social foi estimado em 45,59% (CONAB, 2010).

A remuneração pela terra não foi incluída no custo de produção levando em consideração que o terreno utilizado para a aquaponia fica dentro da área de residência do proprietário. Sendo assim, não seria viável ele arrendar para terceiros e ter rendimentos sobre o terreno.

O custo com a água não foi considerado no presente estudo para adequar à realidade do produtor desse estudo.

Entretanto, caso considere que o custo de água seja considerado no atual estudo, estima-se que haverá o consumo mensal de no mínimo 16.924 litros de água (levando em conta a reposição diária de 1% do volume do tanque de peixe). O que no atual cenário econômico, poderá ser convertido num custo aproximado de R\$ 103,57/mensal (custo de R\$ 6,12/m³). Incluindo a taxa de esgoto, o valor saltará para R\$ 207,14/mensal (a taxa de esgoto equivale a 100% da taxa de consumo de água).

Determinou-se o valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e o benefício periódico equivalente (BPE).

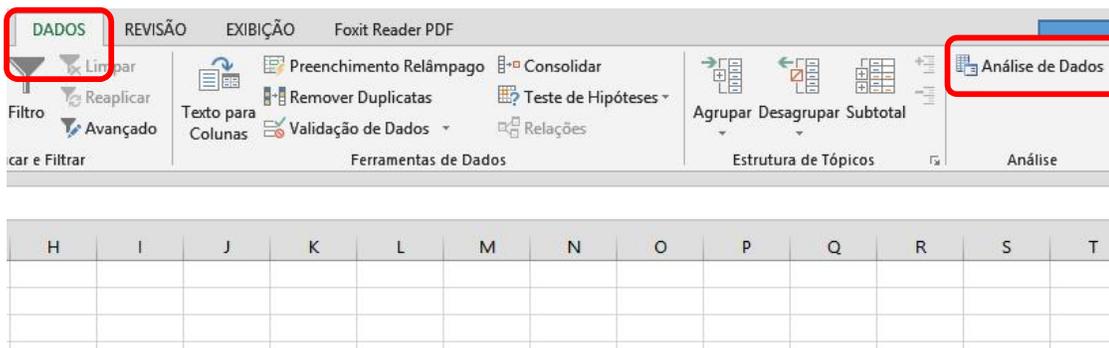
De acordo com os dados obtidos sobre a produtividade foi estabelecido que o volume de venda de peixes e plantas são variáveis incertos. Pois a produção de plantas e peixes sendo um fenômeno biológico não é um evento determinístico e sim um evento que envolve incerteza e riscos seja de maior ou menor grau (COELHO JUNIOR et al., 2008).

Portanto, nesse caso, foram gerados 10.000 números pseudoaleatórios de volume de venda (plantas e peixes) pelo programa Microsoft Excel 2013®, através da ferramenta, geração de números aleatórios, estabelecendo a média e o desvio padrão de acordo com o autor da pesquisa, tendo como base as informações coletadas junto ao produtor (VIANA et al., 2013).

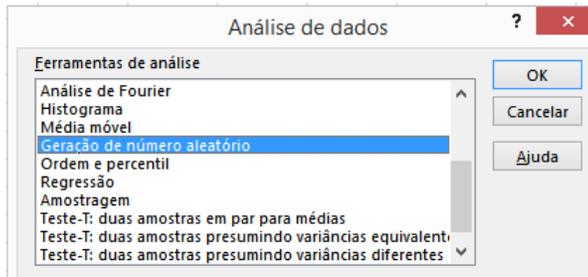
Posteriormente, esses dados foram utilizados para gerar o histograma através da ferramenta histograma, que se encontra na aba análise de dados do programa Microsoft Excel® (VIANA et al., 2013).

Viana et al (2013), realizou o procedimento para geração dos números pseudoaleatórios e montagem do histograma utilizando o programa Microsoft Excel® no Windows que se segue o passo a passo abaixo;

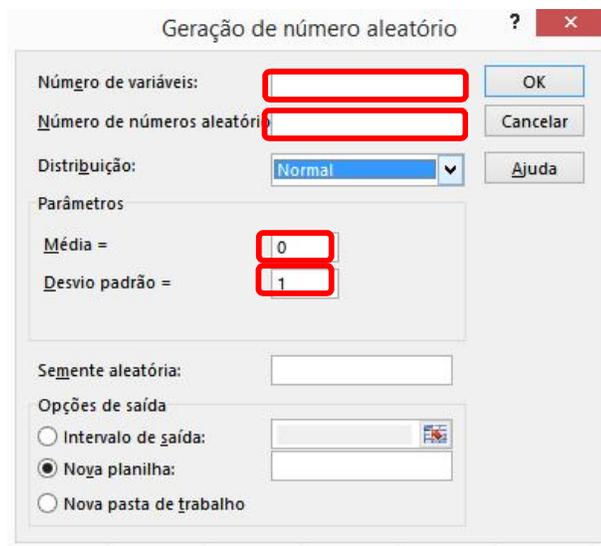
a) Inicialmente, deve-se localizar a análise de dados que estão na aba DADOS.



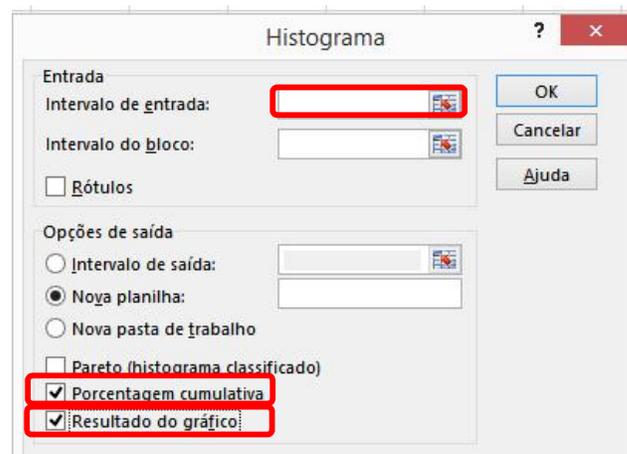
b) Selecionando a análise de dados, abrirá uma caixa onde a opção Geração de número aleatório deve ser selecionada.



c) Logo em seguida o programa pedirá para preencher alguns dados de acordo com a distribuição que for selecionar. Nesse estudo a distribuição utilizada é a normal. Portanto, primeiramente deve-se selecionar a distribuição normal e em seguida, preencher os valores da média, desvio padrão, números de variáveis e o número de números aleatórios. (melhorar o parágrafo)



d) Após a geração do número aleatório, deve-se realizar a elaboração do histograma. Na mesma aba de DADOS, deve-se selecionar análise de dados novamente e na caixa que aparecer deve-se selecionar o Histograma. Abrirá uma nova caixa, onde o intervalo de entrada deve ser selecionado, marcando as caixinhas da porcentagem cumulativa e o resultado do gráfico.



e) Deve-se repetir esses procedimentos (a – d) até obter um gráfico do histograma com melhor simetria.

6. RESULTADOS

Segundo os dados levantados, foi identificado que o terreno compõe cerca de 60% do total do custo de investimento, seguido pelo custo de estufa, calha de hidroponia e tanque de peixe (Tabela 3).

Tabela 3. Composição dos custos de investimentos por categoria. Fonte: Dados da pesquisa

Categorias	Soma de valor subtotal	Porcentagem do total
Terreno	R\$ 39.750,00	62,12%
Calha de hidroponia	R\$ 6.241,07	9,75%
Tanque de peixe	R\$ 5.029,70	7,86%
Estufa	R\$ 4.145,36	6,48%
Sistema de bombeamento	R\$ 3.330,55	5,21%
Filtro alagado	R\$ 2.878,14	4,50%
Sistema de tubulação	R\$ 1.558,53	2,44%
Sistema de aeração	R\$ 761,57	1,19%
Filtro de nível variável	R\$ 290,91	0,45%
Total Geral	R\$ 63.985,84	100,00%

O item que teve a maior participação na relação de custos de produção nesse estudo foi a mão de obra e o custo de produção de pesto, respectivamente com 46% e 32% (Figura 7). A ração teve uma das menores participações em termo de custo pois a quantidade dos peixes foi menor para apenas focar a produção no manjericão e não no crescimento dos peixes.

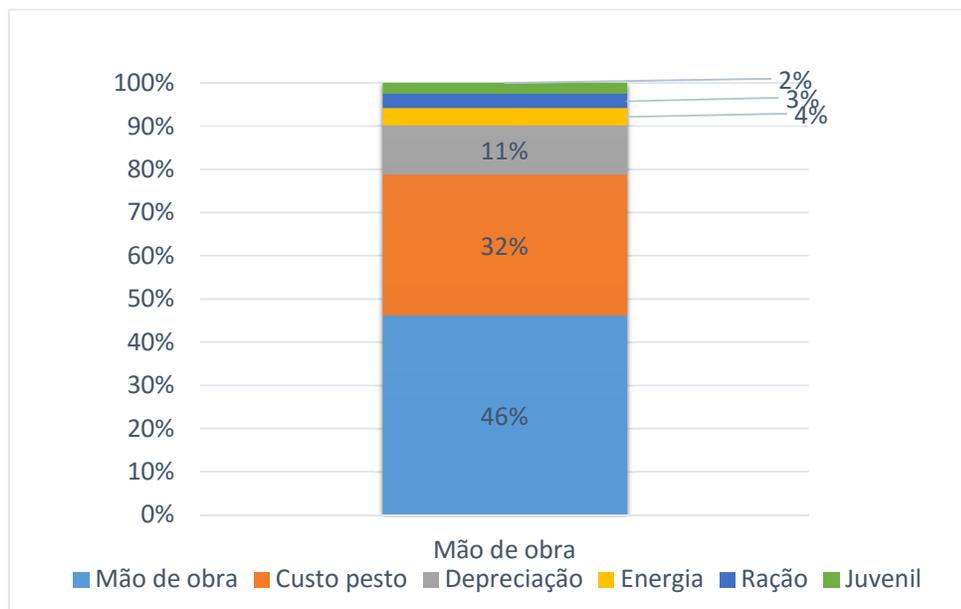


Figura 7. Composição do custo operacional do sistema de aquaponia (Dados da pesquisa).

A composição dos custos com a preparação do pesto está descrito abaixo (Tabela 5.)

Tabela 4. Composição do custo de pesto (Dados da pesquisa).

Item	Custo por kilo	
azeite	R\$	5,00
alho	R\$	0,06
castanhas	R\$	1,35
mel	R\$	0,15
sal	R\$	0,10
embalagens	R\$	2,04
transporte	R\$	3,00
mão de obra	R\$	8,00
Total	R\$	19,70

Inicialmente foi estabelecido os valores da média e desvio padrão, conforme a tabela abaixo (Tabela 6) para gerar os números pseudoaleatórios.

Tabela 5. Dados de produção do peixe e da planta. Fonte: Dados da pesquisa.

	Média	Máxima (+20%)	Mínima (-50%)	Desvio padrão
Peixe (peixes)	950,1	1140,2	475,1	342,6
Planta (kg)	580,6	696,7	290,3	209,3

De acordo com o histograma de volume de peixe, a probabilidade de obter uma produtividade de 1179,44 kg é de 74,43% (Figura 8). Segundo COELHO JUNIOR et al., (2008), se as decisões tomadas por método Monte Carlo apresentar uma probabilidade de ocorrência maior que 50%, será uma decisão melhor do que as tomadas tradicionalmente. A probabilidade de maior ocorrência pode ser determinada através do gráfico e identificar o ponto de cruzamento da linha de frequência do histograma e a linha de frequência acumulada.

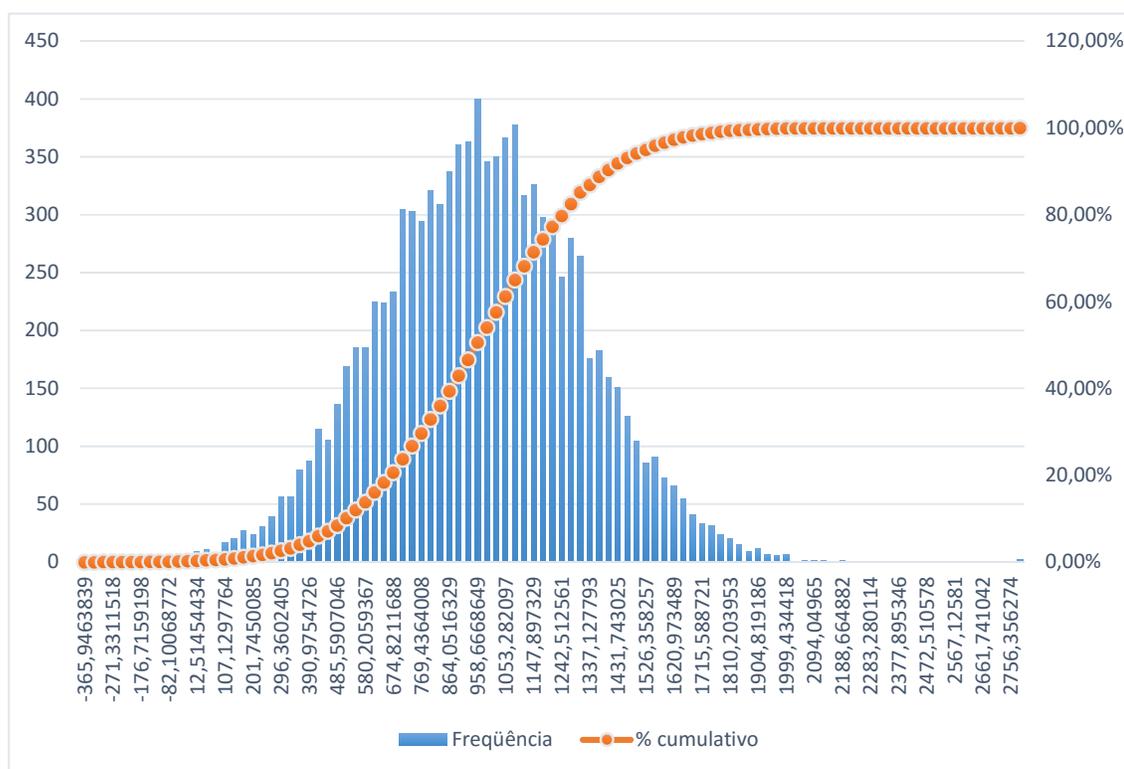


Figura 8. Histograma e frequência acumulada da produção de peixe (Dados da pesquisa).

A probabilidade de ocorrência de obter uma produtividade de 731,26 kg de volume de pesto é de 76,16 % (Figurar 9). Considerando que, há uma probabilidade maior que 50%, podemos considerar que a decisão tomada por essa medida ainda é considerada melhor que o método tradicional.

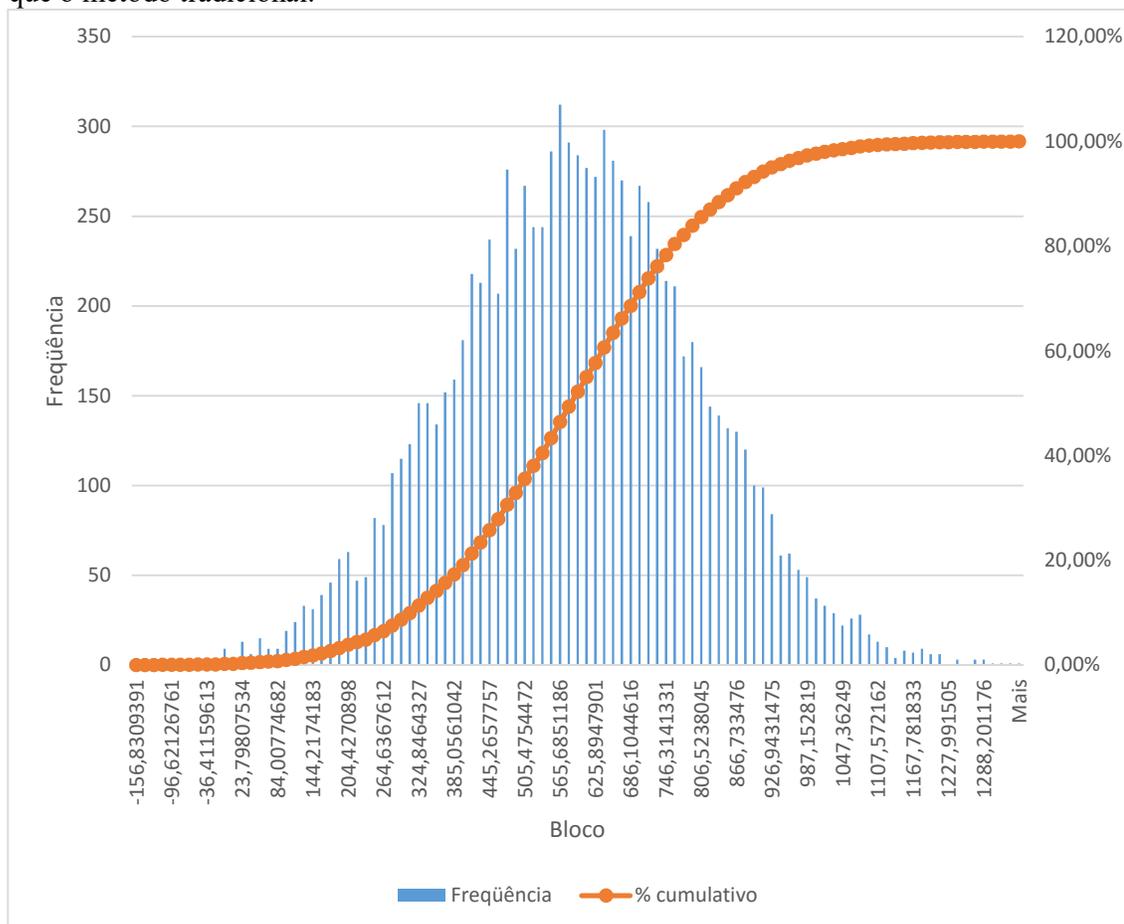


Figura 9. Histograma e a frequência acumulada da produção de pesto (Dados da pesquisa).

A receita anual desse sistema ficou estimada em total anual bruto de R\$ 63.200,40, sendo que a maior parte da receita foi gerada pela venda de pesto que foi de 91,3% do total (Tabela 7).

Tabela 6. Receita anual bruta. Fonte: Dados da pesquisa

Produto	Receita anual		%
Tilápia	R\$	5.307,48	8,8%
Pesto	R\$	54.844,50	91,2%
Soma	R\$	60.151,98	100%

Segundo a pesquisa, o VPL foi de R\$ 117.784,26, considerando uma taxa mínima de atratividade de 6% ao ano e o horizonte do empreendimento de 10 anos. Ou melhor, o produtor tem o retorno financeiro de R\$ 16.003,11 por ano em média, sem contar o pró labore que recebe pelo empreendimento que é de um salário mínimo por mês (Tabela 8).

A TIR foi de 37%. Essa alta taxa pode ser explicada pelo fato de o custo de fabricação do pesto não estar embutido no investimento inicial.

Tabela 7. Indicadores financeiros. Fonte: Dados da pesquisa.

Taxa mínima de atratividade	6%
Valor Presente Líquido (10 anos)	R\$ 117.784,26
Taxa interna de retorno (TIR)	37%
Benefício do período econômico (10 anos)	R\$ 16.003,11

7. DISCUSSÃO

O maior custo de produção de aquaponia foi a mão de obra com 46%, obtendo um valor similar ao do Tokunaga et al (2015) que foi de 48%, seguido por custo de eletricidade e ração, respectivamente de 23% e 11%.

A produção de peixes foi 58,30% maior que a produção de plantas. Já no estudo de Tokunaga et al (2015), a produção de alface foi 853% maior que a produção de tilápia. Pode ser explicado pelo fato da estrutura de cultivo ser maior do que a do atual estudo. O tanque de cultivo utilizado por Tokunaga et al (2015) foi de 75,71m³ e área de hidroponia de 1142m², numa proporção de aproximadamente 1:15. Diferente do atual estudo que teve uma proporção de 1:1,32. Porém outros estudos tiveram a proporção similar ao atual estudo que ficaram numa faixa de 1:0,64 a 1:2,4 (CANI et al., 2013; DUNWOODY, 2013; PETREA et al., 2014; SALAM et al., 2014; TRANG; BRIX, 2014).

O produtor terceiriza a produção de pesto e dessa forma não utiliza uma cozinha industrial que requer investimento inicial a mais. Futuramente com o aumento de produção necessariamente precisará implantar uma cozinha industrial por motivo de segurança alimentar e exigência sanitária para a comercialização do produto. Dessa forma, esse custo poderá ser alocado posterior ao funcionamento.

Para a produção de manjeriço e quiabo, Rakocy et al (2004) utilizou a proporção de aproximadamente 1:5. Nesse estudo foi utilizado o sistema hidropônico do tipo Floating raft system (FRS), semelhante ao sistema utilizado também pela Tokunaga et al (2015) que utilizou a proporção maior da área de hidroponia. Porém, Dunwoody (2013) utilizou o mesmo tipo de sistema porém utilizou a proporção de 1:1,18, corroborando que mesmo nesse tipo de sistema pode ser utilizado proporção menores semelhante ao atual estudo demonstrando a viabilidade técnica de cultivo de Bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) e o manjeriço (*Ocimum basilicum* L. Nufar FI).

A taxa interna de retorno (TIR) apresentou um valor alto em comparação aos outros estudos mas que ficaram dentro do intervalo de 1,70% a 45,51% (ALMEIDA, 2013; BRABO et al., 2013; FURLANETO et al., 2009; SABBAG et al., 2011; SANCHES et al., 2008; SILVA, 2008). Pode ser explicado pelo fato de que o investimento inicial ser baixo comparado a outros empreendimentos que obtiveram essas TIR baixas. Dessa forma, devemos não só avaliar a TIR, mas também outros métodos que permitam fazer uma análise completa de viabilidade financeira. Pois avaliando o empreendimento apenas pela TIR, podemos encontrar investimentos que tem a TIR muito alto porém com risco muito grande de não obter tal resultado, tais como apostas, ações de grande risco e opções de mercado de ações.

Com a aplicação do método Monte Carlo, Simões e Gouvea (2015) obtiveram no estudo uma taxa interna de retorno de 54,2%, trabalhando com a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) no sistema de 10 tanques rede no centro oeste do estado de São Paulo. O preço de venda praticado foi de US\$ 1,70, o que equivale a R\$ 3,38. Este mesmo estudo indicou que a produção por ciclo e o valor de venda esperado são as variáveis que mais exercem impacto no indicador financeiro. Dessa forma, pode-se dizer que a alta taxa de TIR é decorrente do alto valor de venda estabelecido e o volume de produção. A TIR calculada nesse estudo foi consideravelmente maior que a taxa³SELIC simulada utilizada no mesmo estudo que foi de 10,5% (SIMÕES; GOUVEA, 2015).

Já em um estudo de caso de piscicultura de tilápia em tanque rede no mesmo estado a TIR variou entre 22% e 74,72%, mostrando que há economia de escala na piscicultura em tanque rede, comprovado pela curva de rendimentos decrescentes. Ou seja, na medida que aumenta a escala de produção, diminuiu o custo médio total de produção. Os empreendimentos com 100, 64 e 40 tanque rede tiveram respectivamente o custo total médio de R\$ 1,54/kg, R\$ 1,67/kg e R\$ 1,70/kg (VERA-CALDERÓN et al., 2004).

Já em um cultivo hidropônico com sistema do tipo NFT, Weymar Junior et al (2010) demonstrou que, produzindo alface (*Lactuca sativa L.*) teve uma alta TIR de 47%, ao vender o pé de alface pelo preço de R\$ 0,80, com o investimento inicial de R\$ 68.428,28. Sendo que a taxa mínima de atratividade utilizada nesse estudo foi de 11% a.a. É interessante notar que mesmo o produto sendo vendido na forma “*in natura*” obteve uma alta rentabilidade. Pode

³ Taxa SELIC: O Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (Selic), do Banco Central do Brasil, é um sistema informatizado que se destina à custódia de títulos escriturais de emissão do Tesouro Nacional, bem como ao registro e à liquidação de operações com esses títulos (Fonte: Banco Central do Brasil. Site: <http://www.bcb.gov.br/?SELICINTRO>. Acessado em 08/09/2015).

ser explicado pelo fato desse sistema hidropônico ter uma melhor produtividade. Segundo este estudo, o cultivo hidropônico pode obter uma produtividade 30% maior que a tradicional, devido a separação das fases de cultivo que vão desde a formação das mudas e fases de crescimento até a colheita final (WEYMAR JUNIOR et al., 2010).

Segundo Love et al (2014), atualmente muitos produtores tem optado em cultivar a tilápia (69% dos que responderam à enquete). A metade dos que responderam cultivam 2 espécies. E as outras espécies cultivadas são peixes ornamentais (43%), bagres (25%) e outros animais aquáticos (18%).

O aumento da área de cultivo de plantas pode ser uma opção viável de curto prazo para melhorar a renda devido a maior taxa de conversão de biomassa da planta em comparação ao peixe. Enquanto que a alface consegue gerar 9 kg de biomassa a partir de resíduos gerados pelo peixe alimentado com 1 kg de ração, o peixe tem a conversão na faixa de 1:1 (LOVE et al., 2014). Porém nesse caso, deverá considerar o custo da terra a adquirir. Outra opção seria agregar sistemas de hidroponia vertical que otimiza o uso do espaço. Segundo Lucena (2014), um dos sistemas de cultivo vertical, pode ter uma produtividade de até 10 vezes mais que uma agricultura convencional. Por exemplo, o sistema de cultivo vertical canadense é composto por torres de plantação hidropônica de uma altura de 3,3 m e largura de 1,6m, que ocupa uma área de 1,6 m². Por sua vez, cada torre é composta por 24 bandejas com comprimento de 1 m e largura de 0,6 m. Essa torre equivale a uma área horizontal de comprimento de 4,8 m e largura de 3,0 m, totalizando 14,4 m². Ou seja, em uma área de 1,6 m² pode ser produzida 1056 unidades de uma variedade de plantas, tais como, manjeriço, couve-de-folhas, rúcula, repolho chinês, espinafre, endiva, radichio, mizuna e komatsuna (LUCENA, 2014). Isso mostra que, uma variedade muito grande de plantas pode ser produzida e comercializada utilizando esse tipo de sistema.

Em relação ao valor do BPE obtido, nos permite interpretar que o produtor terá em média anualmente, um retorno financeiro de aproximadamente R\$ 16 mil, sem contar que receberá o pró labore todo mês.

8. CONCLUSÕES

Concluiu-se que, o sistema de aquaponia no Distrito Federal, no modelo apresentado, é economicamente viável. O custo inicial total foi de R\$ 63.985,84, sendo que mais de 60% do custo foi com a aquisição de terra. Outros componentes tais como, tanque de peixes, calhas de hidroponia, bomba de água representaram separadamente participação menor que 10% cada um. Utilizando o método Monte Carlo, obteve os dados numéricos pseudoaleatórios que ao analisar obtiveram uma probabilidade de 74,43% de produzir 1179,44 kg de peixe e 76,16% de produzir 731,26 kg de pesto.

De acordo com os dados estimados de produção foi demonstrado financeiramente que, o empreendimento tem a probabilidade de 56,69 % em gerar o VPL de R\$ 117.784,26, BPE de R\$ 16.003,11 e TIR de 37%. Por apresentar uma probabilidade maior que 50%, conclui se que o empreendimento é economicamente viável e que a taxa interna de retorno do empreendimento supera em 600% a expectativa de crescimento estipulado pelo estudo que é de 6% ao ano.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. DE. Indicadores de sustentabilidade do cultivo de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede em um reservatório tropical. Jaboticabal: – Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista, 2013. 48p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista, 2013.

BRABO, Marcos Ferreira et al. Viabilidade econômica da piscicultura em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará. *Informações Econômicas*, v. 43, p. 56-64, 2013.

CANI, A. C. P. et al. Phytodepuration of the effluents in a closed system of fish production. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 14, n. 2, p. 371–381, jun. 2013.

COELHO JUNIOR, L. M. et al. Análise de investimento de um sistema agroflorestal sob situação de risco. *Cerne*, v. 14, n. 4, p. 368–378, 2008.

CONAB, C. N. DE A. Custos de Produção Agrícola : a metodologia da Conab. [s.l.: s.n.].

DUNWOODY, R. K. Aquaponics and Hydroponics: the Effects of Nutrient Source and Hydroponic Subsystem Design on Sweet Basil Production. [s.l.] University of Central Missouri, 2013.

FURLANETO, F. DE P. B. et al. Estudo da viabilidade econômica de projetos de implantação de piscicultura em viveiros escavados. *Informações Econômicas*, v. 39, n. 2, p. 5–11, 2009.

GODDEK, S. et al. Sustainable Challenges of Commercial Aquaponics. *Sustainability*, v. 7, p. 4199–4224, 2014.

HU, Z. et al. Effect of plant species on nitrogen recovery in aquaponics. *Bioresource Technology*, 2015.

HUNDLEY, Guilherme Crispim. Aquaponia: uma experiência com tilápia (*Oreochromis niloticus*), manjerição (*Ocimum basilicum*) e manjerona (*Origanum majorana*) em sistemas de recirculação de água e nutrientes. Brasília: Faculdade de Agronomia da Universidade de Brasília. 2013. 57p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia da Universidade de Brasília. 2013.

HUNDLEY, G. C., NAVARRO, R. D. AQUAPONIA: A INTEGRAÇÃO ENTRE PISCICULTURA E A HIDROPONIA. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), v. 3, n. 2, p. 52-61, 2013.

LOVE, D. C. et al. Commercial Aquaponics Production and Profitability: Findings from an International Survey. *Aquaculture*, v. 435, p. 67–74, set. 2014.

LUCENA, L. P. DE. Modelo urbano de produção rural verticalizado como alternativa de segurança alimentar às grandes cidades: um estudo de viabilidade econômica e organizacional do modelo vertical canadense e do modelo horizontal brasileiro. [s.l: s.n.].

PETREA, Ş. M. et al. Vegetable Production in an Integrated Aquaponic System with Rainbow Trout and Spinach-Matador variety. *Scientific papers: animal science and biotechnologies*, v. 47, n. 1, p. 235–245, 2014.

RAKOCY, J. E., BAILEY, D. S., SHULTZ, R. C., & THOMAN, E. S. Update on tilapia and vegetable production in the UVI aquaponic system. New dimensions on farmed tilapia Proceedings from the 6th International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Anais...2004

SABBAG, O. J. et al. CUSTOS E VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE LAMBARI-DO-RABO- AMARELO EM MONTE CASTELO / SP : UM ESTUDO DE CASO. *Bol. Inst. Pesca*, v. 37, n. 3, p. 307–315, 2011.

SALAM, M. A et al. Nutrient Recovery from in Fish Farming Wastewater : An Aquaponics System for Plant and Fish Integration. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, v. 6, n. 4, p. 355–360, 2014.

SANCHES, E. G. et al. VIABILIDADE ECONÔMICA DO CULTIVO DO BIJUPIRÁ (*rachycentron canadum*) EM SITEMA OFFSHORE. *Informações Econômicas*, v. 38, n. 12, p. 42–51, 2008.

SILVA, J. R. DA. ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE PEIXES EM TANQUES-REDE NO RESERVATÓRIO DE ITAIPU. [s.l.] UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, 2008.

SILVA, ML da; FONTES, Alessandro Albino. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra (VET). *Revista Árvore*, v. 29, n. 6, p. 931-936, 2005.

SIMÕES, D.; GOUVEA, A. C. F. Método de Monte Carlo aplicado a economicidade do cultivo de tilápia-do-Nilo em tanques-rede. *Arch. Zootec*, v. 64, n. 245, p. 41–48, 2015.

TOKUNAGA, K. et al. Economics of Small-scale Commercial Aquaponics in Hawaii. *World Aquaculture Society*, v. 46, n. 1, p. 20–32, 2015.

TRANG, N. T. D.; BRIX, H. Use of planted biofilters in integrated recirculating aquaculture-hydroponics systems in the Mekong Delta, Vietnam. *Aquaculture Research*, v. 45, n. 3, p. 460–469, 2014.

VERA-CALDERÓN, Lot Eriel; FERREIRA, Antonio Carlos Manduca. Estudo da economia de escala na piscicultura em tanque-rede, no estado de São Paulo. *Informações Econômicas*, v. 34, n. 1, p. 7-17, 2004.

VIANA, L. D. A. et al. Método monte carlo aplicado em florestas energéticas. *Enciclopédia Biosfera*, v. 9, n. 17, p. 1883–1897, 2013.

WEYMAR JUNIOR, L. C. et al. viabilidade econômica para a produção de alface no sistema hidropônico2010

Capítulo 3

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

10.1. Método Monte Carlo

Para aplicar essa metodologia, é necessário saber o histórico dos preços de tilápia, sendo que em Brasília não há banco de dados sobre essa informação. Dessa forma, foi preciso estabelecer critérios e simulações para a formação de preço que melhor adequue a realidade. O preço utilizado nesse estudo foi baseado apenas em uma fonte que é o preço praticado pela Associação Haja peixe, na compra de tilápia inteira.

O preço do milheiro de alevinos e juvenis é considerado um custo importante na atividade de piscicultura, por isso deveria haver estudo de mercado e acompanhamento do histórico da oscilação de preço dos juvenis.

10.2. Escolha da espécie de peixe para o cultivo

A receita oriunda da venda de peixes é de 8,9% da receita total em relação a venda bruta total. Seria ideal vender uma maior quantidade ou mudar a espécie para obter uma melhor remuneração na venda de pequena quantidade de peixes, poderia ser ornamentais que se adequam em baixas temperaturas, como kingyo, carpas, molinésia, paulistinha e plati e espécies que tenham um ciclo de cultivo mais curto, possibilitando assim várias safras no ano.

ANEXOS

Tabela 8. Levantamento de itens necessários para a implantação do projeto (Dados da pesquisa).

sistema	classificação	item	unidade	quantidade
Hidroponia	Calha de hidroponia	Brita	Litros	20
Hidroponia	Calha de hidroponia	Caixa plana Fortlev 2000L	unidade	1
Hidroponia	Calha de hidroponia	Cano 32mm	cm	30
Hidroponia	Calha de hidroponia	Cano 32mm	m	2
Hidroponia	Calha de hidroponia	Cano 32mm	m	1,8
		Filme plástico p/Estufa 150		
Hidroponia	Calha de hidroponia	micras	m	3
		Filme plástico p/Estufa 150		
Hidroponia	Calha de hidroponia	micras	m	3
Hidroponia	Calha de hidroponia	Registro 32mm	unidade	1
Hidroponia	Calha de hidroponia	Seixo Rolado	Litros	100
Hidroponia	Calha de hidroponia	Seixo Rolado	Litros	100
Hidroponia	Calha de hidroponia	Tampão 32mm	unidade	1
Hidroponia	Calha de hidroponia	Tampão de 32mm	unidade	20
Hidroponia	Calha de hidroponia	Telha 2,4mx1,1m	unidade	1,5
Hidroponia	Calha de hidroponia	Telha 2,4mx1,1m	unidade	1,5
Ambos	Estufa	Arcos de estufa - 7m	unidade	9
Ambos	Estufa	Barra de metal	m	60
Ambos	Estufa	Clarite 3m	unidade	70
		Filme plástico p/Estufa 150		
Ambos	Estufa	micras 11mx4m	unidade	7
Ambos	Estufa	Madeira 2cmx6cmx3m	unidade	28
Ambos	Estufa	Parafuso 15	unidade	300
Ambos	Estufa	Poste de Eucalipto 3m	unidade	18
Ambos	Estufa	Poste de Eucalipto 6m	unidade	2
Piscicultura	Filtro alagado	Adaptador com rosca 32mm	unidade	1
Piscicultura	Filtro alagado	Argila expandida	Litros	300
Piscicultura	Filtro alagado	Bomba Boyu 2700L/h	unidade	1
Piscicultura	Filtro alagado	Caixa de água Fortlev 500L	unidade	1
Piscicultura	Filtro alagado	Cano 32mm	m	1,2
Piscicultura	Filtro alagado	Flange 50mm	unidade	1
Piscicultura	Filtro alagado	T 32mm	unidade	1
	Filtro de nível			
Piscicultura	variável	Cano 32mm	m	0,1
	Filtro de nível			
Piscicultura	variável	Cano 32mm	m	0,05
	Filtro de nível			
Piscicultura	variável	Cano 32mm	m	2
	Filtro de nível			
Piscicultura	variável	Cano de esgoto 100mm	m	0,4
	Filtro de nível			
Piscicultura	variável	Cano de esgoto 200mm	m	0,3

Piscicultura	Filtro de nível variável	Flange 32mm	unidade	1
Piscicultura	Filtro de nível variável	Joelho 32mm	unidade	1
Piscicultura	Filtro de nível variável	Redução 40-32	unidade	1
Piscicultura	Filtro de nível variável	Tampão de esgoto 100mm	unidade	1
Piscicultura	Sistema de aeração	Compressor de ar	unidade	1
Piscicultura	Sistema de aeração	Fio 4mm	m	20
Piscicultura	Sistema de aeração	Mangueira de alta pressão	m	2
Piscicultura	Sistema de aeração	Mangueiras de aeração 50cm	unidade	6
Piscicultura	Sistema de aeração	T/Extensão	unidade	10
Piscicultura	Sistema de aeração	Tomada fêmea	unidade	2
Ambos	Sistema de bombeamento	Cano 50mm	cm	80
Ambos	Sistema de bombeamento	Cano de esgoto 100mm	cm	30
Ambos	Sistema de bombeamento	Mangueira flexível	m	15
Ambos	Sistema de bombeamento	Redução 100-50	unidade	1
Hidroponia	Sistema de tubulação	Cano 100mm	m	0,1
Hidroponia	Sistema de tubulação	Cano 100mm	m	5
Hidroponia	Sistema de tubulação	Cano 100mm	m	3
Hidroponia	Sistema de tubulação	Joelho 100mm	unidade	1
Hidroponia	Sistema de tubulação	Manilha 80cm	unidade	1
Hidroponia	Sistema de tubulação	Registro 100mm	unidade	1
Hidroponia	Sistema de tubulação	T 100mm	unidade	1
Piscicultura	Tanque de peixe	Adaptador 60-100mm	unidade	1
Piscicultura	Tanque de peixe	Bombona de 180 litros	unidade	1
Piscicultura	Tanque de peixe	Caixa de água Fortlev de 3.000	unidade	1
Piscicultura	Tanque de peixe	Cano 60mm	m	0,7
Piscicultura	Tanque de peixe	Cano 60mm	m	2
Piscicultura	Tanque de peixe	Cano de 60mm	m	0,2
Piscicultura	Tanque de peixe	Cano de esgoto 100mm	m	0,5
Piscicultura	Tanque de peixe	Flange 60mm	unidade	1
Piscicultura	Tanque de peixe	Flange 60mm	unidade	1
Piscicultura	Tanque de peixe	Flange 60mm	unidade	1
Piscicultura	Tanque de peixe	Joelho 50mm	unidade	1

Piscicultura	Tanque de peixe	T de esgoto	unidade	1
Piscicultura	Tanque de peixe	Tampão 60mm	unidade	1
Ambos	Terreno	Aquisição de terreno	m ²	132,5

Tabela 9. Levantamento de preços dos itens necessários para a implantação do projeto (Dados da pesquisa).

item	valor unitário	valor total (3 unidade)	vida útil	taxa de depreciação	valor da depreciação (3 unid.)
Brita	R\$ 0,22	R\$ 13,00	20	5%	R\$ 0,65
Caixa plana Fortlev 2000L	R\$ 985,00	R\$ 2.955,00	10	10%	R\$ 295,50
Cano 32mm	R\$ 6,97	R\$ 627,00	10	10%	R\$ 62,70
Cano 32mm	R\$ 6,97	R\$ 41,80	10	10%	R\$ 4,18
Cano 32mm	R\$ 6,97	R\$ 37,62	10	10%	R\$ 3,76
Filme plástico p/Estufa 150 micras	R\$ 72,00	R\$ 648,00	5	20%	R\$ 129,60
Filme plástico p/Estufa 150 micras	R\$ 72,00	R\$ 648,00	5	20%	R\$ 129,60
Registro 32mm	R\$ 35,90	R\$ 107,70	3	33%	R\$ 35,90
Seixo Rolado	R\$ 1,08	R\$ 322,50	20	5%	R\$ 16,13
Seixo Rolado	R\$ 1,08	R\$ 322,50	20	5%	R\$ 16,13
Tampão 32mm	R\$ 0,15	R\$ 0,45	10	10%	R\$ 0,05
Tampão de 32mm	R\$ 2,79	R\$ 167,40	10	10%	R\$ 16,74

Telha 2,4mx1,1m	R\$	38,90	R\$	175,05	10	10%	R\$	17,51
Telha 2,4mx1,1m	R\$	38,90	R\$	175,05	10	10%	R\$	17,51
Arcos de estufa - 7m	R\$	155,00	R\$	1.395,00	20	5%	R\$	69,75
Barra de metal	R\$	1,10	R\$	65,70	20	5%	R\$	3,29
Clarite 3m	R\$	13,10	R\$	917,00	3	33%	R\$	305,67
Filme plástico p/Estufa 150 micras 11mx4m	R\$	105,00	R\$	735,00	5	20%	R\$	147,00
Madeira 2cmx6cmx3m	R\$	15,90	R\$	445,20	3	33%	R\$	148,40
Parafuso 15	R\$	0,09	R\$	27,46	5	20%	R\$	5,49
Poste de Eucalipto 3m	R\$	28,00	R\$	504,00	10	10%	R\$	50,40
Poste de Eucalipto 6m	R\$	28,00	R\$	56,00	10	10%	R\$	5,60
Adaptador com rosca 32mm	R\$	14,15	R\$	42,45	10	10%	R\$	4,25
Argila expandida	R\$	1,10	R\$	985,50	5	20%	R\$	197,10
Bomba Boyu 2700L/h	R\$	350,82	R\$	1.052,46	5	20%	R\$	210,49
Caixa de água Fortlev 500L	R\$	199,90	R\$	599,70	3	33%	R\$	199,90

Cano 32mm	R\$	6,97	R\$	25,08	10	10%	R\$	2,51
Flange 50mm	R\$	54,90	R\$	164,70	5	20%	R\$	32,94
T 32mm	R\$	2,75	R\$	8,25	5	20%	R\$	1,65
Cano 32mm	R\$	6,97	R\$	2,09	10	10%	R\$	0,21
Cano 32mm	R\$	6,97	R\$	1,05	10	10%	R\$	0,10
Cano 32mm	R\$	6,97	R\$	41,80	10	10%	R\$	4,18
Cano de esgoto 100mm	R\$	9,55	R\$	11,45	10	10%	R\$	1,15
Cano de esgoto 200mm	R\$	39,98	R\$	35,99	10	10%	R\$	3,60
Flange 32mm	R\$	8,50	R\$	25,50	5	20%	R\$	5,10
Joelho 32mm	R\$	1,90	R\$	5,70	5	20%	R\$	1,14
Redução 40-32	R\$	44,78	R\$	134,34	5	20%	R\$	26,87
Tampão de esgoto 100mm	R\$	11,00	R\$	33,00	10	10%	R\$	3,30
Compressor de ar	R\$	13,10	R\$	39,30	5	20%	R\$	7,86
Fio 4mm	R\$	1,30	R\$	77,93	5	20%	R\$	15,59
Mangueira de alta pressão	R\$	15,90	R\$	95,40	3	33%	R\$	31,80

Mangueiras de aeração 50cm	R\$	11,90	R\$	214,20	5	20%	R\$	42,84
T/Extensão	R\$	9,10	R\$	273,00	3	33%	R\$	91,00
Tomada fêmea	R\$	10,29	R\$	61,74	55	2%	R\$	1,12
Cano 50mm	R\$	6,97	R\$	1.672,00	10	10%	R\$	167,20
Cano de esgoto 100mm	R\$	9,55	R\$	859,05	10	10%	R\$	85,91
Mangueira flexível	R\$	15,90	R\$	715,50	5	20%	R\$	143,10
Redução 100-50	R\$	28,00	R\$	84,00	5	20%	R\$	16,80
Cano 100mm	R\$	8,97	R\$	2,69	10	10%	R\$	0,27
Cano 100mm	R\$	8,97	R\$	134,50	10	10%	R\$	13,45
Cano 100mm	R\$	8,97	R\$	80,70	10	10%	R\$	8,07
Joelho 100mm	R\$	5,19	R\$	15,57	5	20%	R\$	3,11
Manilha 80cm	R\$	120,00	R\$	360,00	5	20%	R\$	72,00
Registro 100mm	R\$	311,90	R\$	935,70	5	20%	R\$	187,14
T 100mm	R\$	9,79	R\$	29,37	5	20%	R\$	5,87
Adaptador 60- 100mm	R\$	38,90	R\$	116,70	5	20%	R\$	23,34

Bombona de 180 litros	R\$	100,00	R\$	300,00	10	10%	R\$	30,00
Caixa de água Fortlev de 3.000	R\$	1.258,90	R\$	3.776,70	5	20%	R\$	755,34
Cano 60mm	R\$	21,97	R\$	46,13	10	10%	R\$	4,61
Cano 60mm	R\$	21,97	R\$	131,80	10	10%	R\$	13,18
Cano de 60mm	R\$	21,97	R\$	13,18	10	10%	R\$	1,32
Cano de esgoto 100mm	R\$	9,55	R\$	14,32	10	10%	R\$	1,43
Flange 60mm	R\$	54,90	R\$	164,70	5	20%	R\$	32,94
Flange 60mm	R\$	54,90	R\$	164,70	5	20%	R\$	32,94
Flange 60mm	R\$	54,90	R\$	164,70	5	20%	R\$	32,94
Joelho 50mm	R\$	1,90	R\$	5,70	5	20%	R\$	1,14
T de esgoto	R\$	40,90	R\$	122,70	5	20%	R\$	24,54
Tampão 60mm	R\$	2,79	R\$	8,37	10	10%	R\$	0,84
Aquisição de terreno	R\$	300,00	R\$	-			R\$	-
			R\$	24.235,84			R\$	4.023,70

Tabela 11. Quadro representativo de consumo de energia (Dados da pesquisa).

Energia Elétrica:	Unidade	Quantidade	Consumo watts	H/dia	Mês	Total (kwh)	Valor Kwh	Custo total
Bomba Boyu 2700L	Watts	3	71	24	153360	153,36	R\$ 0,50	R\$ 76,68
Compressor de ar	Watts	3	35	24	75600	75,6		R\$ 37,80
Total						228,96		R\$ 114,48

Tabela 12. Dados produtivos do estudo.

		Fonte das informações (Autor, ano)
Tipo de sistema	Media filled system	Dados da pesquisa
Volume total do tanque de peixes (m ³)		9 Dados da pesquisa
Área total de cultivo de plantas (m ²)		11,88 Dados da pesquisa
Tamanho inicial do peixe (g)	35g	Dados da pesquisa
Quantidade inicial de peixe (total 3 tanques)		1096
Tamanho inicial da planta(g)	SD	
Densidade de peixes (kg/m ³)		38,36 Dados da pesquisa
Densidade de plantas (plantas/m ²)		8 Rakocy, et al(2004)
Proteína da ração (%)		34 NRC (2011) apud Hooley, et al (2014)
Quantidade de ração (kg)		212,98 Dados da pesquisa
ração ofertada/dia/área de cultivo de plantas (g/dia/m ²)		99,6 Rakocy, et al(2004)
Proporção peixe : planta		
Espécie de peixe	Tilápia (Oreochromis niloticus)	Dados da pesquisa
Espécie de planta	Manjeriço (Ocimum basilicum)	Dados da pesquisa
Mortalidade (%) peixe		5 Dados da pesquisa
Mortalidade (%) planta		0 Dados da pesquisa
Quantidade final de peixe (total 3 tanques)		1041 Dados da pesquisa
Biomassa final de peixe (kg/m ³)		52,06 Dados da pesquisa
Biomassa final de planta (kg/m ²)		2 Rakocy, et al(2004)
Qualidade de água (pH, °C)	pH 7 26°C - 28°C	Dados da pesquisa
Duração de cultivo (dias)	180 dias (peixe) 28 dias (manjeriço)	Dados da pesquisa Rakocy, et al(2004)
FCA		1,73

Tabela 13. Custo de produção e porcentagem de participação. Fonte: Dados da Pesquisa

Espécie	Classificação	Item	Custo anual	%
ambos	Mão de obra	Pró labore	R\$ 9.456,00	27%
ambos	Mão de obra	Funcionário	R\$ 4.728,00	13%
ambos	Encargo social	Encargo social	R\$ 2.155,50	6%
peixe	Insumos	Ração	R\$ 1.192,71	3%
peixe	Insumos	Juvenil	R\$ 876,85	2%
peixe	Insumos	Energia	R\$ 1.373,76	4%
planta	Insumos	Custo pesto	R\$ 11.405,69	32%
ambos	Depreciação		R\$ 4.023,70	11%
	Total	Pró labore	R\$ 35.212,21	100%