



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
NÚCLEO DE MEIO AMBIENTE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS E  
DESENVOLVIMENTO LOCAL NA AMAZÔNIA

**CÁTIA SÍLVIA PEREIRA DE ARAÚJO**

**A AQUAPONIA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA A  
PRODUÇÃO DE PEIXES E HORTALIÇAS NO ESTADO DO PARÁ**  
Estudo de caso: Projetos de Aquaponia no Município de Bragança-Pará

BELÉM-PA  
2019

**CÁTIA SÍLVIA PEREIRA DE ARAÚJO**

**A AQUAPONIA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA A  
PRODUÇÃO DE PEIXES E HORTALIÇAS NO ESTADO DO PARÁ**

**Estudo de caso: Projetos de Aquaponia no Município de Bragança-Pará**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de mestre em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local, PPGEDAM, Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará.  
Área de concentração: Gestão de Recursos Naturais

Orientador: Dr. Norbert Fenzl  
Co-Orientador: Dr. Sérgio Cardoso de Moraes

BELÉM-PA  
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

A658a Araújo, Cátia Sílvia Pereira de

A AQUAPONIA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA A PRODUÇÃO DE PEIXES E HORTALIÇAS NO ESTADO DO PARÁ : Estudo de caso: Projetos de Aquaponia no Município de Bragança Pará / Cátia Sílvia Pereira de Araújo.  
— 2019.  
136 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Norbert Fenzl Coorientador(a): Prof. Dr. Sergio Cardoso de Moraes  
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia, Núcleo do Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

1. Aquaponia. 2. Desenvolvimento Sustentável. 3. Recirculação em Aquicultura. 4. Produção Integrada. 5. Bragança. I. Título.

CDD 500

---

**CÁTIA SÍLVIA PEREIRA DE ARAÚJO**

**A AQUAPONIA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA A  
PRODUÇÃO DE PEIXES E HORTALIÇAS NO ESTADO DO PARÁ**  
**Estudo de caso: Projetos de Aquaponia no Município de Bragança-Pará**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de mestre em gestão dos recursos naturais e desenvolvimento local, PPGEDAM, Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará.  
Área de concentração: Gestão de Recursos Naturais.

**BANCA EXAMINADORA:**

Defendido e aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Conceito: \_\_\_\_\_

---

Prof. Norbert Fenzl – Orientador  
Doutor em Hidrogeologia - Ciências Ambientais  
Universidade Federal do Pará

---

Prof. Luis Otávio do Canto Lopes- Membro  
Doutor em Desenvolvimento Rural  
Universidade Federal do Pará

---

Prof. Carlos Alexandre Leão Bordalo - Membro  
Doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido  
Universidade Federal do Pará

*Aos meus pais, Angélica e Carlos;  
Aos meus irmãos Carla, Carmem,  
Samuel, Eduardo e Mateus; e aos meus  
sobrinhos Emily, Graziela, Eloize, Satori e  
Emanuela (in memoriam).*

*“Que todos os nossos esforços estejam sempre focados no desafio à impossibilidade. Afinal, todas as grandes conquistas humanas vieram daquilo que parecia impossível “  
(Charles Chaplin).*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela saúde e força para superar todos os desafios enfrentados até aqui;

Aos meus pais, especialmente minha mãe, pela educação, pelo amor, incentivo, apoio, compreensão e paciência nos momentos mais difíceis;

As minhas irmãs e irmãos por toda força e por acreditarem na minha capacidade e determinação;

Ao Bruno Nozaki, por acompanhar minha caminhada, pelos incentivos e apoio nas minhas decisões;

A minha amiga Lucia Pereira, ao Erick Nozaki e Gabriel Nozaki, por terem me recebido com tamanho carinho em sua casa;

Ao meu orientador professor Dr. Norbert Fenzl pela orientação, incentivos e pelo convívio nesta temporada de aprimoramento de minha carreira profissional;

Ao coordenador do PPGEDAM professor Rodolpho Zaluth Bastos, pelo zelo e amizade e também pela paciência e competência com a qual gere o Programa;

Sou grata e honrada pelos professores que tive, pelos ensinamentos que colhi e pela certeza da contribuição desses profissionais para mudanças significativas ocorridas na forma como hoje encaro a vida;

A equipe administrativa do programa por estarem sempre dispostos a nos ajudar e orientar nos momentos de distração;

Meu muitíssimo obrigada, também ao professor Carlos Antônio Zarzar da UFOPA, pela prestatividade, orientação e ajuda para concretização deste estudo;

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

Muito Obrigada!

## RESUMO

A presente pesquisa trata de experiências existentes de Sistemas Aquapônicos no Estado do Pará, município de Bragança. Entre as principais motivações para realização do estudo foi apontar caminhos alternativos a atividade aquícola no Brasil para atender à crescente demanda por alimentos saudáveis, mitigar o uso indiscriminado de recursos hídricos e a falta de tratamento e despejo inadequado dos efluentes. Neste sentido, a aquaponia apresenta-se como alternativa para a produção integrada de organismos aquáticos (peixes, crustáceos e algas) e hortaliças com o benefício de economizar os recursos naturais. A pesquisa tem como objetivo geral a análise da aquaponia, no contexto social e ambiental, a partir dos estudos e das experiências existentes em nível mundial, nacional, bem como na região imediata de Bragança, estado do Pará, com o propósito da elaboração de um guia para socialização e divulgação da tecnologia aquapônica. Baseado em estudos bibliográficos das principais referências sobre a aquaponia e as experiências mais importantes dos Sistemas de Aquaponia no município de Bragança foram analisadas, verificando as percepções teóricas e práticas dos envolvidos, e as potencialidades e limitações da atividade produtiva. Para a elaboração do Guia utilizaram-se os dados fornecidos na bibliografia especializada, assim como, aqueles adquiridos *in loco*. Os resultados mostraram uma escassez bibliográfica sobre o tema no Brasil, principalmente, no que se refere a viabilidade econômica da atividade, demonstrando, claramente, a necessidade de aprofundamento nos estudos. A pesquisa demonstrou que há uma forte tendência de adesão dos agricultores locais ao sistema aquapônico de produção, basicamente devido á possibilidade de aumentar a geração de renda e aos baixos impactos ambientais deste tipo de produção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aquaponia; Desenvolvimento Sustentável; Recirculação em Aquicultura; Produção Integrada; Bragança.

## **ABSTRACT**

The present research about existing experiences of Aquaponics Systems in the State of Pará, municipality of Bragança. Among the main reasons for conducting the study was aim alternative paths to aquaculture activity in Brazil to meet the growing demand for healthy foods, mitigating the indiscriminate use of water resources and the lack of treatment and dumping inadequate effluent. In this sense, the aquaponic presents itself as an alternative to the integrated production of aquatic organisms (fish, crustaceans and algae) and vegetables with the benefit to save natural resources. The research aims General Aquaponics analysis, in the social and environmental context, from the studies and experiences that exist worldwide, national, as well as in the immediate region of Bragança, Pará State, with the purpose of drafting a guide for socialization and dissemination of aquapônica technology. Based on studies of the main bibliographic references on the aquaponic and the most important experiences of Aquaponics systems in the municipality of Bragança were analyzed by checking the theoretical and practical insights of those involved, and the potential and limitations of productive activity. For the preparation of the guide used the data provided in the bibliography, as well as those purchased on the spot. The results showed a bibliographic shortage issue in Brazil, mainly in respect of the economic viability of the activity, demonstrating clearly the necessity of deepening in the studies. The research showed that there is a strong tendency for membership of the local farmers to the aquapônico system of production, largely due to increasing income generation and low environmental impacts of this type of production.

**KEYWORDS:** Aquaponic; Sustainable Development; Aquaculture Recirculation; Integrated Production; Bragança.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### **METODOLOGIA**

Figura 01	Mapa de Localização Geográfica da Área do Estudo.....	27
-----------	---	----

### **CAPÍTULO 1**

Figura 01	Disponibilidade dos Nutrientes para Plantas em Diferentes pH.....	36
-----------	---	----

Figura 02	Ambientes de Cultivo de Vegetais.....	37
-----------	---------------------------------------	----

Figura 03	Processo Simbiótico.....	40
-----------	--------------------------	----

### **CAPITULO 2**

Figura 01	Região Imediata de Bragança-Pará.....	60
-----------	---------------------------------------	----

Figura 02	Matriz de Análise SWOT, para Avaliação das Oportunidades da Aquaponia na Região Estudada.....	62
-----------	---	----

Figura 03	Sistemas Aquapônicos Visitados em Bragança- Pará.....	63
-----------	---	----

Figura 04	Componentes para Filtragem e Tratamento da Água.....	64
-----------	--	----

Figura 05	Peixes Cultivados nas Aquaponias Implantadas em Bragança-PA .....	66
-----------	---	----

Figura 06	Matriz Fatores Chave de Sucesso.....	73
-----------	--------------------------------------	----

### **CAPITULO 3**

Figura 01	Diagrama da Concepção do Termo Aquaponia.....	82
-----------	---	----

Figura 02	Chinampas Aztecas.....	83
-----------	------------------------	----

Figura 03	Princípios de Funcionamento dos Sistemas Aquapônicos.....	84
-----------	---	----

Figura 04	Organismos que Integram o Sistema Aquapônico.....	85
-----------	---	----

Figura 05	Componentes Básicos do Sistema Aquapônico.....	85
-----------	--	----

Figura 06	Diferentes Tipos e Formas de Ambientes para Cultivo dos Animais.....	86
-----------	--	----

Figura 07	Soprador e Compressor de Ar.....	87
-----------	----------------------------------	----

Figura 08	Módulo de Filtragem para Tratamento da Água.....	87
-----------	--	----

Figura 09	Principais Ambientes de Cultivo dos Vegetais.....	88
-----------	---	----

Figura 10	Principais Organismos Aquáticos Utilizados em Aquaponia.....	89
-----------	--	----

Figura 11	Bactérias Nitrificantes: Nitrossomonas e Nitrobacter.....	90
-----------	---	----

Figura 12	Vegetais Adaptados à Aquaponia.....	91
-----------	-------------------------------------	----

Figura 13	Escala de pH.....	93
-----------	-------------------	----

Figura 14	Proporção Planta x Peixes e os Métodos para Calcular.....	94
-----------	---	----

Figura 15	Planejamento para Implantação de Sistema Aquapônico.....	96
-----------	--	----

Figura 16	Protótipo de Sistema Aquapônico Familiar.....	101
-----------	---	-----

## LISTA DE GRÁFICOS

### **CAPITULO 1**

Gráfico 01	Custos de Produção em Aquaponia.....	46
Gráfico 02	Composição do Custo Operacional da Aquaponia.....	47

### **CAPITULO 2**

Gráfico 01	Tipos de Sistemas de Cultivo de Vegetais mais Utilizados em Bragança Pará.....	65
Gráfico 02	Percentuais dos Principais Motivos Identificados para Cultivar Alface.....	68

## LISTA DE TABELAS

### **CAPITULO 1**

Tabela 01	Síntese dos Termos Conceituais.....	23
Tabela 02	Eixos de Avaliação da Relevância do Material Pesquisado.....	32
Tabela 03	Composição dos Custos de Investimento por Categoria.....	45

### **CAPITULO 2**

Tabela 01	Rotina de Monitoramento da Qualidade da Água.....	68
Tabela 02	Medidas Preventivas Aplicadas nas Aquaponias Locais.....	69
Tabela 03	Investimento Realizado na Fase de Implantação dos Sistemas.....	71

### **CAPITULO 3**

Tabela 01	Tabela de Referência para Variáveis Físico-Químico da Água.....	92
Tabela 02	Pontos Fortes e Fracos da Aquaponia.....	95
Tabela 03	Planejamento Inicial de um Sistema em Escala Familiar.....	97
Tabela 04	Lista de Materiais Necessários para Construção do Sistema.....	98
Tabela 05	Modelo de Plano de Manejo Produtivo.....	102

## SUMÁRIO

RESUMO.....	8
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	10
LISTA DE GRÁFICOS.....	11
LISTA DE TABELAS.....	12
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. JUSTIFICATIVA.....	17
3. OBJETIVOS.....	19
3.1. Geral.....	19
3.2. Específicos.....	19
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
4.1. Agroecologia.....	20
4.2. Aquaponia.....	21
5. METODOLOGIA.....	24
6. RESULTADOS.....	26
6.1. CAPÍTULO 1 - CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA TECNOLOGIA AQUAPONICA: APORTE TEÓRICO PARA DEBATER OS LIMITES E AS OPORTUNIDADES.....	26
RESUMO.....	26
6.1.1. Introdução.....	28
6.1.2. Procedimentos Metodológicos.....	29
6.1.3. Apresentação dos Resultados e Discussão.....	31
6.1.3.1. Funcionamento do Sistema Aquapônico.....	31
6.1.3.2. Estudos Realizados em Aquaponia no Brasil e no Mundo.....	37
6.1.3.3. Incentivos ao Desenvolvimento da Aquaponia.....	41
6.1.3.4. Viabilidade Econômica em Aquaponia.....	42
6.1.3.5. Vantagens e Desvantagem em Aquaponia.....	45
6.1.4. CONCLUSÃO.....	47
Bibliografia.....	49
6.2. CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AQUAPONICOS, IMPLANTADOS NO MUNICÍPIO DE BRAGANÇA, ESTADO DO PARÁ.....	54
RESUMO.....	54
6.2.1. Introdução.....	56
6.2.2. Procedimentos Metodológicos.....	57
6.2.2.1. Área de Estudo.....	57
6.2.2.2. Levantamento e Análise dos Dados.....	59
6.2.3. Resultados e Discussão.....	61

6.2.3.1.	Aspectos Técnicos: caracterização geral dos sistemas amostrados .....	61
6.2.3.2.	Aspectos Econômicos: panorama dos custos de implantação e produção..	68
6.2.3.3.	Aspectos Ambientais: percepção e importância da aquaponia.....	70
6.2.3.4.	Análise de Oportunidades da Atividade Aquapônica em Bragança-Pará. ...	70
<b>6.2.4.</b>	<b>Conclusão .....</b>	<b>72</b>
	<b>Bibliografia .....</b>	<b>73</b>
<b>6.3.</b>	<b>CAPITULO 3 - GUIA DIDÁTICO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS AQUAPÔNICOS EM ESCALA FAMILIAR .....</b>	<b>76</b>
<b>6.3.1.</b>	<b>Apresentação .....</b>	<b>79</b>
<b>6.3.2.</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>80</b>
6.3.2.1.	O que é Aquaponia? .....	80
6.3.2.2.	Breve Histórico Sobre a Aquaponia .....	81
6.3.2.3.	Como Funciona?.....	82
<b>6.3.3.</b>	<b>Componentes Básicos do Sistema .....</b>	<b>83</b>
6.3.3.1.	Ambiente de Criação dos Organismos Aquáticos .....	84
6.3.3.2.	Módulo de Filtragem .....	85
6.3.3.3.	Sistema de Aeração .....	85
6.3.3.4.	Ambientes de Cultivo dos Vegetais .....	86
6.3.3.4.1.	Organismos Aquáticos .....	87
6.3.3.4.2.	Micro-organismos Nitrificantes .....	88
6.3.3.4.3.	Vegetais mais Utilizados na Aquaponia .....	89
<b>6.3.4.</b>	<b>Parâmetros de Qualidade da Água .....</b>	<b>90</b>
6.3.4.1.	Níveis de pH ótimo e disponibilidade de nutrientes.....	91
<b>6.3.5.</b>	<b>Como Calcular a Proporção Plantas vs Peixes? .....</b>	<b>92</b>
<b>6.3.6.</b>	<b>Quais são as Vantagens e as Desvantagens do Sistema Aquapônico?.....</b>	<b>93</b>
<b>6.3.7.</b>	<b>Planejando o Empreendimento .....</b>	<b>94</b>
<b>6.3.8.</b>	<b>Definições Preliminares .....</b>	<b>95</b>
<b>6.3.9.</b>	<b>Materiais Necessários .....</b>	<b>96</b>
<b>6.3.10.</b>	<b>Modelo de Sistema em escalar familiar, proposto pela FAO, em 2014.....</b>	<b>99</b>
<b>6.3.11.</b>	<b>Check-list para plano de manejo produtivo.....</b>	<b>100</b>
<b>6.3.10.</b>	<b>Conclusão .....</b>	<b>102</b>
	<b>Bibliografia .....</b>	<b>103</b>
<b>7.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>105</b>
	<b>REFERÊNCIAS CONSULTADAS .....</b>	<b>107</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>110</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem o propósito de socializar a Tecnologia Aquapônica, uma técnica de produção integrada, pouco estudada e difundida no Brasil e, principalmente, na Região Amazônica. Embora a região seja detentora da maior reserva de água doce do mundo, este recurso apresenta-se indisponível para o consumo humano.

Para Crepaldi e colaboradores (2006) a tecnologia permite a produção de peixes e vegetais com a liberação ínfima de efluentes e baixíssima renovação de água, menos de 5% do volume total por dia, uma vez que as perdas são atribuídas unicamente à evaporação, já que os tanques impermeáveis impedem as perdas por infiltração (Crepaldi et al., 2006).

Em linhas gerais, a Aquaponia pode ser caracterizada como um Sistema de Recirculação para Aquicultura (SRA), integrado a um sistema de cultivo hidropônico (peixes e hortaliças). Onde, a primeira fornece nutrientes para a segunda se desenvolver, com possibilidades de reduzir os impactos de ambas sobre o ambiente (Rakocy, 2007).

Do ponto de vista das contribuições socioeconômicos e ambientais, a tecnologia aquapônica apresenta-se como uma importante estratégia de alcance dos “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS” entre os quais destacam-se: segurança hídrica para sustentar a agricultura sustentável (ODS 2, especialmente a Meta 2.4) e vidas saudáveis (ODS 3), dada sua natureza abrangente e multidisciplinar.

Para melhor entendimento, estruturou-se a dissertação da seguinte maneira: o capítulo um, trata de uma pesquisa realizada no campo bibliográfico sobre o tema aquaponia, objetivando oferecer aporte teórico para o debate das potencialidades e limitações das experiências investigadas.

No capítulo dois consta a caracterização dos sistemas aquapônicos implantados em Bragança-PA, evidenciando aspectos técnicos, econômicos e ambientais. E o capítulo três consiste num Guia Didático, elaborado para socializar e divulgar a tecnologia aquapônica na região do estudo.

Os dois primeiros capítulos foram estruturados no formato de publicações a serem apresentadas separadamente em revistas científicas. O terceiro, corresponde

ao produto final da pesquisa, cujo propósito visa a reapplicabilidade no contexto socioeconômico e ambiental da região.

## 2. JUSTIFICATIVA

O processo de transformações econômicas e sociais arrastou o mundo a uma crise ambiental sem precedentes. Com isso ascenderam as preocupações com o meio ambiente, afinal a própria sobrevivência começou a ficar comprometida. As causas ambiental e social foram ganhando cada vez mais espaço nos debates internacionais.

No século XXI houve considerável avanço na concepção sobre os temas que culminou na formulação e consolidação do “direito a qualidade de vida” (Machado, 2013). No último Fórum Mundial da Água, realizado em Brasília, em março de 2018 foi marcado por decisões e acordos envolvendo as principais lideranças de 172 países (ONU, 2018).

Ao todo, foram assinadas quatro declarações no evento. Entre os principais pontos debatidos e pactuados, destacam-se:

- O desenvolvimento de estratégias, objetivando apoiar o desenvolvimento de usos sustentáveis da água, incluindo recursos hídricos não convencionais;
- Cooperação técnica entre o setor privado e empresas públicas para continuação ou melhoramento de medidas de sustentabilidade relacionadas à água e saneamento;
- A participação do poder judiciário, gestores nacionais e regionais e o poder legislativo;
- Incentivos e fortalecimento de políticas e planos nacionais de gestão integrada de recursos hídricos, incluindo estratégias de adaptação à mudança do clima;

Além das questões ambientais, na Conferência Internacional sobre Nutrição, realizada em Roma, em novembro de 2014, os participantes apovaram a Declaração de Roma e o Plano de Ação, na qual os líderes mundiais reiteraram seus compromissos de estabelecer e implementar políticas destinadas a erradicar a desnutrição e transformar os sistemas alimentares, a fim de obter dietas nutritivas disponíveis para todos (UNIC Rio, 2015).

O relatório denominado o Estado Mundial da Pesca e Aquicultura (SOFIA), publicado em 2016, estimou que na próxima década o aumento na produção de

pescado no Brasil (104%) será o maior registrado na América Latina, seguido de México (54,2%) e Argentina (53,9%). Segundo a FAO, esse incremento deve-se principalmente aos investimentos que o país tem feito neste setor nos (FAO, 2016).

Segundo a Pesquisa Agropecuária Brasileira, publicada pelo IBGE em 2016, os produtos oriundos da aquicultura apresentaram um rendimento de R\$ 4,61 (bilhões de reais) com a maior parte oriunda da criação de peixes, seguida pela criação de camarões. A piscicultura foi a atividade aquícola que registrou o maior incremento na produção nacional 507,12 (mil toneladas), representando em termos percentuais 4,4% (IBGE, 2016).

Contudo, ainda se observa graves problemas ambientais, tecnológicos e sociais que carecem de uma visão mais integrada dos processos produtivos compatíveis com práticas sustentáveis para a aquicultura (Silva, Losekann e Hisano, 2013). Martins e colaboradores (2010) em seus estudos apontaram que o reuso da água pode ser uma alternativa importante para melhorar a geração de resíduos e a reciclagem de nutrientes produzidos pela piscicultura (Martins et al, 2010).

Os produtores de pescado do município de Bragança, coexistem com: baixa tecnologia, manejo inadequado, falta de regularização da atividade, falta de orientação técnica, uso indiscriminado de recursos ambientais (principalmente a água) e a falta de tratamento e despejo adequado dos efluentes oriundos dos tanques, demonstrando claramente a insustentabilidade da atividade.

No entanto, tem-se observado que alguns produtores da região vem adotando alternativas que consideram o meio ambiente, como parte importante do desenvolvimento social e econômico, com a implantação de sistemas integrados de produção, neste caso, a aquaponia. Cujas atividades possibilita, a mitigação dos impactos potenciais, redução da extração de água e as perdas de recursos.

Considerando o exposto foi levantada a seguinte pergunta de pesquisa, norteadora do estudo: de que maneira a aquaponia funciona e como a tecnologia poderá contribuir com o desenvolvimento rural do município de Bragança? A partir deste questionamento apresentar-se-á como funciona um sistema de Aquaponia e como ele pode ser eficiente, do ponto de vista social e ambiental, elencando suas potencialidades e limitações.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Geral**

Analisar a Tecnologia Aquapônica, a partir dos estudos bibliográficos e das experiências existentes no município de Bragança, estado do Pará, bem como produzir um Guia Didático, visando a divulgação e a reaplicabilidade da tecnologia na região estudada.

#### **3.2 Específicos**

- 1) Realizar uma criteriosa revisão de bibliografia, focada na implantação, funcionamento e manejo produtivo dos sistemas aquapônicos;
- 2) Analisar os estudos realizados sobre o tema, bem como os incentivos para a atividade no Brasil;
- 3) Levantar dados, sistematizar e analisar as experiências de aquaponia existentes no município de Bragança, evidenciando suas potencialidades e limitações;
- 4) Apontar as principais vantagens e desvantagens que permeiam a atividade;
- 5) Elaborar um guia contendo instruções de implantação do sistema aquapônico em escala familiar, visando a reaplicabilidade da técnica de produção na região estudada.

## 4. REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 Agroecologia

Do ponto de vista histórico, a origem da Agroecologia é tão antiga quanto as origens da agricultura. Quando se analisa as agriculturas tradicionais, indígenas ou camponesas, estas revelam-se sistemas agrícolas complexos, com agroecossistemas similares tanto em estrutura, quanto em funcionamento aos ecossistemas naturais. As estratégias adaptativas dos cultivos às intempéries ambientais, são adquiridas de maneira empírica e transmitidos entre gerações (Hecht, 1997).

Na segunda metade do século XX, vários países, inclusive o Brasil, experimentaram crises ocasionadas pelo engajamento na chamada Revolução Verde, difundida após a II Guerra Mundial, a qual tinha como meta o aumento da produção e da produtividade das atividades agrícolas. Para isso faziam uso excessivo da tecnologia, incluindo desde o melhoramento genético das sementes, adubação química, até a mecanização, sob a égide da modernização agrícola (EMBRAPA, 2006).

Neste cenário, a pesquisa, a extensão e o crédito subsidiado foram os principais instrumentos de concretização da política desenvolvimentista. As consequências desse engajamento foram: o aumento da concentração de renda e o êxodo rural. A crise ambiental, manifestada com a degradação e a escassez dos recursos naturais. Além da crise econômica, evidenciada com a diminuição dos níveis médios de renda, quando os produtos da “modernização agrícola” deixaram de ser atrativos (ALMEIDA, 1989).

Para Altieri (2008) após a constatação dos fatores que desencadearam o declínio da qualidade de vida rural e a degradação dos recursos naturais, emergiram debates e discussões que impulsionaram, o chamado desenvolvimento sustentável, que apesar do conceito ser controverso e impreciso, reconhece que o desenvolvimento agrícola resulta de uma complexa interação de diversos fatores socioeconômicos e ambientais que se desconsiderados podem afetar a evolução dos sistemas.

Segundo, Conway e Barbier (1990) a produção agrícola deixou de ser uma questão puramente técnica, e passou a ser vista como um processo condicionado por dimensões sociais, culturais, políticas e econômicas. Nesse contexto, uma série de manifestações sociais passaram a adquirir importância e legitimidade.

Nesta perspectiva, a Agroecologia emergiu, como uma resposta à crise socioambiental que o mundo rural tem enfrentado, a qual representa sobretudo, uma nova e dinâmica ciência capaz de reconhecer ao invés de negar os conhecimentos gerados das ciências geometrizadas, procurando incorporá-los dentro de uma lógica integradora e mais abrangente (EMBRAPA, 2006).

Colaborando com a difusão desse novo pensamento, (Altiere, 1987) definiu que a “Agroecologia fornece os princípios ecológicos básicos para o estudo e tratamento de ecossistemas tanto produtivos quanto preservadores dos recursos naturais, que sejam culturalmente sensíveis, socialmente justos e economicamente viáveis. Gliessman (2001), considera a “Agroecologia como a aplicação dos conceitos e princípios da Ecologia no desenho e manejo de agroecossistema sustentáveis”.

Em síntese, a Agroecologia é um campo de conhecimento transdisciplinar. Neste estudo o conceito de transdisciplinaridade emerge dos trabalhos de diferentes autores, entre eles, (Morin, 2001) que elaborou a Teoria do Pensamento Complexo como uma abordagem transdisciplinar. Outra importante contribuição ao tema foi feita por (Fenzl, 2009) na obra “A sustentabilidade de sistemas complexos”, onde menciona “quando queremos compreender o funcionamento de sistemas biológicos, ecossistemas, sócio-sistemas ou problemas relacionados ao desenvolvimento sustentável, não estudamos objetos mecânicos senão sistemas complexos, que apresentam características e qualidades que não podem ser deduzidas e entendidas somente a partir da análise das partes”.

## 4.2 Aquaponia

A Aquaponia é uma tecnologia milenar, que foi amplamente utilizada pelos povos Aztecas e Babilônios para produção de alimentos de origem animal e vegetal em seus jardins flutuantes, denominados “Chinampas”. Atualmente, o nome da tecnologia é derivado da combinação das palavras aquicultura e hidroponia, para produzir, principalmente peixes e vegetais hidropônicos (Rakocy, et al 2006).

De acordo, com (Somerville, 2014) “a aquicultura é o cultivo de organismos aquáticos, como peixes, crustáceos, moluscos e plantas aquáticas. A aquicultura envolve o cultivo de água doce e salgada em organismos sob condições controladas”. Em termos conceituais, (Carrijo e Makishima, 2000), definem a

“hidroponia” como uma forma de cultivo sem solo, com ou sem substrato, em que os nutrientes são fornecidos às plantas em um fluxo contínuo ou intermitente, em filme estático, continuamente aerado, de solução nutritiva”.

**Tabela 01 – Síntese dos Termos Conceituais**

Sistema de Cultivo	Descrição
<b>Aquaponia</b>	Cultivo de peixes e plantas integrados em um ecossistema de recirculação, construído, que utiliza ciclos bacterianos naturais para converter os resíduos de peixes em nutrição de vegetais (Bernstein, 2011).
<b>Aquicultura</b>	Cultivo de organismos aquáticos, como peixes, crustáceos, moluscos e plantas aquáticas. A aquicultura envolve o cultivo de água doce e salgada em organismos sob condições controladas (Somerville, 2014).
<b>Hidroponia</b>	Forma de cultivo sem solo, com ou sem substrato, em que os nutrientes são fornecidos às plantas em um fluxo contínuo ou intermitente, em filme estático, continuamente aerado, de solução nutritiva (Carrijo e Makishima, 2000).

Autores como, (Rakocy, 2012; Tyson, Treadwel e Simonne, 2011) demonstraram que a aquaponia tem se apresentado como alternativa inovadora para tratar os efluentes e minimizar o impacto ambiental causado pelas atividades aquícolas. Para eles, a aquaponia se encaixa perfeitamente na definição de agricultura sustentável, porque combina a produção de vegetais (hidroponia) e animais aquáticos (aquicultura), integrando fluxo de nutrientes (nitrificação) com ciclos biológicos, através de processos simbióticos, tornando mais eficiente o uso de recursos não renováveis.

Bernstein (2011), apresentou a “The Aquaponics Gardening Community” a seguinte definição:

"A aquaponia é o cultivo de peixes e plantas integrados em um ecossistema de recirculação, construído, que utiliza ciclos bacterianos naturais para converter os resíduos de peixes em nutrição de vegetais. Trata-se de um método de cultivo de alimentos naturais e ecológico que aproveita os melhores atributos da aquicultura e hidroponia, sem a necessidade de descartar, filtrar ou adicionar fertilizantes químicos na água" (tradução nossa).

Outra conceituação interessante foi descrita por (Matson, 2008), o qual conceitua a aquaponia como técnica que integra a piscicultura e a agricultura hidropônica em uma espécie de ciclo simbiótico fechado, em que os peixes servem como fábricas de fertilizante, e as plantas como purificadores de água.

Os sistemas produtivos que cultivam culturas adicionais utilizando subprodutos da produção de espécies primárias, são definidos como “sistemas integrados”. E se as culturas secundárias são plantas aquáticas ou terrestres, cultivadas em conjunto com peixes, este sistema integrado é referido como um “sistema aquapônico” (Rakocy, Masser e Losordo, 2006).

Para (Diver, 2006) um sistema aquapônico pode melhorar a eficiência de remoção de nutrientes, reduzir o uso de água e o descarte de efluentes para o ambiente e melhorar a rentabilidade através da produção simultânea de duas culturas, desde que este esteja bem manejado.

## 5. METODOLOGIA

O estudo possui natureza qualitativa, cuja peculiaridade foi entender as múltiplas dimensões que envolvem a aquaponia, a partir da perspectiva integrada das pessoas envolvidas (pesquisador e pesquisados), considerando todos os pontos de vista relevantes (Godoy, 1995).

Em relação aos objetivos, a pesquisa apresenta característica explicativa, pois preocupou-se em demonstrar a motivação para a utilização dos sistemas aquapônicos, as técnicas utilizadas no manejo e os custos, bem como suas potencialidades e limitações.

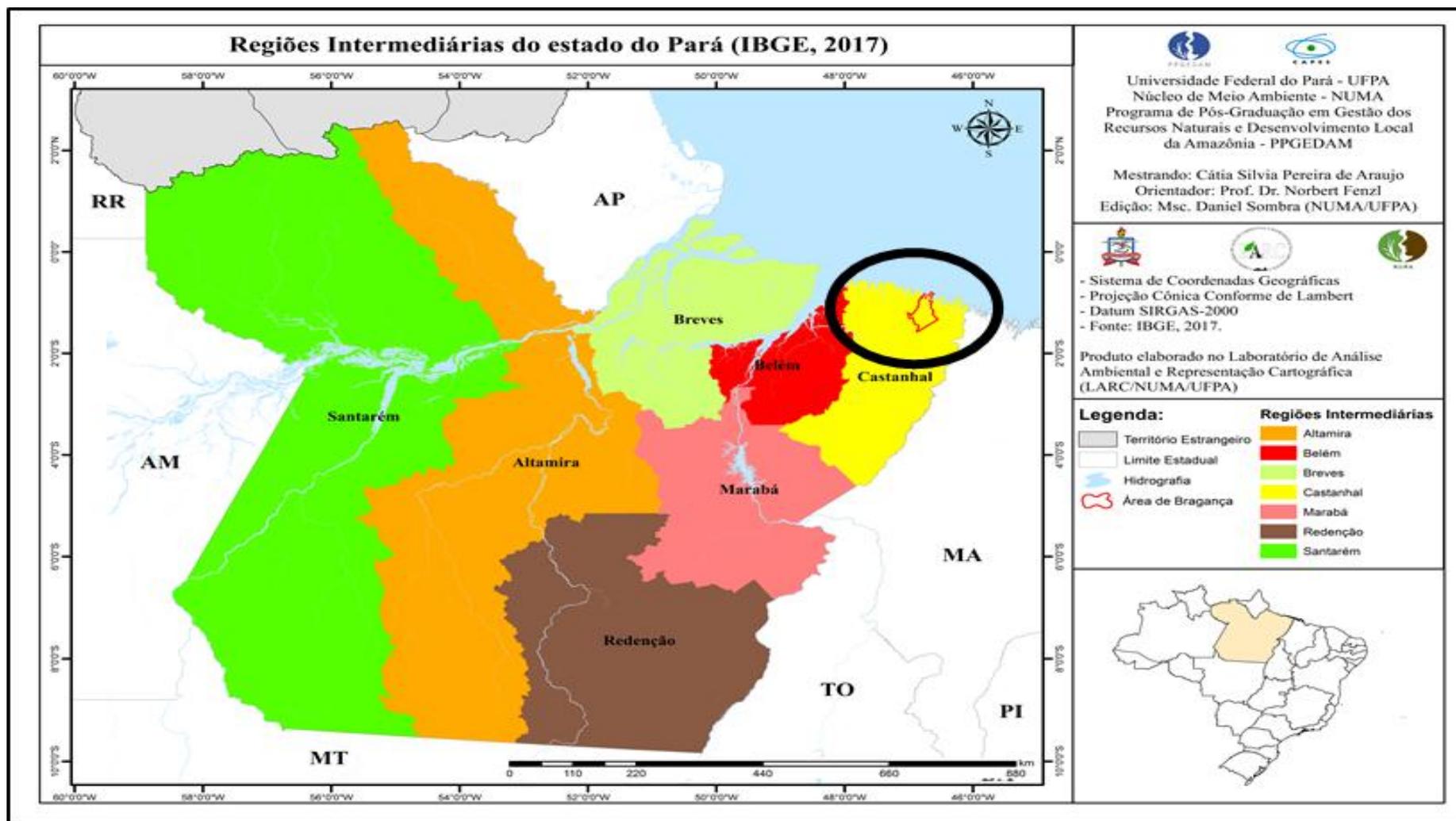
Quanto a modalidade de investigação adotou-se a pesquisa bibliográfica e a observação participante. A primeira foi fundamentada em conteúdo bibliográfico publicado em livros, revistas e redes eletrônicas, cujo objetivo foi caracterizar, analisar e demonstrar as principais referências sobre a aquaponia, assumindo um caráter teórico. A sistematização do material pesquisado foi realizado segundo a metodologia proposta por (Treinta, et al, 2011).

Neste caso, os trabalhos foram catalogados quanto à relevância em relação a quatro eixos principais: artigo, autores, periódico e tema. Foram avaliados no total 51 estudos, publicados entre 1977 a 2017. Dessa forma, conseguiu-se estruturar uma metodologia para escolher de maneira criteriosa as melhores e mais significativas publicações para este estudo.

A segunda teve por base as visitas aos sistemas aquapônicos para aplicação de questionário, visando a percepção da tecnologia. Nesta etapa para maior controle da coleta de dados foi necessário o uso de instrumento específico, um questionário semiestruturado, para realização de entrevistas nas propriedades onde os sistemas estavam instalados, contendo questionamentos sobre as espécies de peixes e vegetais cultivados, a qualidade da água e os custos de implantação e produção, bem como os possíveis ganhos relativos as culturas envolvidas.

Esta segunda etapa de trabalho foi realizado no município de Bragança. Segundo a nova divisão geográfica vigente desde 2017, o município está localizado na Região Intermediária de Castanhal, uma das 21 regiões intermediárias do Pará, e na Região Imediata de Bragança, a qual abrange os municípios de Augusto Corrêa, Santa Luzia do Pará, Bragança, Cachoeira do Piriá, Tracuateua e Viseu, conforme mostra a Figura 01 (IBGE, 2017).

Figura 01 - Mapa de Localização Geográfica da Área do Estudo.



Fonte: Laboratório de Análise Ambiental e Representação Cartográfica (LARC/NUMA/UFPA).

## 6. RESULTADOS

Este artigo será submetido para publicação na Revista Papers do NAEA (ISSN - 1516-9111). Foram respeitadas todas as normas de apresentação de artigos da revista pretendida.

### 6.1 CAPITULO 1 - CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA TECNOLOGIA AQUAPONICA: APORTE TEÓRICO PARA DEBATER OS LIMITES E AS OPORTUNIDADES

Cátia Sílvia Pereira de Araújo<sup>1</sup>  
Norbert Fenzl<sup>2</sup>  
Carlos Antônio Zarzar<sup>3</sup>

#### RESUMO

O propósito do estudo foi caracterizar a aquaponia e suas estruturas, bem como apresentar alguns conceitos fundamentais. Além, de analisar experiências publicadas sobre os sistemas aquapônicos, que atualmente tem-se mostrado como um modelo de produção alternativo frente as técnicas convencionais para o cultivo de peixes e hortaliças. O texto se inicia com um tópico apresentando as principais características e componentes de um sistema aquapônico. Em seguida, trata das questões relacionadas aos estudos realizados, apontando os resultados obtidos nas experiências em grandes, médias e pequenas escalas. O terceiro tópico focaliza nos incentivos a implementação de sistemas aquapônicos que vem sendo adotados no Brasil. Finalmente, focaliza aspectos específicos relacionados à viabilidade econômica caracteriza quais componentes são mais onerosos e apresenta ainda, breve comentários, apontando as principais vantagens e desvantagens, enfatizando aspectos relacionados a eficiência da atividade e questões relativas à sua aplicação. A metodologia consistiu na catalogação dos trabalhos quanto à relevância em relação a quatro eixos principais: artigo, autores, periódico e tema. Foram avaliados estudos, publicados entre 1977 a 2017. Como resultado constatou-se que, embora na última década o Brasil tenha investido em pesquisas sobre a aquaponia, os estudos sobre o tema, ainda, são muito escassos.

**Palavras-chave:** Aquaponia, Desenvolvimento Sustentável, Recirculação em Aquicultura, Produção Integrada.

---

<sup>1</sup> Engenheira de Pesca; Mestranda em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia-PPGEDAM;csilviaaraujo@hotmail.com

<sup>2</sup> Geólogo; Doutor em Hidrogeologia - Ciências Ambientais; Professor Titular do PPGEDAM/NUMA

<sup>3</sup> Engenheiro de Pesca; Mestre em Biometria e Estatística Aplicada; Professor do Curso de Engenharia da Aquicultura; Universidade Federal do Oeste do Pará.

## **ABSTRACT**

The purpose of the study was to characterize the aquaponic and their structures, as well as present some fundamental concepts. In addition, to analyses experiences published on aquapônicos systems, which currently has been shown as an alternative production model front standard techniques for the cultivation of fish and vegetables. The text begins with a topic showing the key features and components of aquaponics system. Then addresses the issues related to the studies carried out, pointing the results obtained in the experiments in large, medium and small scales. The third topic focuses on incentives for implementation of aquaponics systems that have been adapted in Brazil. Finally, focuses on specific aspects related to economic viability characterizes what components are more costly and presents yet, brief comments, pointing the main advantages and disadvantages, emphasizing the aspects activity and efficiency issues related to your application. The methodology consisted in the cataloguing of works about the relevance in relation to four main axes: article, authors, periodical and theme. Studies were evaluated, published between 1977 to 2017. As results, it was found that, although in the last decade the Brazil has invested in research on aquaponia, studies on the topic, yet, are very scarce.

**Keywords:** Aquaponics, Sustainable Development, Aquaculture Recirculation, Integrated Production.

### 6.1.1 INTRODUÇÃO

Diversos estudos têm demonstrado a inexorável perda de ativos ambientais, de modo particular os recursos hídricos. Como consequência dessas perdas destacam-se: a redução de vazão e eutrofização dos rios, a crescente salinização, bem como a poluição de aquíferos importantes. Segundo, Pinto-Coelho e Havens (2015), esses índices negativos sinalizam, a existência de uma crise ambiental que vem afetando toda a biosfera e suas águas.

A aquicultura, assim como grande parte das atividades agropecuárias, tem enfrentado sérios problemas, principalmente, aqueles de ordem ambiental, por demandar alto consumo de água e uso de extensas porções de terras. Em alguns casos a coexistência de baixa tecnologia nos empreendimentos, aliada a práticas deficientes no manejo geram efluentes tóxicos que podem apresentar altas concentrações de nitrogenados e compostos fosforados (Hu et al., 2015).

Segundo, Rakocy, Masser e Losordo (2006), os sistemas produtivos que cultivam culturas adicionais utilizando subprodutos da produção de espécies primárias, são definidos como “sistemas integrados”. E se as culturas secundárias são plantas aquáticas ou terrestres, cultivadas em conjunto com peixes, este sistema integrado é referido como um “sistema aquapônico”.

Para, Matson (2008) a aquaponia é uma técnica que integra a piscicultura e a agricultura hidropônica em uma espécie de ciclo simbiótico fechado, os peixes servem como fábricas de fertilizante, e as plantas como purificadores de água. Assim, os sistemas aquapônicos, principalmente, os de pequena escala propiciam ganhos sociais, ambientais e econômicos (Rakocy, 2012).

Nesse cenário, a tecnologia de produção integrada vale-se de conceitos agroecológicos que apontam em direção a uma agricultura de base sustentável, onde a preservação do solo, dos recursos hídricos e a garantia de segurança alimentar são critérios para a sustentabilidade do sistema (Araújo, 2015).

Diversos estudos, especialmente em países como México, Canadá, Arábia Saudita e Estados Unidos, avaliaram aspectos positivos e negativos dos sistemas aquapônicos com diferentes peixes e plantas. Com a evidente necessidade de otimizar os espaços produtivos e resguardar recursos naturais.

No Brasil, as pesquisas sobre aquaponia, ainda, são embrionárias tornando-se necessário o desenvolvimento de estudos que definam e estabeleçam alguns coeficientes básicos, para que o sistema seja desenvolvido e se transforme em um

produto a ser oferecido aos pequenos, médios e grandes produtores rurais (Silva, 2013).

Neste contexto, o propósito deste estudo é caracterizar a aquaponia e suas estruturas, bem como apresentar alguns conceitos fundamentais. Além disso, descreve e analisa experiências publicadas sobre os sistemas, que atualmente tem-se mostrado como um modelo de produção alternativo frente as técnicas convencionais no cultivo de peixes e hortaliças, de forma menos agressiva ao meio ambiente e a saúde humana, especialmente, pelo uso e aproveitamento dos recursos naturais, além da não utilização de agrotóxicos nos tratamentos culturais.

Trata-se, de uma revisão bibliográfica sobre a aquaponia, cuja tecnologia, ainda se encontra em fase de consolidação. O texto se inicia com um tópico apresentando as principais características e componentes de um sistema aquapônico. Em seguida, trata das questões relacionadas aos estudos realizados em nível mundial e nacional, apontando os resultados obtidos nas experiências em grandes, médias e pequenas escalas.

O terceiro tópico focaliza nos incentivos a implementação de sistemas aquapônicos que vem sendo adotados no Brasil, tanto por instituições públicas, especialmente, aquelas ligadas a inovação tecnológica e desenvolvimento, como por pequenos agricultores.

Posteriormente, o texto focaliza aspectos específicos relacionados à viabilidade econômica caracterizando quais componentes são mais onerosos tanto na implantação, quanto nos custos de produção. Finalmente, são feitos breves comentários apontando as principais vantagens e desvantagens, enfatizando aspectos relacionados a eficiência da atividade e questões relativas à sua aplicação.

### **6.1.2 Procedimentos Metodológicos**

A pesquisa desenvolveu-se com fins de alcançar o objetivo proposto a partir do conhecimento do processo pertinente a implantação e o funcionamento de sistemas aquapônicos no contexto social e ambiental buscando compreender, sobretudo, suas potencialidades e limitações.

A abordagem metodológica do presente estudo caracteriza-se como pesquisa exploratória descritiva com a adoção de técnicas qualitativas. O conteúdo bibliográfico foi conhecido e analisado de forma sistemática com base em material publicado em livros, periódicos e redes eletrônicas aqui identificados como fontes

primárias e secundárias da investigação. O período de realização da pesquisa sobre o tema foi entre agosto de 2017 e outubro de 2018.

Para o desenvolvimento deste artigo foi utilizada, a estratégia de coleta de dados, a partir da revisão bibliográfica acerca do tema. Na qual foi possível identificar tendências, recorrências, lacunas, potencialidades e limitações no campo do conteúdo investigado, a partir da literatura consultada. Para catalogação dos dados e obtenção dos resultados foram seguidas as seguintes etapas:

**1ª etapa)** Buscou-se ativamente publicações nacionais e internacionais relacionadas a esta área do conhecimento. Nessa perspectiva, foram pesquisadas quatro palavras-chave: aquaponia, desenvolvimento sustentável, recirculação em aquicultura, produção integrada.

Nesta etapa, adotou-se como critério de seleção, a metodologia proposta por (Treinta et al 2011), na qual os trabalhos foram avaliados quanto à relevância em relação a quatro eixos principais: artigo, autores, periódico e tema. Avaliados em meio acadêmico no período de 1977 a 2017, cujos critérios estão descritos na Tabela 01.

**Tabela 02 - Eixos de Avaliação da Relevância do Material Pesquisado.**

Eixo Temático	Objetivo
Artigo	Analisar a relevância e qualidade do artigo e identificar o quanto este é referenciado na comunidade acadêmica, em síntese, verificar se tal publicação é referência para embasamento de outros autores e publicações.
Autores	Identificar a relevância dos autores do artigo, ou seja, avaliar o quanto a publicação de determinado autor é representativa e o quanto são referências no ambiente acadêmico.
Jornal	Identificar a relevância e excelência do jornal em que o material foi publicado.
Tema	Identificar a relevância do artigo para cada pesquisa especificamente. Para isso, avaliou-se através dos resumos e palavras-chave dos artigos, o alinhamento aos objetivos e tema desta pesquisa.

Fonte: (Treinta et al 2011)

Neste primeiro momento, identificou-se as seguintes publicações que atenderam aos critérios de seleção (Bernstein, 2011; Carneiro et al, 2015; Corso, 2010; Diver, 2006; Hundley, 2013; Matson, 2008; Naegel, 1977; Rakocy et al, 2000; Somerville et al, 2014; Pinheiro et al, 2017).

Após a leitura dos documentos, as citações utilizadas pelos pesquisadores foram catalogados por assunto. A identificação dos autores citados nas pesquisas

propiciou a definição da bibliografia a ser consultada, constituindo-se na amostra da pesquisa.

**2ª etapa)** A partir das referências bibliográficas elaborou-se uma lista de artigos sobre o tema, o qual foram adquiridos via COMUT (ibict). Posteriormente, foram selecionados segundo sua importância para a ciência dado o fator de impacto da publicação, quantidades de vezes que foi referenciado, além de consultar especialistas da área. Dessa forma, conseguiu-se estruturar uma metodologia para escolher de maneira criteriosa as melhores e mais significativas publicações para este estudo.

**3ª etapa)** Esta fase consistiu em realizar a leitura, tradução e fichamento do material encontrado, ordenando-se as informações coletadas a respeito do tema Aquaponia. Tal procedimento contribuiu para a materialização do estudo, além de atender aos objetivos de apresentar alguns conceitos fundamentais, as principais características e componentes de um sistema aquapônico, aspectos relacionados à viabilidade econômica, as principais vantagens e desvantagens, a eficiência e a aplicação da tecnologia.

### **6.1.3 Apresentação dos Resultados e Discussão**

#### **6.1.3.1 Funcionamento do Sistema Aquapônico**

A aquaponia constitui-se de três elementos com ciclo e necessidades nutricionais distintas (peixes, plantas e bactérias), portanto, é fundamental o conhecimento das necessidades de cada um deles para que as variáveis de qualidade da água, principalmente o pH, seja mantido numa faixa que atenda a todos satisfatoriamente.

Todos os sistemas aquapônicos, compartilham vários componentes comuns e essenciais, incluindo tanques de peixes, filtro mecânico e biofiltro, ambiente de cultivo de vegetais e bombas.

Carneiro e colaboradores, apontam que o ambiente de criação dos peixes dentro de um sistema aquapônico, constituído por um ou vários tanques, nos mais diversos formatos e volumes, podendo ser feitos de vários tipos de materiais, representam até 20% do custo total de uma unidade aquapônica (Carneiro et. al, 2015).

Segundo esses autores a velocidade da água dentro do tanque não pode ser tão rápida, pois exigirá elevado esforço natatório dos peixes e, conseqüentemente,

causará prejuízos ao seu crescimento e bem estar. Contudo, a velocidade da água deve auxiliar a retirada dos resíduos produzidos pelos peixes, evitando o acúmulo dentro do tanque.

A taxa de renovação relaciona-se diretamente à densidade de estocagem. O mais indicado para densidades até  $10\text{kg/m}^3$  (dez quilos por metro cúbico) é de renovação de pelo menos metade do volume do tanque em uma hora. Para densidades superiores, o indicado é uma renovação completa por hora.

Em sistemas aquapônicos com baixa biomassa de peixes são gerados poucos resíduos sólidos, os quais são capturados e degradados dentro do próprio filtro biológico. Em densidades superiores a  $10\text{kg/m}^3$  (dez quilos por metro cúbico), torna-se fundamental o uso de filtros que permitam a retirada constante dos resíduos sólidos (Carneiro et. al, 2015).

Os filtros mais eficientes são aqueles com fundo cônico, onde os resíduos se sedimentam e podem ser retirados, por meio de uma válvula instalada na sua base. Já os resíduos em suspensão, necessitam da instalação de telas para serem retirados do sistema. Esses equipamentos necessitam de vistorias e limpeza periodicamente.

Diversos estudos mostraram que os nutrientes e os resíduos presentes na água residual dos peixes, são potencialmente absorvidos por plantas, em sistemas hidropônicos (Naegel, 1977; Waten e Busch, 1984; Trang e Brix, 2014), utilizando um recipiente com areia/cascalho/agregado (Lewis et al., 1978; McMurtry et al., 1993; Lennard e Leonard, 2004) ou um recipiente onde bandejas flutuam na água (Al- Hafedh et al., 2008).

As camas com substrato para plantas acabam servindo como biofiltro para a colonização de bactérias nitrificantes, responsáveis pela transformação de formas tóxicas de nitrogênio como a amônia ( $\text{NH}_3$ ) e o nitrito ( $\text{NO}_2$ ), para a forma de nitrogênio em nitrato ( $\text{NO}_3$ ), menos tóxico para os peixes e mais assimilável pelas plantas para o seu crescimento (Bernstein, 2011).

A utilização de espécies nativas, em sistema de aquaponia, tem sido pouco estudada no Brasil. A tilápia é a espécie mais cultivada em pisciculturas brasileiras, e são também os peixes mais utilizados no desenvolvimento da tecnologia de aquaponia a nível nacional e mundial.

O tambaqui, *Colossoma macropomum*, é uma espécie nativa da Amazônia (Gomes et al., 2005), que apresenta grande tolerância a altas densidades de

estocagem e manejos frequentes, além da facilidade de obter alevinos na região e por ser uma espécie reofílica de grande rusticidade e bastante resistente baixos níveis de oxigênio dissolvidos na água (Araújo-Lima e Goulding, 1998; Baldisserotto, 2002).

Quanto a seleção das espécies de plantas a serem cultivadas em sistemas de aquaponia deve-se ter como base, a finalidade da produção, seja para fins comerciais ou familiar. Após estas definições será possível desenhar o sistema de aquaponia para produzir praticamente qualquer vegetal de pequeno e médio porte.

Espécies e variedades vegetais adaptadas a hidroponia são recomendadas para a aquaponia, pois são tolerantes a grande quantidade de água em suas raízes, variações nas concentrações de nutrientes no sistema, sem apresentar sintomas de deficiência nutricional, com crescimento ótimo entre o pH de 5,8 e 6,2 (Rakocy, 2007).

Entre eles, destacam-se: alface, manjeriço (*Ocimum basilicum*), agrião, repolho (*Brassica oleracea* var), rúcula (*Eruca sativa*), morango (*Fragaria vesca*), pimenta (*Capsicum spp*), tomate (*Solanum lycopersicum*) e pepino (*Cucumis sativus*). (Braz-Filho, 2000, Pantanella, 2010, Tyson, 2007, Jones, 2002, Rakocy, 2007, Garcia-Ulloa, 2005; Ronzón-Ortega e Pérez-Rostro, 2012).

Quanto a proporção planta/peixes, a quantidade de plantas está diretamente ligada à densidade de peixes estocada no sistema, cuja biomassa é um limitante a quantidade de nutrientes disponíveis para as plantas.

A literatura disponível sugere três métodos para mensurar as proporções entre viveiro de peixes e a parte hidropônica. O primeiro método varia, conforme a proporção de  $1\text{m}^3:1\text{m}^2$  podendo chegar até  $1\text{m}^3:4\text{m}^2$  no que tange ao volume de água do viveiro de peixes e da parte vegetal (Diver, 2006).

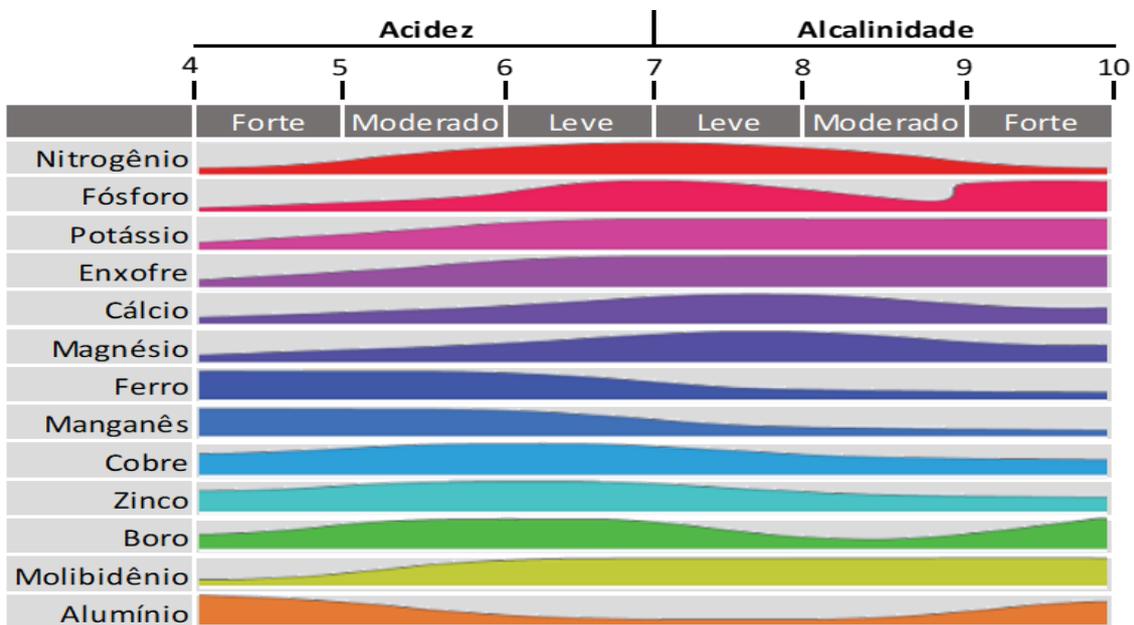
Outra forma de quantificar a proporção de peixes e plantas é baseada na quantidade de ração ofertada diariamente aos peixes, na proporção de 60g a 100g gramas de ração de peixe por dia para cada metro de canteiro de hidroponia (Rakocy, 2006). O terceiro método é a proporção de 1kg de peixe para cada 7kg de plantas (Wilson, 2005).

Plantas cultivadas em aquaponia necessitam em geral de oxigênio, hidrogênio e carbono, disponíveis na água e na atmosfera; nitrogênio, disponível também na atmosfera, mas de limitada absorção pelos vegetais superiores, potássio, cálcio,

magnésio, fósforo, e enxofre (Macronutrientes); e cloro, ferro, molibdênio, manganês, boro, zinco, cobre (Micronutrientes).

O pH exerce influência na absorção dos nutrientes, mesmo estando disponíveis na água. Nutrientes como ferro, manganês, boro, zinco e cobre, decrescem drasticamente sua disponibilidade em níveis de pH superiores a 7,0. Fósforo, magnésio, cálcio e molibdênio decrescem em solubilidade em níveis de pH inferiores a 6,0 (Ferri, 1979), conforme mostra a Figura 01.

**Figura 01 - Disponibilidade de Nutrientes para Plantas, em Diferentes pH.**



Fonte: (Somerville, 2014).

As bactérias nitrificantes dos gêneros *nitrossomonas* e *nitrobarcters*, de ocorrência natural e responsáveis pela nitrificação do amoníaco, são predominantemente aeróbicas e têm como pH ótimo no intervalo entre 7,0 e 8,0, tendo sua atividade reduzida à medida que o pH se afasta da neutralidade.

O ambiente das bactérias nitrificantes carece constantemente de aeração, de pH perto da neutralidade, de temperaturas entre 20 e 28° C, alcalinidade ótima mínima de 100 mg/L e superfície de fixação, para realizar seu papel na nitrificação. Assim, recomenda-se o acompanhamento periódico da qualidade da água (Braz, 2000).

Segundo (Hudley, 2013), os desenhos de um sistema de aquaponia podem variar muito, porém são necessários a realização de três processos

complementares, o cultivo dos peixes no viveiro (onde há a entrada de nutrientes), a nitrificação das formas do nitrogênio em filtros biológicos e camas de hidroponia e a absorção de nutrientes pela parcela vegetal do sistema.

Na parte hidropônica do sistema (ambiente de cultivo de vegetais), diversos substratos são utilizados para o cultivo de vegetais em aquaponia (Figura, 02), cada um com suas peculiaridades e variações, vantagens e desvantagens (Thorarinsdottir, 2015). Neste sentido, serão apresentados uma síntese de quatro tipos, mais comumente utilizados.

**Figura 02 - Ambientes de Cultivo de Vegetais.**



Fonte: (Carneiro et al 2015).

- Ambiente de cultivo em cascalho (*Media-filled bed, gravel bed*): esse é o ambiente que possui o maior número de adeptos da aquaponia em função de sua praticidade e funcionalidade. Nesse ambiente, é necessário o uso de substrato com alta relação superfície/volume, como pedra brita, seixos de leito de rio, argila expandida, entre outros.

Neste tipo de substrato a água do tanque de criação dos peixes é bombeada para o substrato de cultivo dos vegetais e seu retorno é feito por gravidade através de um sifão do tipo sino que permite o enchimento e o esvaziamento cíclico desse ambiente.

Essa característica garante a oxigenação constante e homogênea, tanto das raízes das plantas quanto das colônias de bactérias. Tanque de criação de peixes com essas particularidades, normalmente pode conter entre 20 a 25 tambaquis com peso individual variando entre 50g e 1.000g (densidade entre 6 kg/m<sup>3</sup> e 8 kg/m<sup>3</sup>).

- Ambiente flutuante (*Deep Water Culture – DWC*): a opção pelo ambiente flutuante normalmente é utilizada em sistema de aquaponia de média ou grande escala. Esse ambiente é caracterizado por conter grande volume de água, conferindo maior estabilidade aos parâmetros físico-químicos como a temperatura e o pH.

O ambiente flutuante, em geral, apresenta canais longos, estreitos e com baixa profundidade, são utilizados para a produção de folhosas (alface, rúcula, ervas aromáticas etc). As plantas são apoiadas em placas de poliestireno perfuradas, com aberturas que variam com as necessidades de crescimento de cada espécie.

Em sistemas de produção em larga escala, é grande a superfície disponível para o desenvolvimento de bactérias neste ambiente, não havendo a necessidade de instalação de um filtro biológico à parte.

Por outro lado, a filtragem de sólidos da água que sai do tanque de criação dos peixes deve ser muito eficiente para evitar acúmulo de matéria orgânica nos canais, o que diminuiria a eficiência do processo de nitrificação e elevaria os custos de mão de obra para sua remoção.

- Ambiente de cultivo em canaletas (*Nutrient Film Technique-NFT*): o ambiente de canaletas é o método mais utilizado, em nível mundial, na produção de vegetais hidropônicos. Nesse caso, as raízes das plantas são acomodadas em canaletas onde a solução nutritiva circula de forma intermitente.

Nesse sistema, várias canaletas, construídas a partir de tubos de PVC, são dispostas, paralelamente, com desnível entre 8% e 12% para permitir a passagem da água por gravidade. A água que sai do tanque de criação dos peixes passa por um sistema de filtragem de sólidos para evitar que partículas sejam depositadas nas raízes das plantas evitando problemas com sua nutrição e oxigenação.

- Ambiente de cultivo em areia (*Wicking Bed*): dentre os ambientes de cultivo apresentados, este é o menos utilizado, porém não deixa de ter sua importância. Trata-se de um ambiente que tem a areia, ou o pó de coco, como substrato de crescimento dos vegetais.

A água entra nesse ambiente pela parte inferior (na base) através de canos de PVC perfurados que, com auxílio de um dreno, mantém uma lâmina d'água de aproximadamente 5 cm de altura. Por capilaridade, essa água sobe pela areia até 20 cm até a superfície, levando os nutrientes necessários para os vegetais.

Cabe mencionar que este ambiente é muito propício para o cultivo de raízes como cenoura, beterraba, rabanete, cebola, entre outras, assim como, adequado para a formação de mudas de alface, tomate e outras plantas que podem ser cultivadas posteriormente nos ambientes descritos acima.

#### 6.1.3.2 Estudos Realizados em Aquaponia no Brasil e no Mundo

Ao agregar a produção de peixes a produção de vegetais aumenta-se a produtividade e o leque de produtos comercializáveis, sem aumentar o consumo de água. Além disso, evita-se o despejo do efluente da aquicultura em corpos d'água, pois este serve como fertilizante, livre de agrotóxico, para a planta cultivada (Mariscal-Lagarda et al., 2012).

Segundo, Rakocy e colaboradores (2004) ao realizarem estudos sobre tilápia e manjerição para determinar se era melhor produzir os vegetais em lotes (lotes: plantas em estágios de crescimento iguais) ou de forma escalonada (escalonada: plantas em estágios de crescimento diferentes) obtiveram como resultado a produção de 4,37 toneladas de tilápia por ano em qualquer um dos métodos utilizados.

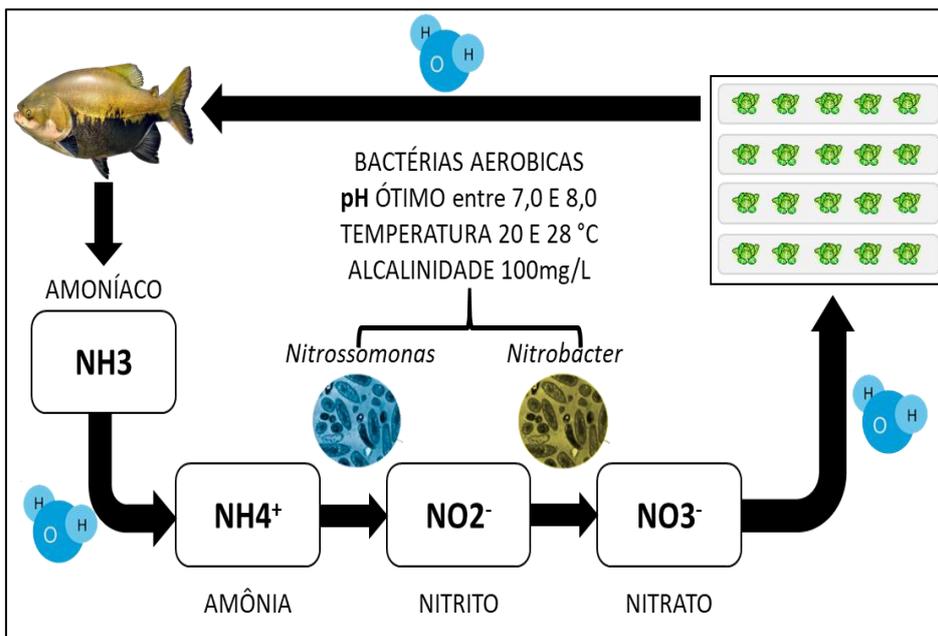
No estudo, o cultivo de peixes foi integrado a uma cama hidropônica de 500m<sup>2</sup>, o rendimento de manjerição foi de 2,0 e 1,8 kg/m<sup>2</sup> para lotes e escalonada, respectivamente. A densidade estudada foi de 0,6 kg/m<sup>2</sup> de plantas. As deficiências nutricionais foram comuns em cultivos de lote, devido aos diferentes níveis de alimentação fornecidos aos peixes em cada método.

Quando os peixes foram alimentados até a saciedade, a taxa de alimentação relacionada com a área de produção das plantas no sistema em lote foi 81,4 g/dia/m<sup>2</sup>, enquanto que no sistema escalonado foi 99,6 g/dia/m<sup>2</sup>.

Rakocy, e colaboradores (2006), ainda demonstraram que a troca de água em sistemas aquapônicos fechados é de apenas 2%, e os nutrientes dissolvidos provenientes do metabolismo dos peixes se acumulam em concentrações semelhantes às soluções nutritivas do sistema hidropônico e o processo simbiótico no sistema.

Os peixes excretam amônia para a água através de suas brânquias. As bactérias Nitrossomonas transformam amônia em nitrito e em seguida reduzem em nitrato, conforme mostra a Figura 03. Os compostos excretados pelos peixes, em concentrações elevadas são tóxicos, mas o nitrato é menos inofensivo e é a forma ideal de nitrogênio orgânico para o crescimento das plantas superiores, especialmente, os vegetais com frutos.

**Figura 03 – Processo Simbiótico.**



Fonte: (Araújo, 2018).

Criveleni, Borin, Silva (2009) observaram, em sistema aquapônico, níveis relevantes de crescimento de tilápias e com baixa mortalidade (2,7%), além de melhor característica do vegetal (alface) pela absorção do nitrato, com uso de bactérias nitrificantes e biofiltro.

Estudo realizado por Corso (2010), confrontou dois sistemas, um com recirculação e um sem recirculação de efluente de tilápia-do-Nilo, neste estudo o autor constatou que o sistema de recirculação foi eficiente promoveu grande economia de água (72,5% menos água), diminuiu a liberação de efluentes (menor impacto ambiental) e o desempenho zootécnico foi o mesmo nos dois tipos de sistema.

Morris, Alvariño e Duran (2011) testaram duas densidades de peixe em um sistema de recirculação de aquaponia composto por tilápia e morango. O objetivo principal do estudo era avaliar em que medida o efluente gerado pelos peixes não atendia às exigências nutricionais do morango.

Como resultado, constataram que os íons mais abundantes (nitrato, cálcio, fosfato e potássio) estavam em quantidade suficiente na densidade de 2kg peixe/m<sup>3</sup>. Neste caso, os autores verificaram que é possível manter uma pequena criação de peixe para reduzir os custos de uma solução hidropônica suplementar para morangos.

Ao avaliarem um sistema de aquaponia com camarão e tomate, Mariscal-Lagarda e colaboradores (2012), verificaram a economia de nutrientes (nitrogênio, fósforo, oxigênio, amônia, nitrito e nitrato) para o cultivo de tomate, e a redução ou eliminação do impacto do efluente na criação de camarão.

No estudo, desenvolvido na região Mexicana, foram utilizados 2,1m<sup>3</sup> de água por quilo de camarão e tomates, enquanto que em sistemas tradicionais de cultivo de camarão no México, o consumo de água era de aproximadamente 67m<sup>3</sup> a 113m<sup>3</sup>.

Quanto aos estudos sobre a proporção de plantas e peixes o Instituto de Pesquisa em Recursos Naturais e Meio Ambiente (IPRNMA) da Arábia Saudita, desenvolveu um sistema com tilápia em sistema de aquaponia com objetivo equilibrar os nutrientes dentro do sistema. Os resultados mostraram uma proporção de 56 g/dia/m<sup>2</sup> de ração, por área de crescimento para as plantas em sistema flutuante (Al-Hafedh; Alam; Beltagi, 2008).

No Brasil (Araújo, 2015) ao analisar diferentes taxas de densidade e alimentação de peixe nativo, constatou que é possível cultivar o jundiá (*Rhamdia quelen*) em sistema de aquaponia. O estudo incluiu diferentes projeções para cada m<sup>2</sup> (21, 36 e 54g) de ração dia/m<sup>2</sup> de área de tomate-cereja (*Solanum lycopersicum var. cerasiforme*). Os resultados foram satisfatórios para o jundiá e o tomate-cereja, respectivamente.

Pinheiro e colaboradores (2017) ao avaliar o cultivo integrado de halófitas e do camarão branco do Pacífico em sistema aquapônico com bioflocos, no estado de Santa Catarina, Sul do Brasil, obteve como resultado uma produtividade de 8kg/m<sup>2</sup> de plantas, o peso médio final das plantas era de 85g e o ganho de biomassa em cada unidade aquapônica foi de 3,1kg, em 73 dias de cultivo.

No tocante aos estudos realizados com espécies nativas em sistema aquapônico, a escassa literatura sobre o assunto demonstra a falta de utilização dessas espécies em sistemas de aquaponia, seja no Brasil ou no mundo.

Contudo, Ibrahim e colaboradores (2015) realizaram um estudo feito com juvenis de tambaqui que avaliaram o uso da espécie em sistemas de aquaponia. O sistema estudado era composto de 600 juvenis de tambaqui (1,28g), distribuídos em 12 caixas d'água, com capacidade de 1m<sup>3</sup> cada.

A densidade de estocagem dos tanques era de 40 e 60 peixes/m<sup>3</sup>. Os peixes foram mantidos durante 60 dias, sem substituição de água e sem aeração. A parte hidropônica era composta por 12 bandejas com capacidade de 36L cada, para onde foram transplantadas gramíneas dos tipos quicuio (*Urochloa humidicola*), Tifton 85 (*Cynodon lemfluensis*), MULATO II (*Urochloa híbrida*), Marandu (*Urochloa brizantha*).

Os resultados revelaram que nas condições em que os peixes foram submetidos (sem aeração e substituição da água) não houveram diferenças significativas nos parâmetros de qualidade da água, exceto, o pH que apresentou ligeira alcalinidade nas menores densidades.

Quanto ao desempenho zootécnico dos peixes, as menores densidades (40 peixe/m<sup>3</sup>) apresentaram maior taxa de sobrevivência e melhor conversão alimentar ( $p < 0,05$ ). Em relação ao cultivo de gramíneas o resultado do estudo mostrou que não houve diferença estatística ( $p > 0,05$ ) para altura final de hastes, massa verde e massa seca das forrageiras.

Além dos estudos técnicos demonstrados acima, Marques (2009) executou um projeto social de aproveitamento dos resíduos da dessalinização no cultivo de microalgas (spirulina) e seus derivados que foi implantado em São João do Cariri, semiárido brasileiro.

Esse projeto consistia em um sistema aquapônico (cultivo de tilápia e hortaliças) conectado a estação de dessalinização, cuja certificação, como Tecnologia Social (TS), foi concedida pela Fundação Banco do Brasil (FBB) em 2009. O alcance dos resultados foi avaliado sob aspectos socioeconômicos e ambientais.

Quanto as contribuições do projeto à comunidade, a autora relata que as principais foram:

1. Implantação de infraestrutura de negócio baseado em um sistema produtivo integrado e autogestionário;
2. Melhora da autoestima e estímulo de lideranças locais;
3. Assimilação de tecnologias de produção integrada de valor agregado com estímulo à formação de novos negócios e oportunidades de trabalho e renda;
4. Equilíbrio ambiental, a partir da destinação adequada do volume de resíduo gerado pelo processo de dessalinização;
5. Redução da incidência de doenças causadas pela ingestão de água contaminada;
6. Melhoria da qualidade alimentar com a introdução de verduras e peixes;
7. Criação de um modelo viável para inclusão social e sustentável para geração de água potável.

Embora, seja uma tecnologia milenar, somente na última década, as pesquisas com aquaponia, começaram a apresentar resultados (Lennard; Leonard, 2004; Rakocy et al., 2006; Tyson, et al. 2008; Endut et al., 2010; Roosta; Love et al., 2014; Goddek et al., 2015).

Carneiro e colaboradores (2015), relatam que em diversas partes do mundo, incluindo o Brasil, ocorreu nas últimas décadas um crescente interesse por esse processo de produção, seja para fins comerciais ou para fins residenciais. O que poderá indicar aumento de demanda por este tipo de produção “ambientalmente amigável”.

#### 6.1.3.3 Incentivos ao Desenvolvimento da Aquaponia

No Brasil, as políticas públicas nacionais resultaram em arranjos que privilegiam: a geração de renda, a democratização do acesso à terra, a superação da pobreza rural e o reconhecimento de direitos por parte de populações, historicamente invisíveis, cujas estratégias impulsionou o desenvolvimento e o fortalecimento da agricultura e da produção familiar (MDA/Condraf, 2013).

Diante da importância socioambiental da aquicultura como alternativa ao extrativismo de espécies aquáticas cujos estoques vêm sendo esgotados, a atividade foi considerada, na década de 1990, como o futuro mundial na produção

de alimentos. Entretanto, como qualquer prática de produção agrícola ou pecuária, essa atividade gera impactos ao meio ambiente.

Neste sentido, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicou, a Resolução nº 413, de 26 de junho de 2009 (anexo), com as normas e critérios para o licenciamento ambiental da aquicultura, a qual dispensa a obrigatoriedade do licenciamento para empreendimentos qualificados como pequeno porte e que não sejam potencialmente causadores de significativa degradação do meio ambiente.

Atualmente, o maior incentivo à produção aquapônica se materializa no Projeto de Lei nº 10456, de 20 de junho de 2018 (anexo), cujo teor incentiva a aquaponia, com vistas ao uso integrado e sustentável dos recursos hídricos na aquicultura e na agricultura para a produção e a comercialização de produtos aquícolas e agrícolas. Em tramitação na Coordenação de Comissão Permanentes (CPP).

Embora, seja pouco conhecida no Brasil, a aquaponia demonstra forte evidencia de que esse panorama possa se reverter nos próximos anos, especialmente, pelo crescente número de adeptos. Dessa forma, é fundamental que, as relações existentes entre aquicultura e ambiente possam ser mantidas com base no desenvolvimento local sustentável.

#### 6.1.3.4 Viabilidade Econômica em Aquaponia

Apesar do mercado para produtos oriundos da atividade aquapônica ser promissor, recomenda-se uma análise da atividade do ponto de vista financeiro para possibilitar: (I) a comparação com atividades que realizam o cultivo dos mesmos produtos e; (II) a mensuração da viabilidade de investimento.

Para tanto, evidenciou-se neste tópico os estudos sobre os custos de investimento da aquaponia. Segundo (Rakocy et al. 2000) os sistemas de aquaponia demandam um considerável investimento inicial, uma vez que há necessidade de investimento em tanques, bomba d'água, aerador, tubulações e/ou placas flutuantes.

Em relação a viabilidade comercial, em Alberta, Canadá, (Savidov Hutchings, Rakocy, 2005) avaliaram a viabilidade comercial de um sistema de aquaponia desenvolvido com tilápias, pepinos e tomates. Os rendimentos de tomates atingiram 20,7 kg/planta/ano e 33,4 kg/planta/ano de pepino.

Esses valores ultrapassaram os rendimentos médios produzidos em sistemas hidropônicos comerciais na mesma área geográfica (América do Norte), que era

16,8 kg/planta/ano e 28,1 kg/planta/ano de tomates e pepinos, respectivamente. No estudo, a conversão alimentar foi 1,3 e os peixes foram cultivados até o peso de 400 gramas.

Kodama, (2015) avaliou a viabilidade de um sistema aquapônico comercial composto por tilápias e manjericão, sendo este último comercializado na forma de molho “pesto” (manjericão, azeite de oliva, alho, castanhas do brasil, mel e sal). Neste estudo, a produção de peixes foi 58,30% maior que a produção de plantas.

O custo inicial total foi de R\$ 63.985,84, sendo que mais de 60% do custo foi com a aquisição de terra. Outros investimentos, tais como: tanque de peixes, calhas de hidroponia e bomba de água representaram separadamente participação menor que 10%. Conforme mostra a Tabela 02.

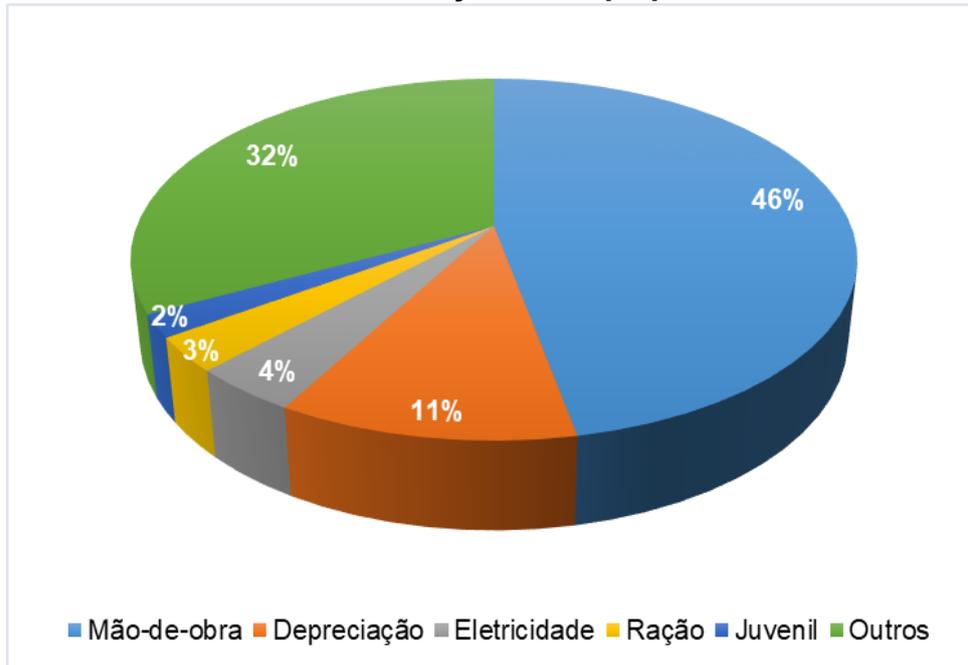
**Tabela 03 - Composição dos Custos de Investimento por Categoria.**

<b>Categoria</b>	<b>Valor do Investimento subtotal (R\$)</b>	<b>Porcentagem do total de Investimento (%)</b>
Terreno	39.750,00	62,12
Calha de Hidroponia	6.241,07	9,75
Tanque de Peixe	5.029,70	7,86
Estufa	4.145,36	6,48
Sistema de Bombeamento	3.330,55	5,21
Filtro Alagado	2.878,14	4,50
Sistema de Tubulação	1.558,53	2,44
Sistema da Aeração	761,57	1,19
Filtro de Nível Variável	290,91	0,45
<b>Total Geral</b>	<b>63.985,84</b>	<b>100</b>

Fonte: (Kodama, 2015).

O maior custo no processo de produção deste sistema aquapônico foi a mão de obra com 46%, Gráfico 01. Com os resultados obtidos com o empreendimento estudado, o autor concluiu que era economicamente viável e que a taxa interna de retorno (TIR) superou em 600% a expectativa de crescimento estipulado pelo estudo que era de 6% ao ano.

**Gráfico 01 - Custos de Produção em Aquaponia.**

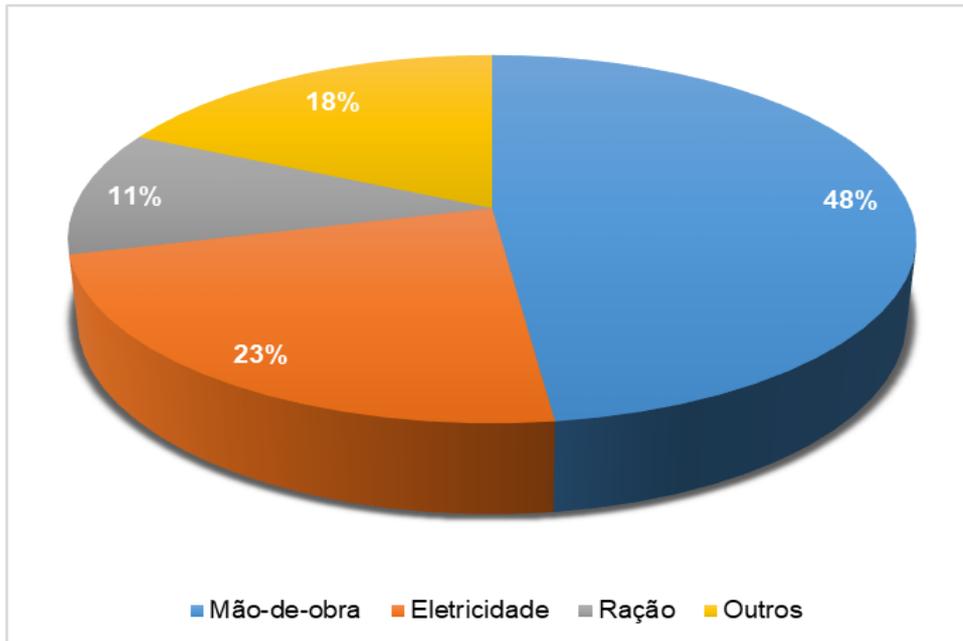


Fonte: (Kodama, 2015).

Estudo realizado por (Tokunaga et al. 2015), numa fazenda aquapônica localizada em Honolulu, Hawaii, EUA, composto por 4 sistemas de aquaponia. Cada tanque de peixe possuía volume equivalente a 18,93m<sup>3</sup>, com capacidade total de 75,72m<sup>3</sup>; 8 canais hidropônico de 35,47m<sup>2</sup>, totalizando 1.142m<sup>2</sup> de área total cultivável.

Demonstrou que o valor total de investimento inicial foi elevado U\$217.078. Desse total U\$173.6161 (80%) foi destinado para o funcionamento da parte hidropônica. Os autores demonstraram, ainda, que ao considerar os sistemas em conjunto, os custos mais altos ficam na ordem de mão de obra, eletricidade e ração, 48%, 23% e 11%, respectivamente, Gráfico 02 (Tokunaga et al., 2015).

Isso evidencia que, em sistema de aquaponia, o custo com a ração é proporcionalmente menor comparado ao sistema de piscicultura que o insumo representa de 40% a 50% do custo total.

**Gráfico 02 - Composição do Custo Operacional da Aquaponia.**

Fonte: (Tokunaga et al., 2015)

#### 6.1.3.5 Vantagens e Desvantagem em Aquaponia

Dentre as tecnologias produtivas “ecoficientes” desenvolvidas nas últimas décadas, a aquaponia, apesar das limitações, apresenta-se como uma alternativa interessante para a produção de alimentos orgânicos de boa qualidade e origem conhecida.

As pesquisas realizadas sobre o tema aquaponia revelaram que em meio as vantagens a mais relevante é a redução do uso da água, cuja economia possibilita ganhos nas múltiplas dimensões.

Na dimensão econômica, através da produção de duas ou mais culturas com reduzido uso da água e a possibilidade de geração de renda monetária e não monetária com a comercialização dos produtos. Na área social, a partir da aquisição de produtos de altíssima qualidade nutricional, livre de agrotóxicos.

Além, de propiciar ganhos ambientais com a potencialização do uso e aproveitamento dos recursos ambientais, geração mínima de efluentes e conseqüentemente a mitigação da degradação ambientais.

Sobre as desvantagens, as mais significativas são: dependência de energia elétrica e a escassez de literatura sobre a tecnologia aqui no país. Essa percepção da tecnologia aquapônica, corrobora com, os apontamentos feitos por Herbert e Herbert, (2008) e Braz-Filho (2000), descritas, abaixo.

### Vantagens

- Uso mínimo de água na produção de duas culturas;
- Produção de alimentos em ambientes urbanos, perto dos centros de consumo;
- Aproveitamento integral dos insumos de água e ração;
- Aquisição de produtos de alta qualidade, livre de agrotóxicos e antibióticos;
- Diversificação da produção e incremento contínuo na renda do produtor;
- Mitigação dos riscos de contaminação de aquíferos;
- Redução dos riscos de introdução de espécies exógenas a aquíferos;
- Licenciamento facilitado para a produção.

### Desvantagens

- Dependência contínua em energia elétrica;
- Necessidade de conhecimento em muitas áreas da engenharia; hidráulica, olericultura, veterinária, zootecnia, dentre outras;
- Altos custos de investimento inicial;
- Pouca tecnologia difundida na área, no Brasil.

#### 6.1.4 CONCLUSÃO

Analisando os resultados obtidos nesta pesquisa bibliográfica, pôde-se constatar, que os sistemas aquapônicos estudados, basicamente, são constituídos por estruturas como os tanques para criação de peixes, que dependendo da escala e objetivos produtivos, podem ser vários ou somente um único tanque.

A densidade destes ambientes são proporcionais a quantidade de hortaliças a serem produzidas. Em geral, os tanques de criação de peixes são interligados a um módulo de filtragem.

O módulo de filtragem, tem a função de tratar e purificar a água, cujas estruturas são: um filtro mecânico para remover as partículas sólidas (restos de alimentos e fezes), para tratamento da água. Além de ser dotado de um reservatório para prover a aeração.

A filtragem biológica é a responsável, principalmente, pela característica química da água. Ela proporciona a reciclagem de nutrientes através de micro-organismos nitrificantes, presentes no sistema.

Os organismos que constituem os sistemas são três: peixes, vegetais e bactérias, com necessidades diferenciadas, mas que necessitam de um ambiente ótimo para que ocorra a simbiose e, conseqüentemente, o alcance dos resultados produtivos esperados.

O monitoramento das variáveis é fundamental para manter os índices de qualidade da água, desempenho zootécnico, fito técnico e econômico, dentro de parâmetros minimamente aceitáveis, para mitigação dos impactos ambientais da atividade agropecuária.

Do ponto de vista da avaliação econômica da atividade, observou-se uma lacuna na literatura sobre estes estudos. Portanto, há a necessidade de desenvolver indicadores para que haja a validação da viabilidade financeira da atividade. Dessa forma, se faz necessário realizar mais estudos nesse sentido, considerando e identificando variáveis relacionadas ao projeto para propor indicadores financeiros.

Sobre a bibliografia disponível, embora, na última década o Brasil tenha investido em pesquisas sobre a aquaponia, os estudos sobre o tema no país, ainda, são escassos, sendo este um dos fatores que impossibilitam as iniciativas desta atividade.

A escassez de bibliografia revela, a falta de investimento em tecnologias mais eficientes do ponto de vista ecológico, pressupõe-se que o emprego dessas

tecnologias estejam ligadas a relativa abundância de água, apesar de a maioria dos corpos hídricos apresentarem significativos sinais de degradação e indisponibilidade para o consumo.

## BIBLIOGRAFIA

- AI-HAFEDH, Y.S., ALAM, A., BELTAGI, M.S. **Food production and water conservation in a recirculating aquaponic system in Saudi Arabia at different ratios of fish feed to plants.** J. World Aquac. Soc. 39 (4), 510–520. 2008.
- ARAUJO, A. F. Integração de plantas com espécies nativas de peixes em sistema de aquaponia. Dissertação de Mestrado, 77p.; UFSC. Centro de Ciências Agrárias. Florianópolis-SC, 2015.
- ARAÚJO-LIMA, C., GOULDING, M. **Os frutos do TAMBAQUI: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia.** Brasília: Sociedade Civil Mamirauá/CNPq, 1998.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada a piscicultura.** [S.I.]: UFSM Santa Maria, 2002.
- BERNSTEIN, S. Aquaponic Gardening: A Step-By-Step Guide to Raising Vegetables and Fish Together. Ed. New Society Publishers, 336 p. 2011.
- BRAZ-FILHO, M. S. P. **Qualidade na produção de peixes em sistemas de recirculação de água.** Centro Universitário Nove de Julho, São Paulo, SP. 2000.
- CARNEIRO, P. C. F.; MORAIS, C. A. R. S.; NUNES, M. U. C.; NIZIO MARIA, A.; FUJIMOTO, R. Y. Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias Tabuleiros Costeiros, Aracaju, 2015.
- CORSO, M. N. **Uso de sistemas com recirculação em aquicultura.** Monografia - Faculdade de Medicina Veterinária, 36 p. UFRGS, Porto Alegre. 2010.
- CRIVELENTI, L. Z.; BORIN, S.; SILVA, N. R. da. **Piscicultura superintensiva associada à hidroponia em sistema de recirculação de água.** Archives of Veterinary Science, Curitiba, v. 14, n. 2, p. 109-116, 2009.
- DIVER, S. **Aquaponics – Integration of hydroponics with aquaculture.** Publication nº. IP 163. ATTRA, National Sustainable Agriculture Information Service, 2006.
- ENDUT, A.; JUSOH, A.; ALI, N.; WAN NIK, W. B.; HASSAN, A. **A study on the optimal hydraulic loading rate and plant ratios in recirculation aquaponic system.** Bioresource Technology, v. 101, p. 1511-1517, 2010.
- FERRI, M. G. **Fisiologia Vegetal 1**, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 1979.

- GARCÍA-ULLOA, M.; LEÓN, C.; HERNÁNDEZ, F. Y CHÁVEZ, R. **Evaluación de un sistema experimental de acuaponia**. Avances en investigación agropecuaria, n. 001. Colima, México. 2005.
- GODDEK, S.; DELAIDE, B.; MANKASINGH, U.; RAGNARSDOTTIR, K. V.; JIJAKLI, H.; THORARINSDOTTIR, R. **Challenges of sustainable and commercial aquaponics**. Sustainability, Basel, Switzerland, v. 7, p. 4199-4224, 2015.
- GOMES, L., SIMÕES, L., ARAÚJO L. C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: UFSM, p. 225-246. 2005.
- HU, Z.; LEE, J. W.; CHANDRAN, K.; KIM, S.; BROTTTO, A. C. KHANAL, S. K. Effect of plant species on nitrogen recovery in aquaponics. Bioresource Technology, 188, pp 92-98, 2015.
- HUNDLEY, G. C. **Aquaponia, uma experiência com tilápia (*Oreochromis niloticus*), manjeriço (*Ocimum basilicum*) e manjerona (*Origanum majorana*) em sistemas de recirculação de água e nutrientes**. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2013.
- IBRAHIM, M. A.; CASTRO, F. J.; OLIVEIRA, W. H. **Qualidade da água e desempenho de juvenis de tambaqui criados em sistema de aquaponia**. In: Seminário de Iniciação Científica da Universidade Federal do Tocantins. 2015.
- JONES, S. **Evolution of aquaponics**. Aquaponics J, v. 6, p. 14-17. Wiscousin, EUA. 2002.
- KODAMA, G. **Viabilidade Financeira em Sistema de Aquaponia**. Dissertação de Mestrado em Ciência Animal. Orientador: Professor Dr. Rodrigo Diana Navarro; co-orientador: Professor Dr. Rodrigo Fortes da Silva. Universidade de Brasília, 2015.
- LENNARD, W. A., LEONARD, B.V. **A comparison of reciprocal flow verses constant flow in an integrated, gravel bed, aquaponic test system**. Aquac. Int. 12, 539–553. 2004.
- LEWIS, W. M., YOPP, J. H., SCHRAMN, H. L.; BRANDENBURG A. M. **Use of hydroponics to maintain quality of recirculated water in a fish culture system**. Trans. Am. Fish. Soc. 107 (01), 92–99. 1978.
- LOVE, D. C.; FRY, J. P.; GENELLO, L.; HILL, E. S.; FREDERICK, J.A.; LI, X.; SEMMENS, K. **An international survey of aquaponics practitioners**. PLoS One, San Francisco, USA, v. 9, p. 1-10, 2014.
- MARISCAL-LAGARDA, M. M.; PÁEZ-OSUNA, F.; ESQUER-MÉNDEZ, J. L.; GUERRERO-MONROY, I.; DEL VIVAR, A. R.; FÉLIX-GASTELUM, R. **Integrated**

**culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) with low salinity groundwater: management and production.** *Aquaculture*, Amsterdam, v. 366-367, p. 76-84, 2012.

MARQUES, M. A. J. **Água: Fonte de Alimento e Renda.** Tecnologia Social Certificada em 2009. Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras (CERTI). Florianópolis/SC, 2009.

MATSON, J. **Fisgando peixes e plantas.** Scientific American Brasil, [S.l.], n. 89, 2008. Disponível em: <[http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/fisgando\\_peixes\\_-\\_e\\_plantas\\_2.html](http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/fisgando_peixes_-_e_plantas_2.html)>. Acesso em: 11/01/ 2018.

MCMURTRY, M. R., SANDERS, D. C., PATTERSON, R. P., NASH A. **Yield of tomato irrigated with recirculating aquaculture water.** J. Prod. Agric. 6, 429–432. 1993.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. Conselho Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável – CONDRAF. **Documento de Referência/2ª Conferência Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário.** 2013. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/secretaria/condraf/2%C2%AA-confer%C3%AAnca-nacional-de-desenvolvimento-rural-sustent%C3%A1vel-e-solid%C3%A1rio>. Acesso em: Fevereiro de 2018.

MORRIS, V. R.; ALVARIÑO, J. M. R.; DURAN, J. M. **Aquaponics: integrating fish feeding rates and ion wastes production for strawberries hidroponics.** Spanish Journal of Agricultural Research, Madrid, v. 9, n. 2, p. 537-545, 2011.

NAEGEL, L. C. A. **Combined production of fish and plants in recirculating water.** *Aquaculture* 10, 17–24. 1977.

PANTANELLA, E.; CARDARELLI, M.; COLLA, G.; REA, E. AND MARCUCCI, A. **Aquaponics vs. Hydroponics: Production and Quality of Lettuce Crop.** In: XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on Greenhouse 2010 and Soilless Cultivation. Acta Hort. (ISHS) 927:887-893. 2012.

PINHEIRO, I.; ARANTES, R.; ESPIRITO SANTO, C.M; VIEIRA F. N.; LAPA, K. R.GONZAGA, L. V.; FETT, R.; BARCELOS-OLIVEIRA, J. L. e SEIFFERT; W. Q. **Production of the halophyte *Sarcocornia ambigua* and Pacific white shrimp in an aquaponic system with biofloc technology.** *Ecological Engineering*. 03 jan. 2017. p. 261-267. Disponível em:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857416307388>>. Acesso em: 05/01/2018.

PINTO-COELHO, R. M., HAVENS, K. **Crise nas Águas**. Belo Horizonte, Ed. Recóleo. 162 p. 2015.

RAKOCY, J. E. **Aquaponics — Integrating Fish and Plant Culture**. In: TIDWELL, J. H. (Ed.). **Aquaculture Production Systems**. 1. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012.

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. **Ten Guidelines for Aquaponic Systems**. Aquaponics Journal, v.46: 14-17, 2007.

RAKOCY, J. E.; LOSORDO, T. M.; MASSER, M. P. **Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics: integrating fish and plant culture**. Aquaculture Center Publications, n. 454, p. 1-7, 2006.

RAKOCY, J.E.; BAILEY, D.S.; SHULTZ, R. C. AND THOMAN, E. S. **Update on tilapia and vegetable production in the UVI aquaponic system**. In: New Dimensions in Farmed Tilapia: Proceedings of the Sixth International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Bureau of Fisheries and Aquatic Resources, Manila, Philippines, 2004.

RONZÓN-ORTEGA, M.; HERNÁNDEZ-VERGARA, M. P. and PÉREZ-ROSTRO, I. C. **Hydroponic and aquaponic production of sweet basil (*ocimum basilicum*) and giant river prawn (*macrobrachium rosenbergii*)**. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**. 15. S63-S71. 2012.

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

SAVIDOV, N.A., HUTCHINGS, E., RAKOCY, J.E. **Fish and plant production in a recirculating aquaponic system: a new approach to sustainable agriculture**. in Canada. *Acta Horticulturae*. v. 742, p. 209-222, 2005.

SILVA, M. S. G. M.; LOSEKANN, M. E.; HISANO, H. **Aquicultura: manejo e aproveitamento de efluentes**. Jaguariúna, SP. Embrapa Meio Ambiente, 2013.

- SOMERVILLE, C., COHEN, M., PANTANELLA, E., STANKUS, A. & LOVATELLI, A. **Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming. FAO Fisheries and Aquaculture.** Technical Paper N°. 589. Rome, 2014.
- THORARINSDOTTIR, R.I. **Aquaponics Guidelines.** Haskolaprent: Reykjavik, Iceland, 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, 1–10. 2014.
- TREINTA, F. et al. **Utilização de Métodos Multicritério para a Seleção e Priorização de Artigos Científicos.** In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18, 2011, Bauru. Anais... Bauru; 2011.
- TYSON, R. V., TREADWEL, D.D., SIMONNE, E.H. **Opportunities and challenges to sustainability in aquaponic systems.** Horttechnology 21, 1–13. 2011.
- TYSON, R. V.; SIMONNE, E. H.; TREADWELL, D. D.; WHITE, J. M.; SIMONNE, A. **Reconciling pH for ammonia biofiltration and cucumber yield in a recirculating aquaponic system with perlite biofilters.** HortScience, Alexandria, USA, v. 43, p. 719-724, 2008.
- WATTEN, B.J., BUSCH, R.L. **Tropical production of tilapia (*Sarotherodon aurea*) and tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) in a small scale recirculating water system.** Aquaculture 41, 271–283. 1984.
- WILSON, G. **Australian barramundi farm goes aquaponic,** Aquaponics Journal, 37.       Paginas       12–16.       Sidney,       Australia,       2005.

Este artigo será submetido para publicação na Revista Papers do NAEA (ISSN - 1516-9111). Foram respeitadas todas as diretrizes de apresentação de artigos da revista pretendida.

## 4.2 CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AQUAPONICOS, IMPLANTADOS NO MUNICÍPIO DE BRAGANÇA, ESTADO DO PARÁ

Cátia Sílvia Pereira de Araújo<sup>4</sup>

Norbert Fenzl<sup>5</sup>

Patrick Diniz Alves Quintela<sup>6</sup>

### RESUMO

O presente estudo tem como objetivo analisar as experiências e práticas dos processos de implantação e produção dos sistemas aquapônicos, focando na potencialidade e na limitação da atividade produtiva. O recorte espacial do presente estudo, de acordo com a nova divisão regional do IBGE, corresponde a Região Geográfica Intermediária de Castanhal, mais precisamente, a Região Geográfica Imediata de Bragança, Pará. A coleta de dados foi efetivada por meio de entrevistas, com a utilização de questionário semiestruturado e aplicado em 04 (quatro) propriedades do município. Os dados foram organizados em três aspectos. Os aspectos econômicos relativos aos custos de implantação também foram analisados. Para avaliação das oportunidades dos sistemas aquapônicos estudados utilizou-se a Análise SWOT ou Matriz FOFA. Os resultados demonstraram que os sistemas aquapônicos locais são do tipo NFT, compostos basicamente pelo tanque dos peixes, cama de cultivo vegetal e um módulo de filtragem. Os sistemas estudados apresentam pouca informações sobre os custos produtivos. O investimento de implantação foi proporcional ao número de tanques e o material de construção. Detectou-se que os sistemas amostrados só poderão promover impactos positivos se a inovação for capaz de permitir a assimilação do valor a ele agregado. A realização de novos estudos que considerem a complexidade da atividade é essencial, visando a busca de soluções e a validação como uma atividade alicerçada em bases agroecológicas.

**Palavras-chave:** Sistemas Aquapônicos, Custos, Tecnologia Ecoeficiente, Inovação, Bragança.

---

<sup>1</sup> Engenheira de Pesca; Mestranda em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia-PPGEDAM; csilviaaraujo@hotmail.com

<sup>5</sup> Geólogo; Doutor em Hidrogeologia - Ciências Ambientais; Professor Titular do PPGEDAM/NUMA.

<sup>6</sup> Engenheiro Agrônomo; Mestre em Ciências Ambientais; Doutorando no Programa Pós-graduação em Desenvolvimento Sustentável do Tropicó Úmido - PPDSTU/NAEA/UFPA.

## **ABSTRACT**

The present study aims to analyse the experiences and practices of deployment processes and production of aquaponics systems, focusing on potential and limitation of productive activity. The clipping of the present study, according to the new regional division of IBGE, corresponds to the geographic region of Intermediate Castanhal, more precisely, the Immediate geographic region of Bragança, Pará. Data collection was carried out through interviews, with the use of semi-structured questionnaire and applied in 04 (four) properties of the municipality. The data were organized in three aspects. Qualitative analyses were performed later. Economic aspects relating to deployment costs were also analyzed. To assess the opportunities of aquapônicos systems studied using SWOT analysis or SWOT Matrix. The results showed that aquapônicos local systems are of type NFT, basically compounds by fish tank, vegetable cultivation bed and a filter module. The systems studied present little information about production costs. Deployment investment was proportional to the numbers of tanks and the building material. Detected that the sampled systems may promote positive impacts if innovation is able to allow the assimilation of the value to it. Further studies that consider the complexity of the activity is essential to the search for solutions and validation as an activity based on agroecological foundations.

**Keywords:** Aquaponics Systems, Costs, Technology, Eco-Efficient, Innovation, Bragança.

### 6.2.1 INTRODUÇÃO

Os investimentos em aquicultura aliados a elevada potencialidade do Brasil para o desenvolvimento da atividade, revelam a necessidade da organização da produção dentro de uma perspectiva ecoeficiente, com intuito de atender as crescentes demandas por alimentos, além, de preservar os recursos ambientais.

De acordo com Sauer e Balestro (2013), a transição para formas sustentáveis de agricultura evidencia um movimento complexo e não linear de incorporação de princípios ecológicos ao manejo do agroecossistema, mobilizando múltiplas dimensões da vida social, colocando em confronto visões de mundo, forjando identidades e ativando processos de conflito e negociação entre distintos atores.

Emerenciano e colaboradores (2015), relataram que os sistemas aquapônicos são opções para enfrentamento de problemas relacionados a insuficiência hídrica e a necessidade de diversificação e maximização da produção agroalimentar. Assim, um sistema de aquaponia apresenta-se com uma grande atratividade social e ambiental.

Para Silva (2016), a aquaponia é uma atividade pouco agressiva ambientalmente, produz alimentos naturais e orgânicos e reúne os melhores atributos da aquicultura e da hidroponia sem o descarte de efluente, nem a necessidade do uso de fertilizantes e adubos químicos.

Segundo Hundley et. al, (2013), a qualidade dos alimentos tanto de origem animal quanto vegetal e suas influências na saúde humana, vem ganhado destaque especial, sendo estes um dos fatores que contribuem, sobretudo, para a escolha e consumo de produtos mais saudáveis.

Nesse caso, a aquaponia apresenta-se como uma técnica de produção, em bases sustentáveis com conceitos agroecológicos bem definidos, onde o aproveitamento eficiente dos recursos naturais são potencializados dentro do sistema (Marroti et al., 1996; Montoya et al., 2000).

Nesse contexto, o presente estudo se relaciona com a análise das experiências e práticas dos sistemas aquapônicos, tomando como referência, os sistemas aquapônicos implantados em áreas periféricas do município de Bragança, para a verificação de como as percepções teóricas e práticas estão sendo apropriadas pelos envolvidos.

A importância do tema é delineada na perspectiva do desenvolvimento rural, na possibilidade de diversificação da produção, na geração de renda para as

famílias, na melhoria das condições de vida, no processo de transição agroecológica e na possibilidade da valorização do saber tradicional, agregado ao tecnológico.

O objetivo a ser buscado nesta investigação é analisar as experiências e práticas dos processos de implantação e produção dos sistemas aquapônicos, focando na potencialidade e na limitação da atividade produtiva. Elencando os ganhos sociais e ambientais, no município em questão.

O interesse por este estudo pauta-se em compreender como foi realizada a implantação da aquaponia, tendo como principal *approach* teórico as publicações de especialistas na temática, tais como: Rakocy, Carneiro, Emerenciano, Bernstein, dentre outros. Possibilitando um olhar mais complexo sobre a interligação de saberes, vivências, interesses pelas tecnologias e os impactos do uso e aproveitamento dos recursos ambientais.

## **6.2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **6.2.2.1 Área de Estudo**

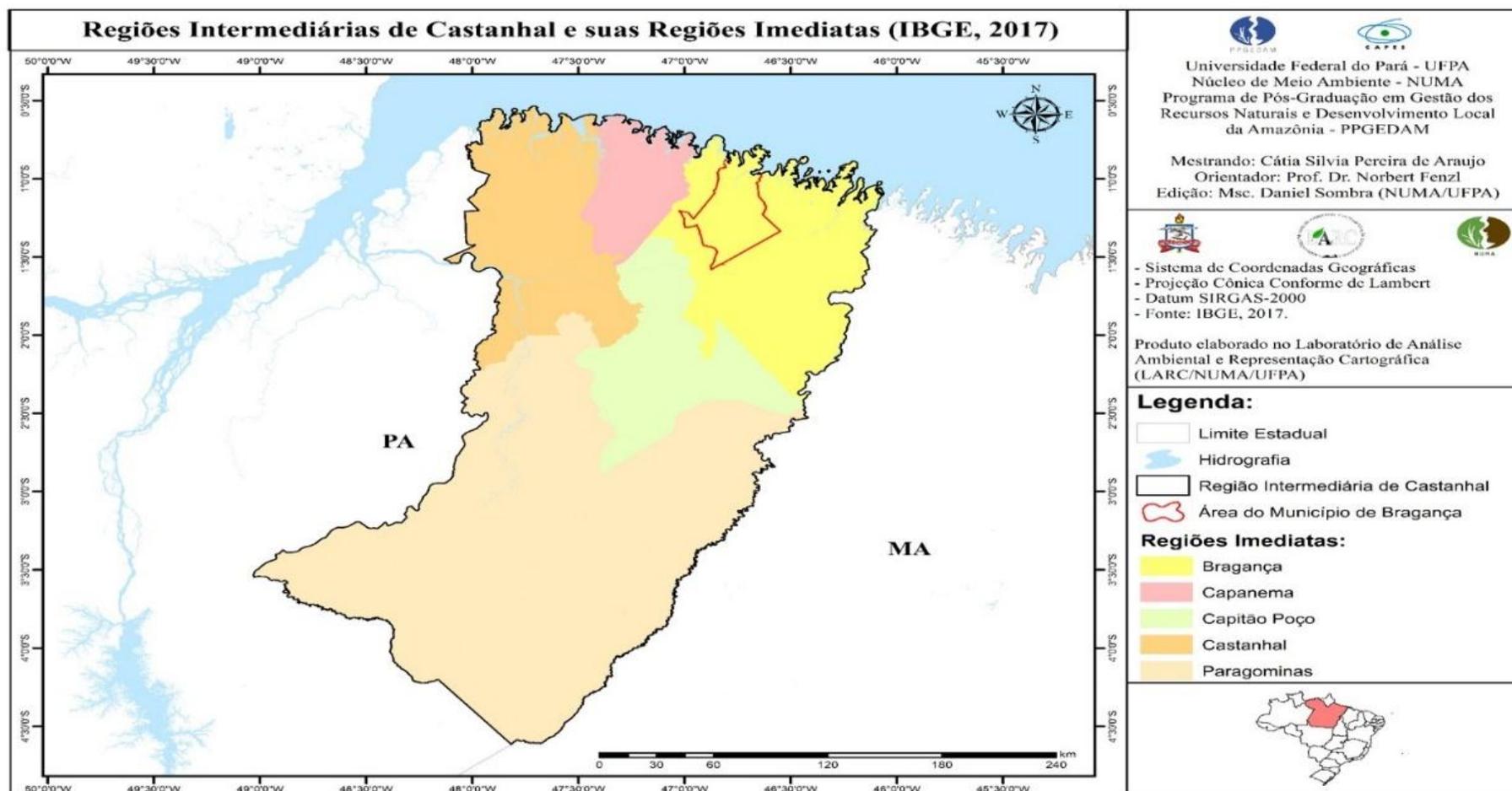
O recorte espacial do presente estudo, de acordo com a nova divisão regional do IBGE, corresponde a Região Geográfica Intermediária de Castanhal, mais precisamente, a Região Geográfica Imediata de Bragança, conforme mostra o mapa de localização, exposto na Figura 01 (IBGE, 2017).

Segundo dados do último Censo do IBGE, Bragança possui uma extensão aproximada de 2.090 km<sup>2</sup> e uma população estimada em torno de 113.227 habitantes, com uma densidade demográfica em torno de 54,13 hab/km<sup>2</sup>, sendo 64,17% na zona urbana e 35,83% na zona rural (IBGE, 2010).

Em 2016, o salário médio mensal era de 1,9 salários mínimos. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 6,4%. Considerando domicílios com rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, tinha 49,8% da população nessas condições, o que a colocava na posição 75 de 144 dentre as cidades do estado.

Em relação a Educação municipal, em 2015, os alunos dos anos iniciais da rede pública tiveram nota média de 3,9 no IDEB. Para os alunos dos anos finais, essa nota foi de 3,2. Na comparação com cidades do mesmo estado, a nota dos alunos dos anos iniciais colocava esta cidade na posição 82 de 144 (IBGE, 2017).

Figura 01 - Região Imediata de Bragança-Pará.



Fonte: LARC/NUMA/UFPA, (2018).

A economia local está centrada na pesca, agricultura familiar e no turismo, além do aporte de recursos advindos com a realização dos eventos culturais, que apresentam-se como significativas fontes de renda para o município (Sousa Júnior, 2010). O PIB per capita é de R\$ 8.066,83, comparando a outros municípios do Estado, Bragança ocupa a 88° posição (IBGE, 2017).

O crescimento de Bragança se estabeleceu paralelo a um processo crescente de degradação ambiental, onde foram praticadas constantemente agressões contra a boa climatização, a correta drenagem, as áreas verdes, os cursos hídricos e a topografia original (Mello, 2002).

Entretanto, alguns autores sugerem que as estratégias de conservação, as quais consideram o conhecimento ecológico local, as práticas de manejo e as instituições locais, têm uma alta porcentagem de aceitação e, conseqüentemente, importante valor para a conservação (Ruddle, 1998; Johannes, 2002; McClanahan et al, 2006).

#### 6.2.2.2 Levantamento e Análise dos Dados

A coleta de dados foi efetivada por meio de entrevistas, com a utilização de questionário semiestruturado e aplicado em 04 (quatro) aquaponias do município de Bragança, para posterior caracterização das mesmas. Os sistemas amostrados foram considerados unidades de referência.

Para manutenção do anonimato dos entrevistados realizou-se uma codificação específica para cada sistema, os quais foram qualificados, como: AQP1, AQP2; AQP3 e AQP4. As visitas técnicas foram realizadas no período de julho e outubro de 2018.

Em relação a localização, as aquaponias localizam-se em áreas periurbanas do município. A AQP1 está localizada na estrada da comunidade Ferreira; a AQP2 no Km 12 da Rod. Montenegro, a AQP3 na comunidade Fazendinha, Ramal do Bananal e a AQP4 na Rua da Escola Agrícola.

Quanto a sistematização e análise das informações, os dados foram organizados em três aspectos, intrinsecamente, conectados: aspectos técnicos; econômicos e ambientais. Os dados coletados foram tabulados em planilha do software Excel e posteriormente foram efetuadas as análises qualitativas.

Para avaliação das oportunidades dos sistemas aquapônicos estudados utilizou-se a Análise SWOT ou Matriz FOFA (strengths – pontos fortes, weakness –

pontos fracos, opportunities – oportunidades e threats – ameaças), conforme mostra a Figura 02.

**Figura 02 - Matriz de Análise SWOT, para Avaliação das Oportunidades da Aquaponia na Região Estudada.**



Fonte: Adaptado de Triffany & Peterson, 1988.

Dentro desta análise, foram citados os Fatores-Chave de Sucesso (FCS), que consistiam nas características ou atributos valorizados pelos proprietários e observados pelo pesquisador (Sertek et al., 2007).

Os pontos analisados foram: os fatores internos: (forças e fraquezas); os fatores externos (oportunidades e ameaças). A partir desses fatores elaborou-se uma matriz SWOT com as características mais relevantes para o produtor. Por último, analisou-se todos os pontos destacando os fatores positivos e os fatores negativos.

A partir da avaliação mencionada, conseguiu-se responder as seguintes indagações: (i) a atividade trouxe satisfação aos seus produtores (seja com o consumo familiar, ou a venda dos produtos)? (ii) as fraquezas poderão ser convertidas em pontos fortes? (iii) os pontos fortes dão sustentação para qualquer ameaça?

### 6.2.3 Resultados e Discussão

#### 6.2.3.1 Aspectos Técnicos: caracterização geral dos sistemas amostrados

O ambiente onde estão instaladas as aquaponias estudadas ficam localizados nas áreas planas do terreno. Os locais propiciam relativa facilidade na implantação, favorecimento do escoamento do fluxo da água por gravidade nas canaletas e maior incidência da luminosidade. São compostos, basicamente, por: tanques de criação de peixes, módulo de filtragem/tratamento da água e um ambiente de cultivo de vegetais.

Nas aquaponias AQP1, AQP3 os tanques são construídos a partir de contêineres (*intermediate bulk container* -IBC). Na AQP2 construído em caixa d'água de Polietileno com 1000 litros, no sistema AQP4 os tanques são escavados e impermeabilizados com cimento, para evitar a infiltração, Figura 03.

**Figura 03 - Sistemas Aquapônicos Visitados em Bragança- Pará.**



Fonte: Acervo fotográfico da pesquisa, (Araújo, 2018).

O AQP1 possui quatro tanques de peixes com volume de 1000 litros, com densidade inicial de 65 peixes cada tanque. Enquanto, AQP2 e AQP3 possuem apenas um tanque, com volumes aproximado de 1000 litros, com densidade de 50 e 40 peixes, respectivamente.

Diferentemente dos primeiros, o AQP4 possui dois tanques cônicos escavados, revestidos de concreto, com volumes de 45 e 60 mil litros,

respectivamente, ambos com densidade de 2,5 peixes por m<sup>3</sup>, segundo informações obtidas *in loco*.

Interligado aos tanques dos peixes estão os módulos de filtragem e tratamento da água constituídos por decantadores e filtro de fluxo radial. Estes filtros no AQP1 são construídos, a partir de reservatórios retangulares e argila expandida como substrato de fixação de bactérias.

Nos sistemas AQP2 e AQP3, os filtros são feitos de bombonas plásticas, com capacidade de 200 litros cada filtro, baldes plásticos, suporte para fixação do balde, corda de nylon e tubulações. No AQP4 esses filtros são retangulares adaptados e construídos em concreto, esse ambiente utiliza como substrato de fixação a argila expandida e restos de construção (tijolos e telhas) Figura 04.

**Figura 04 - Componentes para Filtragem e Tratamento da Água.**



Fonte: Acervo fotográfico da pesquisa, (Araújo, 2018).

A característica principal observada nos módulos de filtragem e tratamento da água dos sistemas estudados é que todos os filtros possuem substratos capazes de reter partículas sólidas (fezes dos peixes e restos de alimentos), assim como a matéria orgânica em suspensão na água. Contudo, observou-se que uns são mais eficientes que os outros.

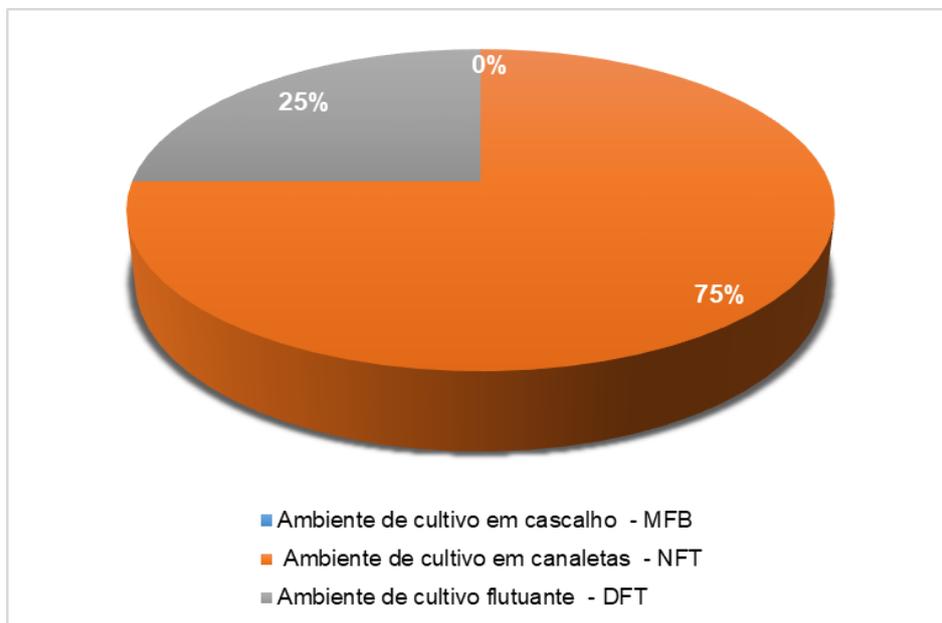
Para Somerville e colaboradores (2014) esse processo de filtragem e tratamento da água é de extrema importância para o sistema, pois reduz a

possibilidade de entupimento, além de fornecer superfície de aderência as bactérias responsáveis pelo processo de nitrificação (conversão de amônia em nitritos e nitratos). Para os autores este processo permite que peixes, vegetais e bactérias coexistam de forma simbiótica (Somerville et al, 2014).

Os ambientes de cultivos de vegetais mais utilizados em 75% das aquaponias do município é o sistema de cultivo em canaletas *Nutrient Film Technique* (NFT), o qual consiste num ambiente de hidroponia convencional com fluxo laminar de água em canaletas de PVC, que irriga as raízes das hortaliças.

Nesses ambientes os produtores utilizam entre 10 e 12 canos de PVC com 03 metros de comprimento. Cada cano possui um espaçamento de 30 cm entre eles, com aproximadamente 10 aberturas de 5 cm de diâmetro a cada 25 cm para inserção das mudas de hortaliças. Outro ambiente utilizado para produção aquapônica é o ambiente de cultivo flutuante (DFT), Gráfico 01.

**Gráfico 01 - Tipos de Sistemas de Cultivo de Vegetais mais Utilizados em Bragança-Pará.**



Fonte: Dados da pesquisa, (Araújo, 2018).

Em virtude do clima da região, marcado por duas estações bem definidas, caracterizadas como estação chuvosa (inverno Amazônico), com alta pluviosidade compreendendo os meses de janeiro a julho e um período de estiagem (verão Amazônico), com altas temperaturas e baixa pluviosidade, entre os meses de agosto

e dezembro. A maioria dos sistemas aquapônicos visitados na cidade possuem estufas como estrutura de proteção, contra as intempéries climáticas da região.

As estufas são compostas de madeira como material principal, manta plástica transparente e sombrite 70% para cobertura da parte vegetal. Os sistemas, também utilizam a madeira para a estrutura de sustentação dos tubos de PVC nas camas de cultivo.

Todas as características das aquaponias analisadas na cidade de Bragança corroboram com estudos realizados por Queiroz e colaboradores (2017), cujo resultado mostraram que os sistemas de aquaponia mais comuns em uso no Brasil são: NFT - Nutrient Film Technique e DFT - Deep Film Technique ou Floating (Queiroz et al, 2017).

Em relação aos peixes, as principais espécies utilizadas nas aquaponias locais são, espécies nativas como o híbrido Tambatinga, em 03 (três) e a Tilápia, como espécie exótica em 01 (uma) delas, Figura 05.

**Figura 05 - Peixes Cultivados nas Aquaponias Implantadas em Bragança-PA.**



Fonte: Dados da pesquisa, (Araújo, 2018).

O Tambatinga é obtido do cruzamento induzido da fêmea do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) com o macho do Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*). Tanto o Tambaqui, quanto a Pirapitinga pertencem a ordem Cypriniforme, família Serrasalmonidae e subfamília Myleinae.

Este híbrido é um peixe de escamas que apresenta grande porte, rusticidade e crescimento rápido, com hábito alimentar onívoro, de caráter oportunista.

Geralmente é maior que o Pacu comum (*Piaractus mesopotamicus*), podendo alcançar cerca de 80 centímetros e peso aproximado de 15 quilogramas. Além de possuir relevante valor comercial.

Esse peixe possui hábitos alimentares semelhantes aos seus ancestrais (onívoros). No ambiente natural se alimentam de sementes, frutos, moluscos e de pequenos peixes, em ambientes controlados se adaptam bem às rações. Esta espécie é comumente utilizado nos cultivos convencionais da região Amazônica. Contudo, pouco utilizada em sistemas aquapônicos.

Para Carneiro e colaboradores (2015) é importante sopesar os fatores que confirmam se uma espécie nativa se adapta ou não, aos sistemas aquapônicos. Entre eles, estão: temperatura, densidade de estocagem, disponibilidade de alevinos/juvenis, oferta de ração para a espécie e o mercado (Carneiro et al., 2015).

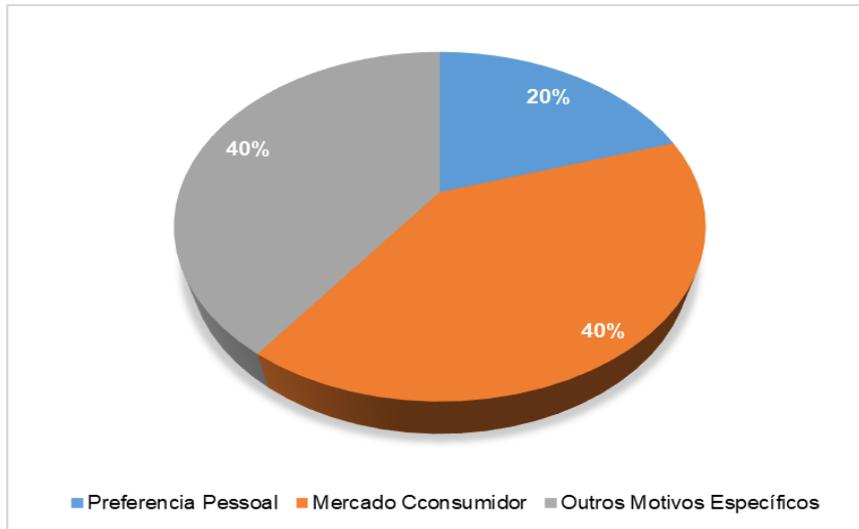
As Tilápias (*Oreochromis niloticus*), são largamente reconhecidas e utilizadas, em diversos tipos de cultivo, desde aqueles em escala familiar até os sistemas superintensivos. De longe é a espécie mais indicada à aquaponia. Em diversas partes do mundo estudos apontam a tilápia como a espécie mais rentável para a atividade.

As tilápias são peixes onívoros, podendo desenvolver o canibalismo. Por esse motivo recomenda-se a repicagem para separação dos juvenis de adultos. Em ambientes de cultivos apresentam uma boa aceitação tanto a rações, quanto a plantas aquáticas. (Bentsen et al., 1998).

Estudos realizados por Carneiro et al (2015) demonstraram que a tilápia do Nilo, por ser um peixe rústico e resistente, tolera altas densidades de estocagem, tem pacote tecnológico de cultivo difundido mundialmente, possui bom valor comercial, com resultados bem animadores em sistemas aquapônicos.

Os dados apontaram que a alface (*Lactuca sativa*) é a hortaliças preferida pelos produtores locais. Questionados sobre os motivos que os levam a cultivar o vegetal, 40% dos produtores responderam facilidade do manejo e frequência de produção; 40% visam, o mercado e 20% cultivam por motivos específicos, entre eles o desenvolvimento de novas tecnologias, como mostra a Gráfico 02, abaixo.

## Gráfico 02 - Percentuais dos Principais Motivos Identificados para Cultivar Alface.



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Sobre o manejo produtivo da atividade, ao serem questionados quanto ao monitoramento da qualidade da água, os produtores responderam que os principais indicadores que monitoram, são: amônia, nitrito, nitrato, oxigênio dissolvido, turbidez, pH e temperatura.

Além disso realizam semanalmente, a limpeza dos tanques. Parâmetros igualmente importantes, como: alcalinidade, dureza, fósforo total e dissolvido, condutividade elétrica, cálcio, potássio e ferro não é feito o monitoramento. A Tabela 01 evidencia os resultados obtidos.

**Tabela 01 - Rotina de Monitoramento da Qualidade da Água.**

Parâmetros	Diário	Semanal	Quinzenal	Mensal	Nunca
Amônia					
Nitrito					
Nitrato					
Alcalinidade					
Dureza total					
Fosforo total e dissolvido					
Temperatura					
pH					
Oxigênio dissolvido					
Turbidez					
Condutividade elétrica					
Cálcio					
Potássio					
Ferro					
Limpeza do tanque					

Fonte: Dados da pesquisa, (Araújo, 2018).

Constatou-se que as aquaponias estudadas não possuem um plano de manejo definido, a rotina de monitoramento realizada pelos produtores, necessita receber alguns ajustes para que os parâmetros de qualidade sejam mantidos sob controle.

Quanto a nutrição dos peixes os produtores utilizam somente a ração como alimentação, a qual é considerada o único *input* (entrada) de insumos no sistema. O alimento corresponde a 10% do peso vivo (PV) da densidade dos tanques, dividido em 02 refeições diárias, os ajustes são feitos, após as biometrias mensais.

Para prevenção das doenças nos peixes e pragas nas plantas, os produtores relataram que aplicam algumas medidas preventivas e/ou corretivas, na Tabela 02 abaixo estão elencadas as mais empregadas.

**Tabela 02 - Medidas Preventivas Aplicadas nas Aquaponias Locais.**

Peixes	Vegetais
Realização de quarentena; Observação dos indicadores de <i>stress</i> ; Aparência das brânquias; Realizam a limpeza dos tanques; Observam a ocorrência de doenças; Observação do comportamento dos animais; Cor da mucosa e produção de muco; Avaliação do peso e do comprimento; Monitoram a qualidade da água; Observam a mortalidade.	Coletam amostras dos fragmentos das raízes das plantas para detectar degradação; Realizam anotação do tempo que as plantas atingem o tamanho desejado; Avaliam o peso e a altura; Quando possível realizam análise foliar.

Fonte: Dados da pesquisa, (Araújo, 2018).

Quando arguidos sobre os principais desafios enfrentados para instalação dos sistemas aquapônicos no município, os produtores enfatizaram que o maior deles foi a escassez de experiências e estudos sobre a montagem do sistema na região, seguido da relativa demanda de investimento financeiro para as instalações. Além, da dificuldade em realizar a compra de alevinos em pequenas quantidades.

Quanto ao objetivo em implantar os sistemas, das alternativas sugeridas no questionário destacaram-se: a qualidade de vida, com a possibilidade de produzir um alimento livre de agrotóxicos; a satisfação pessoal, pois a alface é a hortaliças preferida na dieta familiar e por último o consumo do peixe.

### 6.2.3.2 Aspectos Econômicos: panorama dos custos de implantação e produção.

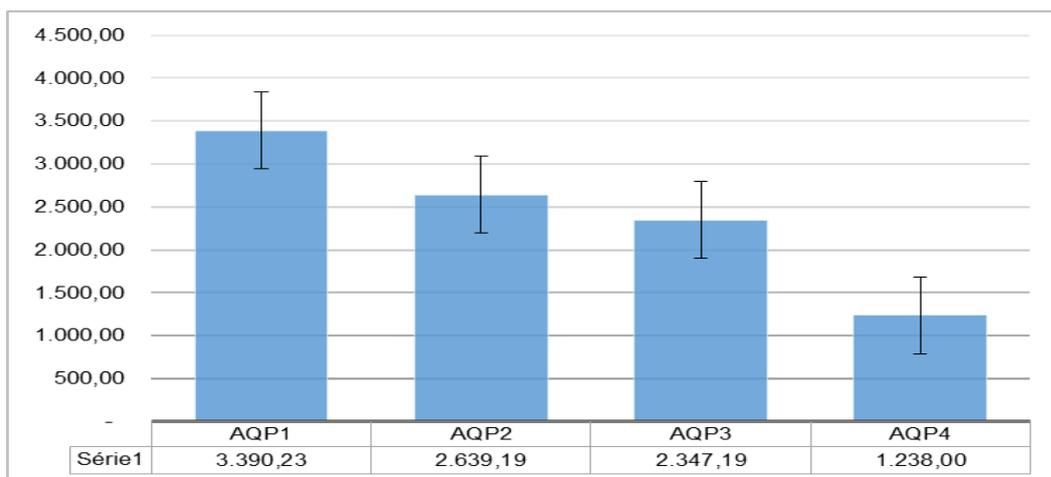
A avaliação econômica é essencial para a validação e longevidade de qualquer empreendimento. Todavia, nos sistemas estudados em Bragança, constatou-se, baixo controle, dos índices econômicos da implantação e dos processos de produção.

Quando questionados sobre o valor do investimento de implantação. Pelo menos duas delas (AQP3 e AQP4) não souberam precisar o valor gasto nessa fase, os responsáveis, somente, citaram valores aproximados. Os outros dois (AQP1 e AQP2) informaram os custos de implantação, porém não apresentaram os custos produtivos.

Diante dos valores declarados obteve-se os seguintes resultados, nos sistemas aquapônicos AQP1 e AQP2 os produtores investiram R\$ 3.390,23 (três mil trezentos e noventa reais e vinte e três centavos) e R\$ 2.639,19 (dois mil seiscentos e trinta e nove reais e dezenove centavos), respectivamente na montagem.

A aquaponia AQP3 estimou que investiu cerca de R\$ 2.347,19 (dois mil trezentos e quarenta e sete reais e dezenove centavos) e o empreendimento AQP4 declarou que o capital investido na implantação foi R\$ 1.238,00 (um mil duzentos e trinta e oito reais). Os valores declarados estão explicitados no Gráfico 03.

**Gráfico 03 - Investimentos Realizados para Implantação, dos Sistemas Aquapônicos de Bragança-Pará.**



Fonte: Dados da Pesquisa, (Araújo, 2018).

Ao analisar a somatória geral do capital investido pelas aquaponias, verificou-se, que entre os componentes que demandaram maiores investimentos,

destacaram-se: os tanques de criação dos peixes 38%, o ambiente de cultivo vegetal 23%; seguidos da aquisição das bombas 15%.

Por outro lado, o sistema de filtragem, compra de alevinos, aquisição das hortaliças e tubulação hidráulica, juntos demandaram 25% do investimento total, valores descritos na Tabela 03.

**Tabela 03 - Investimento Realizado na Fase de Implantação dos Sistemas.**

Componentes	AQP1 (R\$)	AQP2 (R\$)	AQP3 (R\$)	AQP4 (R\$)	Total por componente (R\$)	Percentual investido (%)
Tanque dos peixes	1.149,60	986,00	956,00	549,00	3.640,60	38
Cultivo das hortaliças	796,34	649,03	530,03	213,00	2.188,40	23
Sistema de filtragem	399,29	248,00	167,00	120,00	934,29	10
Bomba	642,00	329,00	289,00	180,00	1.440,00	15
Compra de alevinos	67,00	67,16	67,16	67,00	268,32	3
Compra de mudas	49,00	43,00	39,00	20,00	151,00	2
Tubulação hidráulica	287,00	317,00	299,00	89,00	992,00	10
<b>Total por empreendimento</b>	<b>3.390,23</b>	<b>2.639,19</b>	<b>2.347,19</b>	<b>1.238,00</b>	<b>9.614,61</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados da pesquisa, (Araújo, 2018).

Os resultados obtidos no município de Bragança, diferem dos resultados encontrados por Kodama (2017), cujo custo inicial total foi de R\$ 63.985,84, sendo mais de 60% com a aquisição de terra, tanque de peixes, calhas de hidroponia e bomba de água representaram separadamente participação menor que 10%.

Em relação a origem dos recursos a AQP1 informou que o recurso utilizado foi via Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR). AQP2 e AQP3 declarou que os custos de montagem dos sistemas aquapônicos são de origem própria e a AQP4 relatou que o custos dos componentes foram de origem pública, por isso não puderam precisar o valor empregado para tal.

Cabe mencionar, que as aquaponias visitadas não souberam informar os custos com os processos produtivos, o que inviabilizou uma análise dos principais indicadores financeiros de produção. Para a comprovação da viabilidade econômica será necessário realizar novos estudos que avaliem essas variáveis.

Para (Silva, 2008), a falta de mensuração dos indicadores financeiros do empreendimento o torna mais vulnerável a qualquer influência externa. Assim, é imprescindível a necessidade de avaliar o aporte financeiro, antes mesmo da implementação, para que o capital investido seja melhor aproveitado.

### 6.2.3.3 Aspectos Ambientais: percepção e importância da aquaponia.

Com objetivo de ressaltar a percepção e compreensão dos entrevistados enfatizando a dinâmica das atividades aquapônicas e a importância delas na mitigação das situações/problemas (geração de efluentes e uso de agrotóxicos) que as atividades agrícolas e aquícola convencionais acarretam ao meio natural, questionou-se sobre as práticas conservacionistas adotadas pelos produtores.

Neste caso constatou-se que as práticas conservacionistas mais realizadas por eles, corresponde ao uso e aproveitamento da água para produção animal e o cultivo de hortaliças, assim como do uso de resíduos sólidos (restos de ração e fezes animal) para adubação orgânica das hortas convencionais.

Sobre a origem da água utilizada nos sistemas integrados os resultados revelaram que, a maioria dos tanques, são abastecidos com água proveniente de poço artesiano (AQP1, AQP2 e AQP3), com exceção do sistema AQP4, cuja água de abastecimento é originária do dreno das centrais de ar.

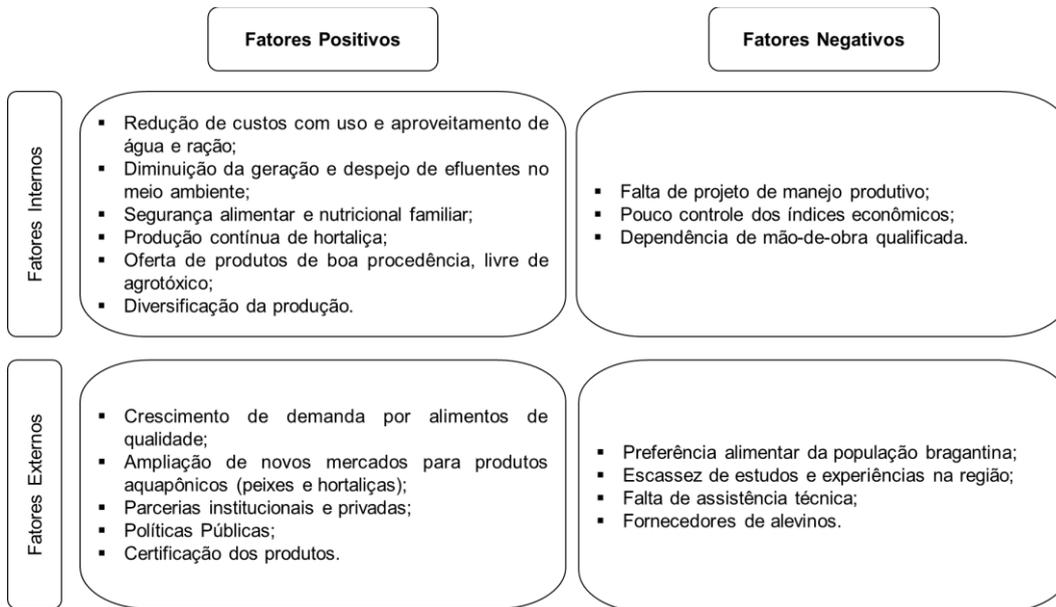
Segundo os responsáveis nenhuma aquaponia realizou a troca total, somente, a reposição de aproximadamente 10% da água perdida para evaporação. Sobre a possibilidade de utilizar a água da chuva como fonte de abastecimento dos tanques, os produtores se mostraram altamente favoráveis.

A partir da percepção sobre o papel da atividade aquapônica no município questionou-se sobre a efetiva contribuição para a conservação ambiental. Como resposta, os produtores relataram que a atividade minimiza a poluição dos rios, pois não há descarte de efluente e citaram como exemplo, a praia de Ajuruteua, onde a disponibilidade de água para produzir alimentos é limitada e a aquaponia cria condições de enfrentamento das limitações impostas.

### 6.2.3.4 Análise de Oportunidades da Atividade Aquapônica em Bragança-Pará.

Para entender, quais atributos foram essenciais para elaboração da chave de sucesso elencou-se, os principais fatores internos e externos; os pontos positivos e negativos, valorizados pelos empreendedores e observados no momento da entrevista. Na Figura 06, é possível notar os fatores chave identificados.

**Figura 06 – Matriz Fatores Chave de Sucesso.**



Fonte: Dados da pesquisa, (Araújo, 2018).

Após análise dos fatores chave foi possível traçar um panorama geral, do desenvolvimento da atividade aquapônica no município de Bragança. Diante disso, foi possível sugerir algumas alternativas de ação aos produtores locais.

O primeiro quadrante superior esquerdo, demonstrou que o empreendimento obterá sucesso com os seus produtos tanto para consumo familiar ou comercialização, seja, pela diferenciação (recirculação de água) ou pelo enfoque (agroecológico) da atividade.

No segundo quadrante superior direito, as fraquezas poderão ser convertidas em pontos fortes, a partir: da elaboração e execução de um projeto de manejo produtivo, que contemple questões técnicas e o monitoramento dos índices econômicos. Os conhecimentos dessas variáveis, certamente, poderão influenciar o sucesso do empreendimento.

No quadrante inferior esquerdo, observa-se que os pontos fortes darão sustentação para qualquer ameaça. No quadro inferior direito, poderão ser traçadas estratégias de eliminação dos pontos fracos, sobretudo, se os produtores se organizarem em busca de parcerias (público/privadas), objetivando a compra compartilhada dos insumos, assistência técnica qualificada e as políticas públicas com enfoque agroecológico, como o Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF Agroecologia).

Para Queiroz e colaboradores (2017) a definição dos pontos positivos e negativos de cada sistema contribuem para atender de forma individualizada as demandas de cada produtor, segundo suas respectivas condições sócio econômicas e do mercado que pretendem atender (Queiroz et. al, 2017).

#### **6.2.4 Conclusão**

Os Sistemas Aquapônicos implantados no município de Bragança-Pará apresentam-se como instrumentos de desenvolvimento de tecnologias ecoeficientes, capazes de mitigar os problemas ambientais, relacionados a agricultura e aquicultura convencional.

Entretanto, a transferência deste tipo de tecnologia só poderá promover impactos positivos se a inovação for capaz de permitir a assimilação do valor a ele agregado, ou parte dele. Neste sentido, sugere-se que a atividade seja encarada, com a mesma importância atribuída às outras atividades agropecuárias.

Deste modo, é essencial que do tempo necessário para o manejo e manutenção das unidades produtivas sejam quantificados. Além disso, o desenvolvimento de marcas (individuais e coletivas), acesso e uso da informação técnica, comercial, gerencial e institucional são tão indispensáveis.

Ademais, as incertezas associadas aos sistemas de aquaponia necessitam ser dirimidas. Nesse caso, é essencial a realização de novos estudos que considerem a complexidade da atividade, visando a busca de soluções e a sua validação da atividade alicerçada em bases agroecológicas.

## BIBLIOGRAFIA

- BENTSEN, H.B.; EKNATH, A.E.; PALADA-DE VERA, M.S.; DANTING, J.C.; BOLIVAR, H.L.; REYES, R.A.; DIONISIO, E.E.; LONGALONG, F.M.; CIRCA, A.V.; TAYAMEN, M.M.; GJERDE, B. **Genetic improvement of farmed tilapias: growth performance in a complete diallel cross experiment with eight strains of *Oreochromis niloticus***. *Aquaculture*, v.160, n.1/2, p.145-173, 1998.
- CARNEIRO, P. C. F.; MORAIS, C. A. R. S.; NUNES, M. U. C.; NIZIO MARIA, A.; FUJIMOTO, R. Y. **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia**. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias Tabuleiros Costeiros, Aracaju, 2015.
- EMERENCIANO, M. G. C.; MELLO, G. L.; PINHO, S. M.; MOLINARI, D.; BLUM, M.N. **Aquaponia: uma alternativa de diversificação na aquicultura**. *Panorama da aquicultura*. Vol.25. Jan/Fev. 2015.
- HUNDLEY, G. M. C.; NAVARRO, R. D.; FIGUEIREDO, C. M. G.; PEREIRA NAVARRO, F. K. S; PEREIRA, M. M.; RIBEIRO FILHO, O. P.; SEIXAS FILHO, J. T. **Aproveitamento do efluente da produção de tilápia do nilo para o crescimento de manjerição (*Origanum basilicum*) e manjerona (*Origanum majorana*) em sistemas de aquaponia**. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, v.3, n.1, p.51-55, Julho, 2013.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades/ Bragança. Panorama 2017**. v4.3.8.18.20. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/braganca/panorama2017> Acesso em: outubro de 2017.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades/ população**. 2010.
- JOHANNES, R.E. **The renaissance of community-based marine resource management in Oceania**. *Annual Review of Ecological Systems* 33, 317-340. 2002.
- MAROTTI, M.; PICCAGLIA, R.; GIOVANELLI, E. **Differences in essential oil composition of Basil (*Ocimum basilicum* L.) Italian cultivars related to morphological characteristics**. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, v.44, n.12, p.3926-3929, 1996.
- MCCLANAHAN, T. R.; MARNANE, M.; CINNER, J.; KIENE, W. **A comparison of marine protect areas and alternative approaches to coral reef conservation**. *Current Biology* 16, 1408-1413. Ano, 2006.

- MELLO, F. A. O. **Análise do processo de formação da paisagem urbana no município de Viçosa, Minas Gerais (203)**.122p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa/Minas Gerais 2002.
- MONTOYA, R.A.; LAWRENCE, A.L.; GRANT, W.E. et al. **Simulation of phosphorus dynamics in an intensive shrimp culture system: effects of feed formulation and feeding strategies**. Ecological Modeling, v.129, p.131-42, 2000.
- PORTER, M. **Vantagem competitiva**. São Paulo: Campus, 1985.
- QUEIROZ, J. F.; FREATO, T. A.; BARRETO LUIZ, A. J; ISHIKAWA, M. M.; FRIGUETTO, R. T. S. **Boas práticas de manejo para sistemas de aquaponia**. Jaguariúna-SP: Embrapa Meio Ambiente. 29 p. – (Documentos / Embrapa Meio Ambiente, ISSN 1516-4961; 113). 2017.
- RUDDLE, K. **The context of policy design for existing community-based fisheries management in the Pacific Islands**. Ocean & Coastal Management 40, 105-126. 1998.
- SAUER, S. e BALESTRO, M. V. (org). **Agroecologia e os desafios da transição agroecológica**. São Paulo, Expressão Popular, 2009.
- SERTEK, P.; GUINDANI, R.A.; MARTINS, T.S. **Administração e planejamento estratégico**. Curitiba: Ipbex, 2007.
- SILVA, C. E. V. **Montagem e operação de um sistema de aquaponia: um estudo de caso de agricultura urbana para produção de jundiá (*Rhamdia quelen*) tilápia (*Oreochromis niloticus*) e alface (*Lactuca sativa*)**. Dissertação para obtenção do Título de Engenheiro de Aquicultura. 60 pág. Centro de Ciências Agrárias Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2016.
- SILVA, J. R. **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.
- SOMERVILLE, C., COHEN, M., PANTANELLA, E., STANKUS, A. & LOVATELLI, A. **Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming. FAO Fisheries and Aquaculture**. Technical Paper N°. 589. Rome, 2014.
- SOUSA JÚNIOR, C. N. C. **A Inserção de Conhecimentos Populares no Ensino da Biologia**. Bragança: UFPA, 2010.

TRIFFANY, P. & PETERSON, S. **Planejamento estratégico: o melhor roteiro para um planejador eficaz.** Rio de Janeiro: Elsevier, 1988.

### 6.3 CAPITULO 3 - GUIA DIDÁTICO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS AQUAPÔNICOS EM ESCALA FAMILIAR

Universidade Federal do Pará - UFPA  
Programa de Pós-Graduação em Gestão de  
Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na  
Amazônia

**GUIA DIDÁTICO**

# **AQUAPONIA, INTERLIGANDO SABERES E SABORES**

Belém-PA  
2019



Organizadores:  
Cátia Sílvia Pereira de Araújo  
Norbert Fenzl  
Carlos Antônio Zarzar

## AUTORES

---

**Eng<sup>a</sup>. Cátia Sílvia Pereira de  
Araújo<sup>1</sup>**

- <sup>1</sup> Engenheira de Pesca; Mestranda em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia; Universidade Federal do Pará; Extensionista Rural do Instituto de Assistência Técnica e Desenvolvimento da Amazônia. Contato: csilviaaraujo@hotmail.com

**Dr. Norbert Fenzl<sup>2</sup>**

- <sup>2</sup> Geólogo; Dr. Doutor em Hidrogeologia e Ciências Ambientais pela Universidade de Viena, (Áustria); Pós-Doutor pela Universidade Técnica de Viena; Professor Titular e Pesquisador do Programa de Pós Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia - PGEDAM; Universidade Federal do Pará.

**MSc. Carlos Antônio Zarzar<sup>3</sup>**

- <sup>3</sup> Engenheiro de Pesca; Mestre em Biometria e Estatística Aplicada; Professor do Curso de Engenharia da Aquicultura; Universidade Federal do Oeste do Pará.

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	79
<b>1. O QUE É AQUAPONIA?</b> .....	80
<b>2. BREVE HISTÓRICO DA AQUAPONIA</b> .....	81
<b>3. COMO FUNCIONA?</b> .....	82
<b>4. COMPONENTES BÁSICOS DO SISTEMA</b> .....	83
4.1. Ambiente de Criação dos Organismos Aquáticos .....	84
4.2. Módulo de Filtragem .....	85
4.3. Sistema de Aeração.....	85
4.4. Ambientes de Cultivo dos Vegetais .....	86
4.5. Organismos do Sistema.....	87
4.5.1. Organismos Aquáticos .....	87
4.5.2. Micro-organismos Nitrificantes .....	88
4.5.3. Vegetais mais utilizados na Aquaponia .....	89
<b>5. PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA</b> .....	90
5.1. Níveis de pH ótimo e disponibilidade de nutrientes.....	91
<b>6. COMO CALCULAR A PROPORÇÃO PLANTAS vs PEIXES?</b> .....	92
<b>7. QUAIS SÃO AS VANTAGENS E AS DESVANTAGENS DO SISTEMA AQUAPONICO?</b> .....	93
<b>8. PLANEJANDO O EMPREENDIMENTO</b> .....	94
8.2. Materiais Necessários.....	96
8.3. Modelo de Sistema em escalar familiar, proposto pela FAO, em 2014. ....	99
8.4. <i>Check-list</i> para plano de manejo produtivo .....	100
<b>9. CONCLUSÃO</b> .....	103
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b> .....	103

### **6.3.1 Apresentação**

Num cenário de redução da disponibilidade de recursos naturais e degradação ambiental, que devasta muitas regiões, incluindo, algumas áreas da região Amazônica. Observa-se, mudanças no comportamento da população, no tocante a busca por melhor qualidade de vida. Tais mudanças, são evidenciadas quando se percebe um aumento da demanda por soluções para produção de alimentos, que atendam às necessidades familiares e que mitiguem os impactos potenciais ao Meio Ambiente.

Essas transformações, impulsionam a busca por soluções, baseadas no conhecimento agroecológico, que potencializem o uso e o aproveitamentos dos recursos, de forma sustentável. No contexto agroecológico a aquaponia se enquadra, pela facilidade de instalação, e por demandar materiais de baixo custo, prontamente disponíveis no mercado.

A ideia de elaborar esse guia foi fornecer caminhos alternativos a produção convencional de alimentos, visando, sobretudo, a transferência de conhecimento sobre a tecnologia aquapônica no Brasil e na Amazônia, que embora detenha a maior abundância de água doce do planeta, seus corpos hídricos tem apresentado significativos sinais de degradação.

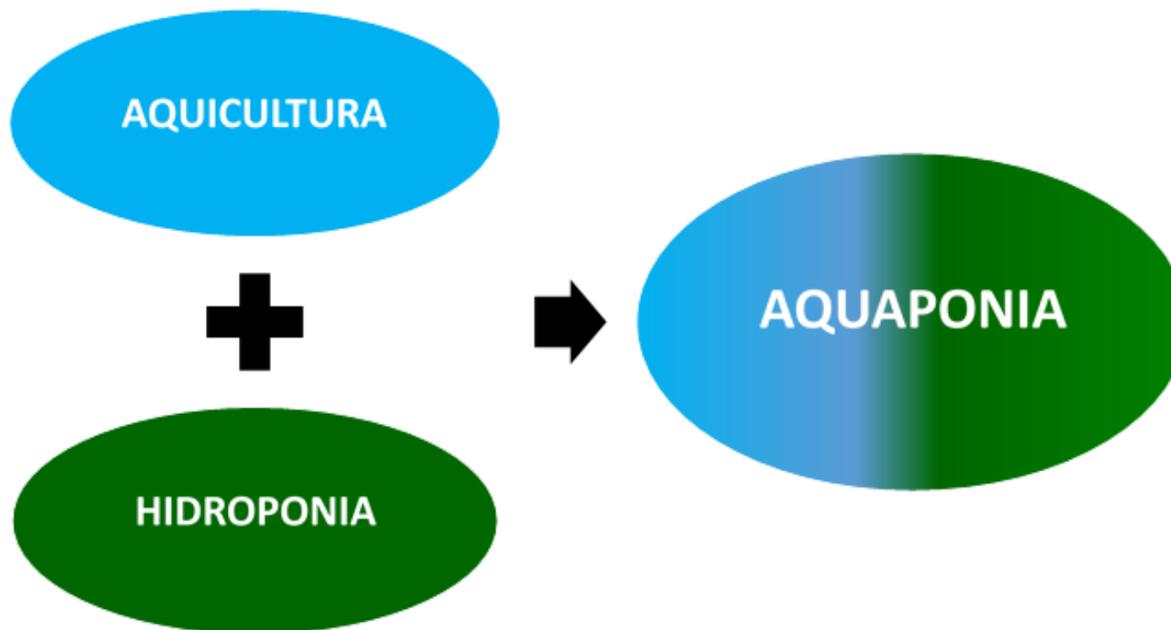
Nessa perspectiva, o guia tem como propósito socializar informações sobre a tecnologia, auxiliar a tomada de decisão, os processos de implantação do sistema para uma produção em escala familiar, que integra a produção de peixes e hortaliças em um mesmo ambiente, bem como a divulgação da atividade para famílias moradoras, tanto em áreas urbanas, quanto rurais.

Boa leitura!

### 6.3.2 Introdução

#### 6.3.2.1 O que é Aquaponia?

Os sistemas produtivos que cultivam culturas adicionais utilizando subprodutos da produção de espécies primárias, são definidos como “sistemas integrados”. E se as culturas secundárias são plantas aquáticas ou terrestres, cultivadas em conjunto com organismos aquáticos, este sistema integrado é chamado de “sistema aquapônico”, conforme mostra a Figura 01 (Rakocy et al., 2006).



**Figura 01 - Diagrama da Concepção do Termo Aquaponia.**

### 6.3.2.2 Breve Histórico Sobre a Aquaponia

- **Origem**

- ✓ **Lago Texcoco cerca de 1.200 d.C.**

*Chinampas Aztecas* - registro a partir de 1.400 Ilhas/Balsas artificiais em lagos com criação de peixes e plantio de arroz;

- **Nos dias atuais**

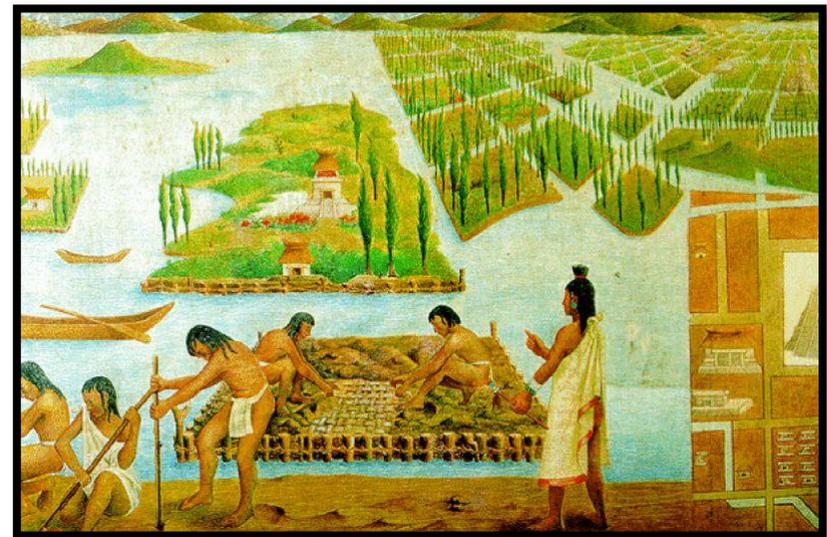
- ✓ **Década 90:** Os EUA, começaram suas pesquisas sobre a tecnologia na *The University of the Virgin Islands*, com o Dr. Mark McMurtry

- ✓ **Início dos anos 2000** houve a expansão dos estudos para países como: Austrália, Canadá, Estados Unidos e Israel;

- ✓ **A partir de 2010:** Começaram as pesquisas no Brasil.

Fonte: (Araújo, 2015; Carneiro et al, 2015).

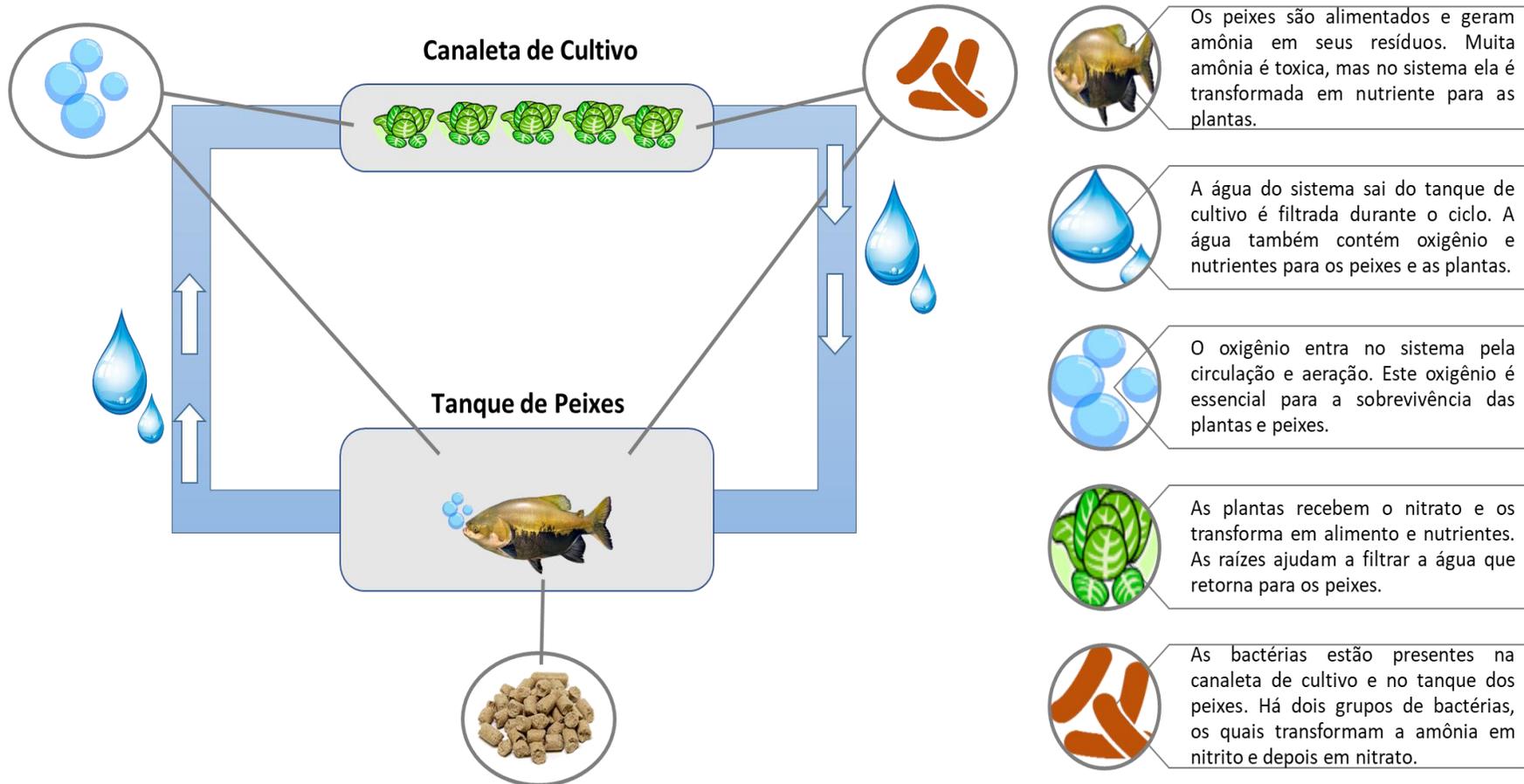
**Figura 02 - Chinampas Aztecas.**



Fonte: (Emereciano, 2018).

### 6.3.2.3 Como Funciona?

**Figura 03 - Princípios de Funcionamento dos Sistemas Aquapônicos.**



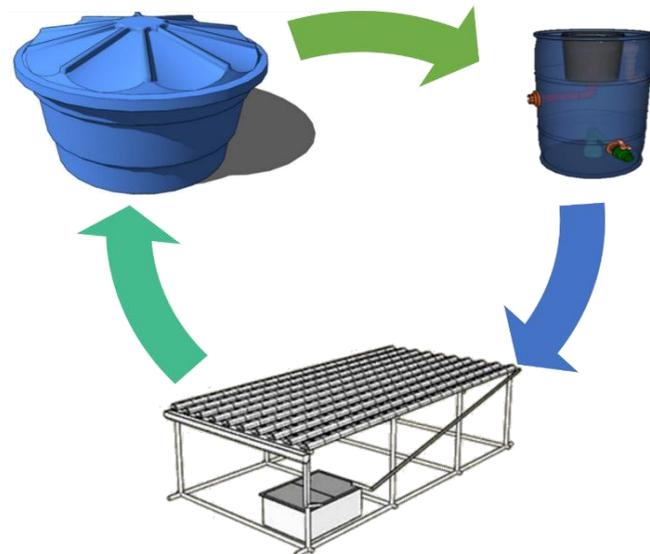
Fonte: Adaptado de [www.aliancaluz.com.br](http://www.aliancaluz.com.br)

### 6.3.3 Componentes Básicos do Sistema

Basicamente, os sistemas de aquaponia mais simples, são compostos por: tanque de criação de organismos aquáticos, um sistema de filtração/biofiltração para tratar a água para depois retornar ao tanque dos animais.

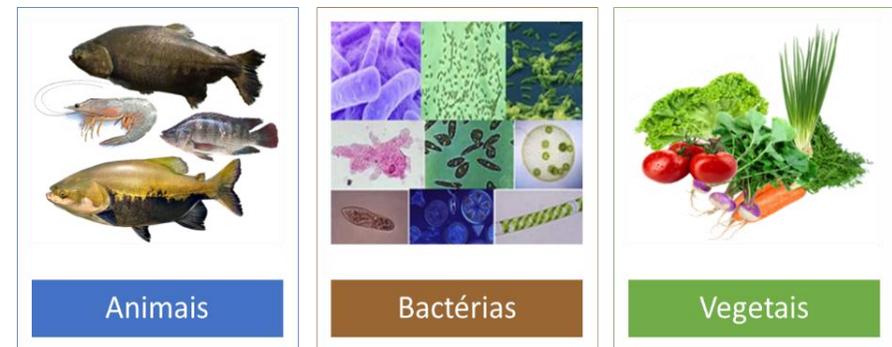
Os organismos que compõem a aquaponia, possuem ciclo e necessidades nutricionais distintas (animais, plantas e bactérias), portanto, é fundamental o conhecimento das necessidades de cada um deles para que as variáveis de qualidade da água, principalmente o pH, seja mantido numa faixa que atenda a todos satisfatoriamente (Queiroz et al., 2017).

**Figura 04 - Componentes Básicos do Sistema Aquapônico.**



Fonte: Adaptado de ([www.3dwarehouse.sketchup.com](http://www.3dwarehouse.sketchup.com))

**Figura 05 - Organismos que Integram o Sistema Aquapônico.**



Fonte: Adaptado de google/imagens

### 6.3.3.1. Ambiente de Criação dos Organismos Aquáticos

Dependendo da finalidade do sistema aquapônico (familiar ou comercial), este pode apresentar um ou múltiplos tanques, nos mais diversos formatos e volumes, variando de poucos litros a vários metros cúbicos, podendo ser construídos de uma infinidade de materiais, desde que sejam resistentes e duráveis, Figura 06.

**Figura 06 - Diferentes Tipos e Formas de Ambientes para Cultivo dos Animais.**



As principais peculiaridades a serem observadas nesses ambientes, são:

- Garantia mínima de 3 mg/L de oxigênio em todo volume de água do tanque;
- Retirada facilitada e contínua dos resíduos produzidos pelos peixes;

Fluxo de água → velocidade da água → taxa de renovação

- Favorecimento da taxa de renovação, pois relaciona-se diretamente à densidade.

Densidade de peixes = 10 kg/m<sup>3</sup> → ½ troca-hora

Densidades maiores que 10 kg/m<sup>3</sup> → 1 troca-hora completa

### 6.3.3.2. Módulo de Filtragem

Em densidades mais elevadas acima de  $10\text{kg/m}^3$  (dez quilos por metro cúbico), torna-se fundamental o uso de filtros que permitam a retirada constante dos resíduos sólidos para evitar o colapso do sistema.

Estes materiais devem ser vistoriados e limpos eriodicamente para evitar entupimento. Alguns sistemas de filtragem ainda dispõem de um tanque “sump” para coleta da água das bancadas de hidroponia, ou pode estar localizado

#### **Figura 07 - Módulo de Filtragem para Tratamento da Água.**



Filtro Tipo Cabeleira

Filtro de Fluxo Radial

Filtro Ciclone

Fonte: (Konrath, 2017 - Projeto Aquaponia Beira Mar)

imediatamente após o filtro, bombeando a água diretamente para as bancadas de hidroponia.

### 6.3.3.3 Sistema de Aeração

A aeração não é exigida apenas pelos peixes, mas também pelas raízes das plantas e pelas bactérias nitrificantes no filtro biológico. A quantidade de oxigênio dissolvido na água deve ser sempre superior a  $3\text{ mg/L}$  e pode ser garantida, através da utilização de compressores ou sopradores de ar.

#### **Figura 08 - Soprador e Compressor de Ar.**



Fonte: Adaptado de google/imagens

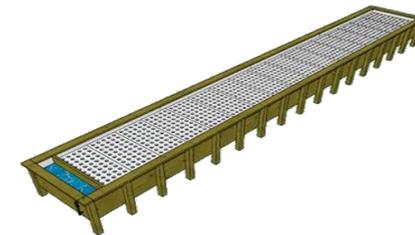
### 6.3.3.3. Ambientes de Cultivo dos Vegetais

Na parte hidropônica do sistema, diversos tipos de ambientes (ou substratos) são utilizados para o cultivo de vegetais em aquaponia, cada um com suas peculiaridades e variações, vantagens e desvantagens. Entre os ambientes de cultivo de vegetais, mais comumente utilizados, destacam-se:

**Figura 09 - Principais Ambientes de Cultivo dos Vegetais.**



**Ambiente de cultivo em cascalho**  
*(Media-filled bed, gravel bed)*



**Ambiente Flutuante**  
*(Deep Water Culture – DWC)*



**Ambiente de cultivo em canaletas**  
*(Nutrient Film Technique-NFT)*



**Ambiente de cultivo em Areia**  
*(Wicking Bed)*

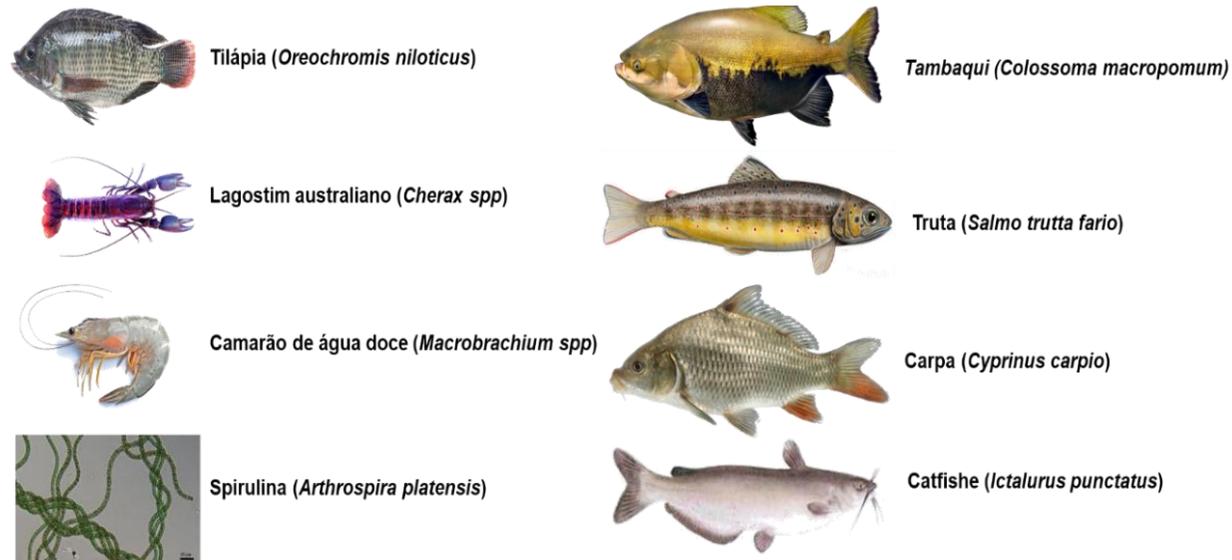
Fonte: Adaptado de: [www.3dwarehouse.sketchup.com](http://www.3dwarehouse.sketchup.com) e Konrath. (2017).

#### 6.3.3.4. Organismos que Compõem o Sistema

##### 6.3.3.4.1. Organismos Aquáticos

Atualmente, existem diversas espécies de peixes, crustáceos e algas que apresentaram nos últimos anos, significativas taxas de crescimento e potencial para serem utilizadas em unidades aquapônicas. Dentre as espécies de peixes, destacam-se a: tilápia (*Oreochromis niloticus*), carpa (*Cyprinus carpio*), truta (*Salmo trutta fario*) e catfish (*Ictalurus punctatus*); espécie nativa como o tambaqui (*Colossoma macropomum*), além de peixes ornamentais. Entre os crustáceos cita-se: o camarão de água doce (*Macrobrachium spp*) e o lagostim australiano (*Cherax spp*). Em relação as alga, a mais estudada até o momento na aquaponia é a microalga Spirulina (*Arthrospira platensis*) utilizada para fabricação de fármacos. O pH é uma variável crítica, para os organismos aquáticos, sendo que o pH ótimo fica entre a faixa de 6,5 e 9,0.

**Figura 10 - Principais Organismos Aquáticos Utilizados em Aquaponia.**

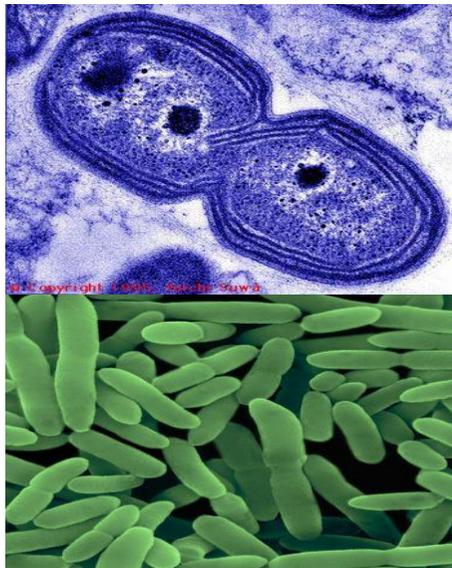


Fonte: Modificado de google/imagens

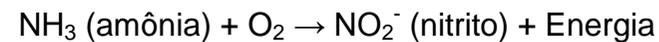
#### 6.3.3.4.2. Micro-organismos Nitrificantes

As bactérias nitrificantes dos gêneros *Nitrosomonas* e *Nitrobacter* são responsáveis pela conversão da amônia (NH<sub>3</sub>) em nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) e nitrito em nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), transformando substâncias tóxicas produzidas pelos peixes em nutrientes assimiláveis pelas plantas. As bactérias nitrificantes são aeróbias, gram-negativas e autotróficas. Em média, o crescimento e formação das colônias suficientemente capazes de estabilizar o ciclo de nitrificação é conseguido de 20 a 40 dias após a introdução dos peixes. As bactérias responsáveis pela nitrificação do amoníaco, são predominantemente aeróbicas e têm como pH ótimo no intervalo entre 7,0 e 8,0, tendo sua atividade reduzida a medida que o pH se distância da neutralidade.

**Figura 11 - Bactérias Nitrificantes: *Nitrossomonas* e *Nitrobacter*.**



#### **Reação quimio-sintética nas *Nitrossomonas*:**



#### **Reação quimio-sintética nas *Nitrobacter*:**

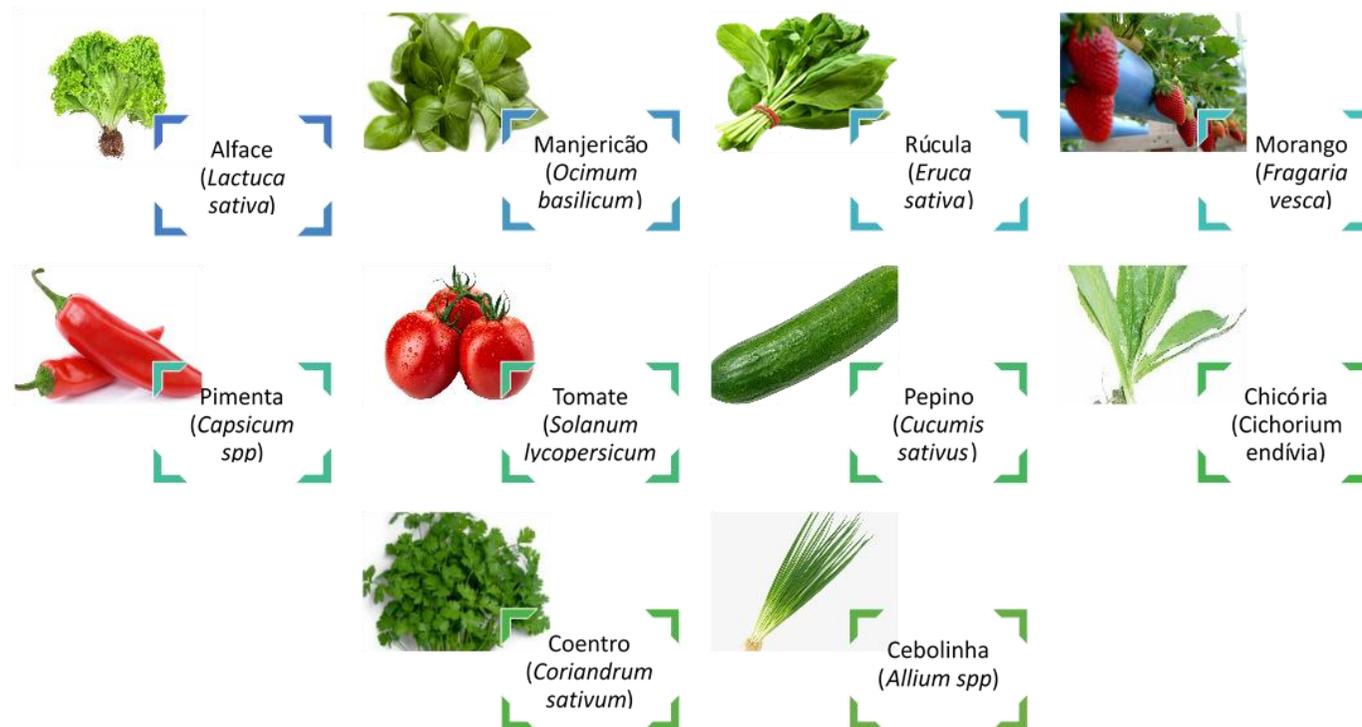


Fonte: (Carneiro et al., 2015)

### 6.3.3.4.3. Vegetais mais Utilizados na Aquaponia

Espécies e variedades vegetais adaptadas a hidroponia são sempre recomendadas para a aquaponia, uma vez que a maioria delas são tolerante a altas quantidades de água em suas raízes, consideráveis variações nas concentrações de nutrientes dissolvidos na solução circulante no sistema sem apresentar sintomas de deficiência nutricional e têm o crescimento ótimo entre o pH de 5,5 e 6,5. Entre os principais vegetais utilizados e que se adaptam bem a esse cultivo, estão:

**Figura 12 - Vegetais Adaptados à Aquaponia.**



Fonte: (Rakocy, 2007)

### 6.3.4. Parâmetros de Qualidade da Água

Em geral, quando se menciona os parâmetros de qualidade da água refere-se a todas as características físicas, químicas e biológicas da água que a tornam adequada para uma utilização específica (Canastra, 2017). Em elevadas concentrações alguns compostos podem ser letais para os organismos aquáticos. Para tanto, recomenda-se o acompanhamento e monitoramento periódico do sistema, os valores de referência dos para parâmetro estão descritos na Tabela 01, abaixo.

**Tabela 01 – Tabela de Referência para variáveis Físico-Químico da Água**

PARÂMETROS	UNIDADE	VALORES DE REFERÊNCIA
Temperatura	°C	26 °C
pH	Mol/L	7
Oxigênio Dissolvido	mg/L <sup>-1</sup>	>3
Condutividade Elétrica	µS/cm <sup>2</sup>	2 – 1,7
Alcalinidade	mg/L <sup>-1</sup>	50
Turbidez	NTU	100
Amônia	mg/L <sup>-1</sup>	<2,0
Nitrito	mg/L <sup>-1</sup>	<0,5
Nitrato	mg/L <sup>-1</sup>	10
Dureza total	mg/L <sup>-1</sup>	50
Cálcio	g	50 - 100
Potássio	mg/L <sup>-1</sup>	100
Ferro	mg/L <sup>-1</sup>	2

Fonte: (Queiroz et. al., 2017).

#### 6.3.4.1. Níveis de pH ótimo e disponibilidade de nutrientes

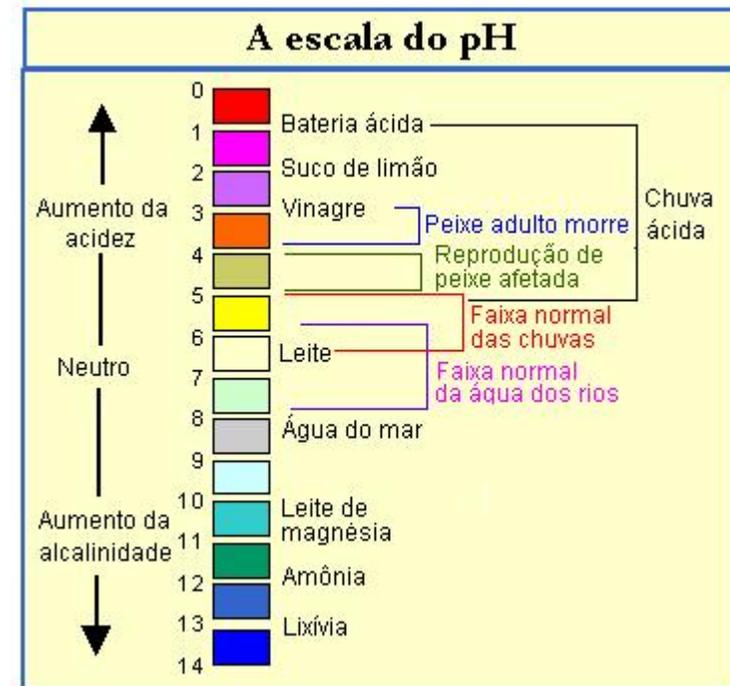
Plantas cultivadas em aquaponia necessitam de 16 nutrientes, além de oxigênio, hidrogênio e carbono, disponíveis na água e na atmosfera. Esses nutrientes classificam-se quanto a disponibilidade em: macronutrientes e micronutrientes.

Entre os macronutrientes estão: Nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). Aqueles que são encontrados em 'pequenas' concentrações são os micronutrientes, sendo eles cloro (Cl), manganês (Mn), boro (B), zinco (Zn), ferro (Fe), cobre (Cu), níquel (Ni) e molibdênio (Mo) (Malavolta, 2006; Waraich, 2011).

O pH exerce influência na absorção dos nutrientes para as plantas mesmo estando disponíveis na água. Nutrientes como ferro, manganês, boro, zinco e cobre

decrecem drasticamente sua disponibilidade para as plantas com níveis de pH superiores a 7,0; nutrientes como fósforo, magnésio, cálcio e molibdênio decrescem em solubilidade em

**Figura 13 - Escala de pH.**



Fonte: [www.pomaresurbanos.com.br/agua/](http://www.pomaresurbanos.com.br/agua/)

### 6.3.5. Como Calcular a Proporção Plantas vs Peixes?

A quantidade de plantas está diretamente ligada à densidade de peixes estocada no sistema, o que por sua vez limita a quantidade de nutrientes disponíveis para as plantas. A literatura disponível, sugere três métodos para mensurar as proporções entre viveiro de peixes e a parte hidropônica.

**Figura 14 - Proporção Planta x Peixes e os Métodos para Calcular.**



- ✓ 1 m<sup>3</sup> volume do tanque, para 1 m<sup>2</sup> da parte vegetal;
- ✓ 60g a 100 g ração/dia para cada m<sup>2</sup> do canteiro;
- ✓ 1 kg/peixe para cada 7kg de planta.

Fonte: (Diver, 2006; Rakocy et al., 2006; Wilson, 2005)

### 6.3.6. Quais são as Vantagens e as Desvantagens do Sistema Aquapônico?

Assim como toda atividade agropecuária a aquaponia apresenta suas vantagens e desvantagens. Certamente, o conhecimento dos pontos fortes e fracos da atividade darão suporte a decisão pela implantação ou não do Sistema Aquapônico.

Na Tabela 02 estão elencados os fatores mais frequentemente citados.

**Tabela 02 - Pontos Fortes e Fracos da Aquaponia.**

<b>VANTAGENS</b>	<b>DESvantagens</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uso mínimo de água na produção de duas culturas;</li> <li>▪ Produção de alimentos em ambientes urbanos, perto dos centros de consumo;</li> <li>▪ Aproveitamento integral dos insumos de água e ração;</li> <li>▪ Aquisição de produtos de alta qualidade, livre de agrotóxicos e antibióticos;</li> <li>▪ Diversificação da produção e incremento contínuo na renda do produtor;</li> <li>▪ Mitigação dos riscos de contaminação de aquíferos;</li> <li>▪ Redução dos riscos de introdução de espécies exógenas a aquíferos;</li> <li>▪ Licenciamento facilitado para a produção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dependência contínua em energia elétrica;</li> <li>▪ Necessidade de conhecimento em muitas áreas da engenharia; hidráulica, olericultura, veterinária, zootecnia, dentre outras;</li> <li>▪ Altos custos de investimento inicial;</li> <li>▪ Pouca tecnologia difundida na área no Brasil.</li> </ul>

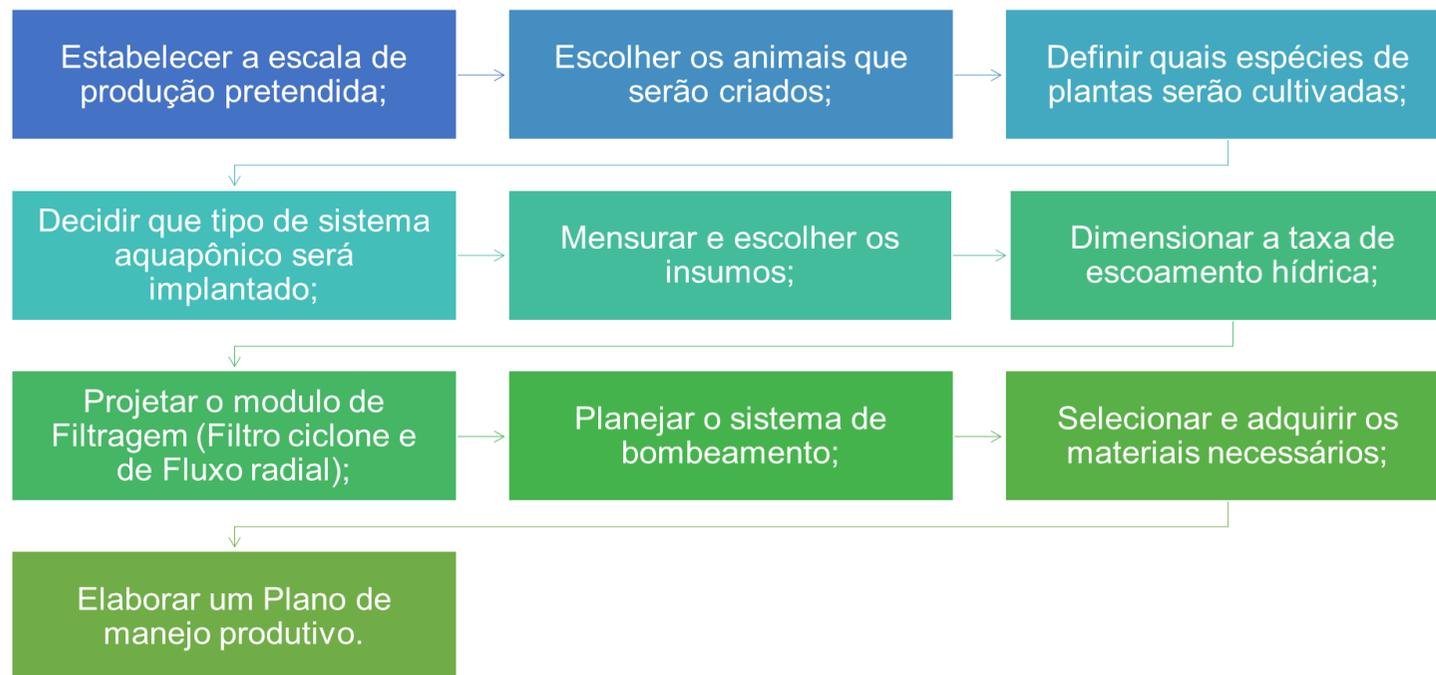
Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

### 6.3.7. Planejando o Empreendimento

Agora, que você decidiu implantar um sistema de produção de alimentos naturais e de boa qualidade para sua família, se faz necessário planejar os primeiros passos.

Entre as premissas básicas, que devem ser consideradas, após a decisão pela implantação do Sistema Aquapônico, destacam-se:

**Figura 15 - Planejamento para Implantação de Sistema Aquapônico.**



Fonte: Adaptado de (Duarte, 2018).

### 6.3.8. Definições Preliminares

A maioria dos sistemas aquapônicos é passível de alterações, principalmente na configuração dos ambientes de cultivo de vegetais, permitindo adaptações às preferências alimentares. Neste guia, o sistema proposto (Tabela 03) tem como componentes básicos: um tanque de criação de peixes adaptado (caixa d'água), um filtro de sólidos decantáveis, um filtro de sólidos em suspensão, um ambiente para produção de hortaliças folhosas tipo NFT, conforme o modelo, proposto por (Somerville, 2014).

**Tabela 03 - Planejamento Inicial de um Sistema em Escala Familiar.**

PRODUÇÃO EM ESCALA FAMILIAR	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Animais: Peixe (Tilápia);</b></li> </ul>	
1.	Estrutura de criação: 01 tanque com capacidade de 1000L (4m³);
2.	Estocagem inicial: 1,5 kg
3.	Alimentação: 10% PV
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Vegetais: Alface</b></li> </ul>	
1.	Área de cultivo: 4m²
2.	Sistema Aquapônico: NFT - 06 canos PVC de 06m de comprimento;
3.	Desnível: 10%;
4.	Espaçamento: 15 cm entre plantas e 15 cm entre canaletas;
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sistema de filtragem e escoamento hídrico</b></li> </ul>	
1.	Filtro sedimentador tipo cabeleira;
2.	Filtro de sólidos em suspensão;
3.	Bomba d'água 2500L/h

## 6.3.9. Materiais Necessários

Tabela 04 - Lista de Materiais Necessários para Construção do Sistema

DESCRIÇÃO DO MATERIAL	UNID.	QUANT.	VALOR UNITÁRIO	SUBTOTAL	% DO TOTAL	IMAGEM
<b>Caixa d'água com tampa 1000 L</b>	Unid.	1	R\$ 325,00	R\$ 325,00	10,63	
<b>Bombona plástica 200 L</b>	Unid.	2	R\$ 90,00	R\$ 180,00	5,89	
<b>Balde 40 L (Mineralizador)</b>	Unid.	2	R\$ 30,00	R\$ 60,00	1,96	
<b>Balde 20 L</b>	Unid.	1	R\$ 15,00	R\$ 15,00	0,49	
<b>Bomba Submersa 2500 L/h</b>	Unid.	1	R\$ 319,90	R\$ 319,90	10,47	
<b>Compressor eletromagnético 16W</b>	Unid.	1	R\$ 281,34	R\$ 281,34	9,20	
<b>Medidor de pH portátil</b>	Unid.	1	R\$ 380,00	R\$ 380,00	12,43	
<b>Magueira de silicone para compressor/aquário</b>	m	5	R\$ 2,25	R\$ 11,25	0,37	
<b>Tudo Soldável PVC 20 mm</b>	Unid.	2	R\$ 17,00	R\$ 34,00	1,11	
<b>Tubo Soldável PVC 25 mm</b>	Unid.	2	R\$ 22,00	R\$ 44,00	1,44	
<b>Tudo Soldável PVC 32 mm</b>	Unid.	2	R\$ 24,00	R\$ 48,00	1,57	
<b>Tubo Esgoto 100 mm</b>	Unid.	6	R\$ 57,95	R\$ 347,70	11,38	
<b>Tudo Esgoto 75 mm</b>	Unid.	3	R\$ 52,00	R\$ 156,00	5,10	

Continuação...

<b>Flange em PVC soldável com anel 20 mm</b>	Unid.	4	R\$ 12,83	R\$ 51,32	1,68	
<b>Flange em PVC soldável com anel 25 mm</b>	Unid.	4	R\$ 24,17	R\$ 96,68	3,16	
<b>Flange em PVC Soldável com anel 32 mm</b>	Unid.	2	R\$ 28,00	R\$ 56,00	1,83	
<b>Tê Soldável PVC 20 mmm</b>	Unid.	3	R\$ 1,39	R\$ 4,17	0,14	
<b>Tê Soldável PVC 25 mm</b>	Unid.	1	R\$ 2,30	R\$ 2,30	0,08	
<b>Tê Soldável PVC 32 mm</b>	Unid.	3	R\$ 4,60	R\$ 13,80	0,45	
<b>Joelho PVC 90° Soldável 20 mm</b>	Unid.	2	R\$ 0,91	R\$ 1,82	0,06	
<b>Joelho PVC 90° Soldável 25 mm</b>	Unid.	2	R\$ 1,10	R\$ 2,20	0,07	
<b>Joelho PVC 90° Soldável 32 mm</b>	Unid.	2	R\$ 3,27	R\$ 6,54	0,21	
<b>Adaptador Sol. Curto com Bolsa e Rosca para Registro 25 mm</b>	Unid.	2	R\$ 0,90	R\$ 1,80	0,06	
<b>Adaptador Sol. Curto com Bolsa e Rosca para Regristro 32 mm</b>	Unid.	4	R\$ 1,54	R\$ 6,16	0,20	
<b>Curva 90° Marrom PVC 20 mm</b>	Unid.	4	R\$ 3,20	R\$ 12,80	0,42	
<b>Bucha de Redução Soldável Curta 32x25 mm</b>	Unid.	4	R\$ 1,10	R\$ 4,40	0,14	

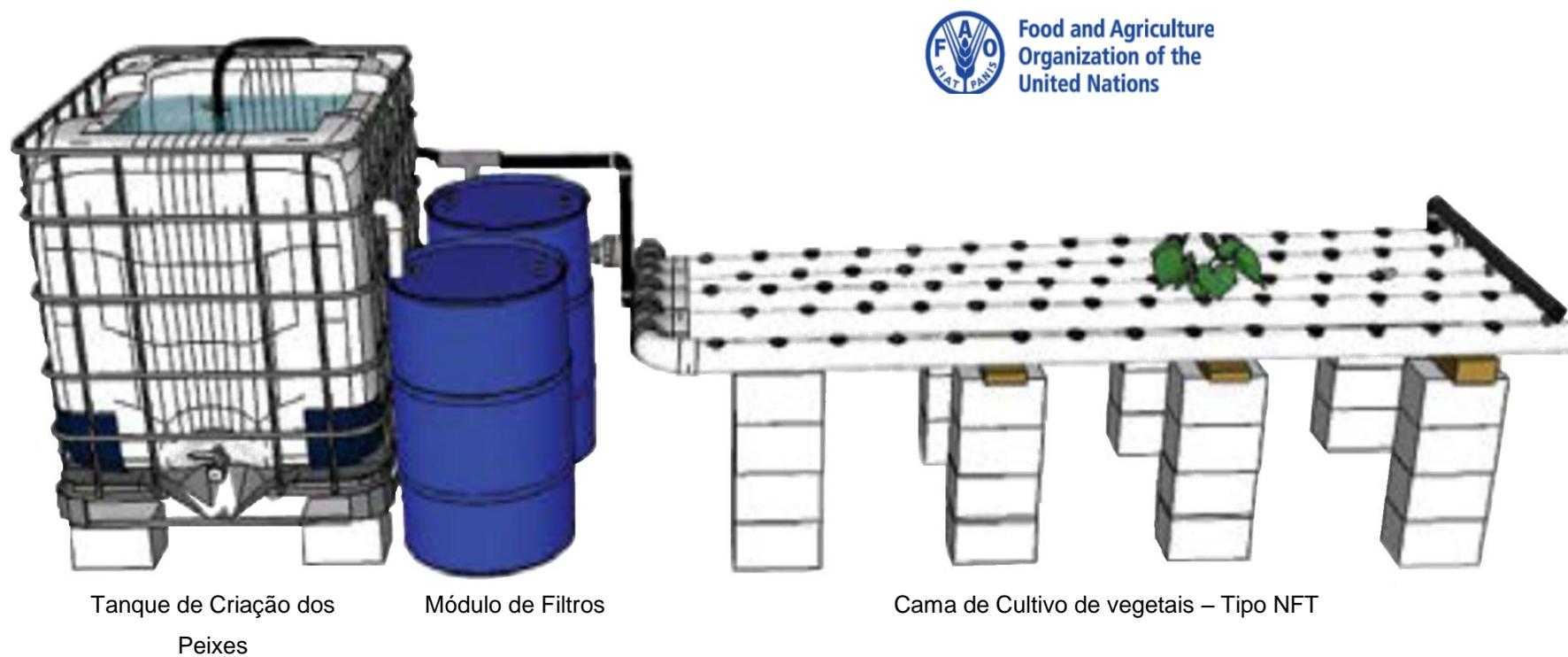
Continuação...

<b>Registro de Esfera em PVC Soldável 20 mm</b>	Unid.	1	R\$ 12,95	R\$ 12,95	0,42	
<b>Registro de Esfera em PVC Soldável 32 mm</b>	Unid.	2	R\$ 19,90	R\$ 39,80	1,30	
<b>Capa de tubo 100 mm</b>	Unid.	12	R\$ 6,70	R\$ 80,40	2,63	
<b>Capa de tubo 75 mm</b>	Unid.	6	R\$ 4,50	R\$ 27,00	0,88	
<b>Mangueira Trançada Cristal de PVC 25 mm</b>	m	5	R\$ 4,80	R\$ 24,00	0,79	
<b>Cola p/ Tubos e Conexões de PVC Rígido</b>	Unid.	4	R\$ 7,90	R\$ 31,60	1,03	
<b>Abraçadeiras plásticas 15 cm (pacote com 20 unidades)</b>	Unid.	1	R\$ 12,40	R\$ 12,40	0,41	
<b>Abraçadeira de metal 32 mm</b>	Unid.	3	R\$ 1,20	R\$ 3,60	0,12	
<b>Tijolo de argila 19 cm x19 cm x 49 cm</b>	Unid.	50	R\$ 2,00	R\$ 100,00	3,27	
<b>Extensão Elétrica 5m</b>	Unid.	1	R\$ 33,13	R\$ 33,13	1,08	
<b>Ripa de madeira mista 3m</b>	Dúzia	0,5	R\$ 48,00	R\$ 24,00	0,79	
<b>Tela sombrite 70%</b>	m²	5	R\$ 15,00	R\$ 75,00	2,45	
<b>Parafusos 7/16" x 2" – com porcas e arruelas</b>	Unid.	30	R\$ 0,28	R\$ 8,40	0,27	
<b>Sementes</b>	Pacote	4	R\$ 3,00	R\$ 12,00	0,39	
<b>Alevinos</b>	Milheiro	0,5	R\$ 220,00	R\$ 110,00	3,60	
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 3.056,46</b>	<b>100,00</b>	

Fonte: Dados da Pesquisa (valores baseados no mercado de Bragança-Pará, outubro, 2018).

6.3.10. Modelo de Sistema em escalar familiar, proposto pela FAO, em 2014.

**Figura 16 - Protótipo de Sistema Aquapônico Familiar.**



Fonte: (Somerville, 2014).

6.3.11. *Check-list* para plano de manejo produtivo**Tabela 05 – Modelo de Plano de Manejo Produtivo**

Manejo Produtivo	Variáveis	Unidades	Valor Referência	Frequencia de Monitoramento		
				Diário	15 dias	30 dias
<b>Avaliação da Eficiência das unidades de Filtragem e da Qualidade da Água</b>	Temperatura	°C	26			
	Oxigênio Dissolvido	mg/L <sup>-1</sup>	> 3			
	pH	Unid de pH	7			
	Turbidez	NTU	100			
	Condutividade elétrica	μS/cm <sup>2</sup>	2 - 1,7			
	Alcalinidade Total	mg/L <sup>-1</sup>	50			
	Dureza total	mg/L <sup>-1</sup>	50			
	Amônia Total	mg/L <sup>-1</sup>	< 2			
	Nitrito	mg/L <sup>-1</sup>	< 0,5			
	Nitrato	mg/L <sup>-1</sup>	10			
	Fosforo Total	g	50-100			
<b>Determinação da Digestibilidade das Rações</b>	Taxa de Alimentação de peixes para produção de folhosas	g/m <sup>2</sup>	40-50			
	Taxa de Alimentação de peixes para produção de frutíferas	g/m <sup>2</sup>	50-100			
<b>Determinação da quantidade de nutrientes disponíveis na água</b>	Estimar a biomassa através da equação = Número de peixes/ Volume do Tanque m <sup>3</sup>					
	Concentração de Nutrientes (CN) = Densidade de peixes/m <sup>3</sup> nos tanques de criação X Quantidade de ração que deve ser ofertada aos peixes/dia X Digestibilidade das rações.					
<b>Avaliação dos Índices Zootécnico</b>	Peso	g				
	Comprimento	cm				
	Altura	cm				

Manejo Produtivo	Variáveis	Unidades	Valor Referência	Frequencia de Monitoramento		
				Diário	15 dias	30 dias
<b>Avaliação do estado da saúde e prevenção de agentes patogênicos dos peixes para garantir o bem-estar animal</b>	Realizar Quarentena para Avaliar	Comportamento				
		Aparecimento de sinais clínicos				
	Fazer Avaliação Clínica	Cor de mucosas				
		Produção de muco				
		Aspectos das brânquias				
		Peso e Comprimento				
	Impedir Predadores					
	Providenciar EPI's para cada ciclo					
Observar ocorrência de doenças						
Manter os registro do manejo em local de facil acesso ao tratador						
<b>Otimização do Manejo do cultivo de Hortaliças e Controle de Pragas e Doenças</b>	Determinar o número de plantas que atingiram o padrão mínimo de tamanho, peso e coloração exigido pelo mercado					
	Anotar o tempo gasto para as plantas alcançarem o tamanho comercial					
	Anotar a ausência ou ocorrência de doenças					
	Coletar amostras dos fragmentos de raízes das plantas para avaliar a ocorrência					
	Controlar diariamente a luminosidade e a temperatura ambiente					
	Realizar medidas de fotossíntese das plantas					
	Realizar as análises foliares					
<b>Avaliação Econômica</b>	Custo Operacional Efetivo	RS				
	Custo Operacional Total	RS				
	Rendimento	Kg/ciclo				
	Preço de Venda	R\$/kg				
	Rceita Bruta	RS				
	Receita Liquida Financeira	RS				
	Lucro Operacional	RS				

Fonte: Adaptado de (Queiroz et al., 2017).

### **6.3.12 Conclusão**

Embora, os sistemas aquapônicos pareçam, simples, os processos de implantação e operação exigem um conhecimento dos pontos fortes e fracos que poderão interferir, diretamente, no sucesso ou insucesso da atividade. Além disso, há a necessidade de se conhecer os três elementos (peixes, bactérias e vegetais) que compõe o sistema, para que as suas necessidades sejam minimamente atendidas.

A Aquaponia aponta para um futuro promissor na produção de alimentos em bases sustentáveis, caso seja bem planejada, executada e monitorada. O diferencial do sistema aquapônico de reduzir a quantidade de água para produzir diversos tipos de alimentos possibilitará baratear os produtos sem perda (ou até com melhora) da qualidade.

As informações contidas nesse guia subsidiarão sua família a produzir alimentos saudáveis, de boa procedência, de forma continuada e, ainda, gerar possibilidades de comercialização do excedente para complementação da renda familiar. Além do mais, o manejo do sistema aquapônico poderá oportunizar às famílias momentos agradáveis de interação com a natureza.

## **Bibliografia**

- ARAUJO, A. F. **Integração de plantas com espécies nativas de peixes em sistema de aquaponia**. Dissertação de Mestrado, 77p.; UFSC. Centro de Ciências Agrárias. Florianópolis-SC, 2015.
- CANASTRA, I. I. O. **Aquaponia: Construção de um sistema de aquaponia a uma escala modelo e elaboração de um manual didático**. Dissertação de Mestrado/ Orientador: António Paulo Alves Ferreira de Carvalho, FCUP-Professor Auxiliar; Co-orientador: Pedro Joshua Caels, Herdade Aberta Nova - Administrador; Recursos Biológicos Aquáticos/Biologia. Portugal, 2017.
- CARNEIRO, P. C. F. **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia**. EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. Laboratório de Pesquisas em Aquaponia - LAPAC. Minicurso Aquirencias. Belo Horizonte, 2016.
- CARNEIRO, P. C. F.; MORAIS, C. A. R. S.; NUNES, M. U. C.; NIZIO MARIA, A.; FUJIMOTO, R. Y. **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia**. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias Tabuleiros Costeiros, Aracaju, 2015.
- DIVER, S. **Aquaponics – Integration of hydroponics with aquaculture**. Publication nº. IP 163. ATTRA, National Sustainable Agriculture Information Service, 2006.
- DUARTE, P. M. R. **Projeto de um Sistema de Aquaponia para regiões urbanas do Sul do Brasil**. Trabalho de conclusão do curso de graduação em Engenharia Agroindustrial e Agroquímica. Orientador: Prof. Dr. Cassiano Ranzan/ Co-Orientador: Prof. Dr. Marcelo Silveira Badejo. Faculdade de Eng. Agroindustrial e Agroquímica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Santo A. da Patrulha, 2018.
- EMERECIANO, M. **Aquaponia – uma breve história**. 2018. Disponível em: <http://www.aquaculturebrasil.com/2018/06/07/aquaponia-uma-breve-historia/>. Acesso em: julho de 2018.
- KONRATH, E. **Projetos Aquaponia Beira Mar**.2017. Disponível em: <https://3dwarehouse.sketchup.com/collection/uf342c93e-d427-49bd-9c53-bf118a0a600e/Aquaponia-e-Hidroponia?sortBy=modifyTime%2520DESC&searchTab=model&hl=pt-BR> Acesso em: outubro de 2018.
- MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. 1 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 638 p. 2006.

- QUEIROZ, J. F.; FREATO, T. A.; BARRETO LUIZ, A. J.; ISHIKAWA, M. M.; FRIGUETTO, R. T. S. **Boas práticas de manejo para sistemas de aquaponia**. Jaguariúna-SP: Embrapa Meio Ambiente. 29 p. – (Documentos / Embrapa Meio Ambiente, ISSN 1516-4961; 113). 2017.
- RAKOCY, J. E. **Ten Guidelines for Aquaponic Systems**. Aquaponics Journal, v.46: 14-17, 2007.
- RAKOCY, J. E.; LOSORDO, T. M.; MASSER, M. P. **Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics: integrating fish and plant culture**. Aquaculture Center Publications, n. 454, p. 1-7, 2006.
- SOMERVILLE, C., COHEN, M., PANTANELLA, E., STANKUS, A. & LOVATELLI, A. **Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming. FAO Fisheries and Aquaculture**. Technical Paper N°. 589. Rome, 2014.
- WARAICH, E. A. et al. **Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants**. Australian Journal of Crop Science, v. 5, n. 6, p. 764-777, 2011.
- WILSON, G. **Australian barramundi farm goes aquaponic**, Aquaponics Journal, 37. Páginas 12–16. Sidney, Australia, 2005.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os resultados obtidos na presente pesquisa, pôde-se averiguar, que no campo científico (pesquisa e extensão), a contribuição para a construção de diretrizes para o desenvolvimento rural em bases sustentáveis, como é o caso da tecnologia aquapônica, iniciou recentemente no Brasil.

Considerando-se que, por se tratar de uma tecnologia que depende de diversos outros fatores (conhecimentos) agregados, sua materialização ainda se dá de forma lenta na região estudada. Apesar disso, foi possível reconhecer que a tecnologia apresenta proximidade ao contexto da agroecologia, pois relaciona-se às formas de produção integrada, com a potencialização do uso e aproveitamento dos recursos naturais.

No desenvolvimento da presente pesquisa, buscou-se envolver todo o contexto da tecnologia aquapônica em suas múltiplas dimensões, nesse caso foi possível deduzir que os mecanismos e estratégias utilizadas na concepção, implementação e execução tiveram objetivos claramente definidos, e alinhados com as percepções encontradas na bibliografia disponível.

No que se refere ao capítulo 1 que trata da caracterização e análise da tecnologia no campo teórico (revisão bibliográfica) foi possível perceber que os sistemas aquapônicos, basicamente, são constituídos por três estruturas principais: os tanques, o módulo de filtragem e as camas de cultivo vegetal.

Os tanque para criação de peixes, dependendo da escala e objetivos produtivos, podem ser vários ou somente um único tanque. O módulo de filtragem, com a função primordial de tratar a água, consiste num filtro mecânico para remoção de partículas sólidas e um reservatório para prover a aeração.

Na cama de cultivo (com ou sem substrato) ocorre a biofiltragem dos nutrientes realizada pelas bactérias nitrificantes e prontamente absorvido pelos vegetais que a compõe. Os organismos presentes tem necessidades diferenciadas e carecem de um ambiente propicio para prosperarem, alcançarem o equilíbrio e os resultados produtivos esperados.

Do ponto de vista da viabilidade econômica da atividade, duas circunstâncias igualmente importantes foram detectadas, o primeiro diz respeito, aos estudos com espécies nativas, pois observou-se uma escassez na literatura sobre o assunto. O segundo relaciona-se a carência de estudos sobre a viabilidade financeira da atividade no Brasil.

Em relação à análise dos dados levantados sobre às experiências estudadas no capítulo 2, constatou-se que estas se construíram a partir da realidade da região em que estavam inseridas e que os sistemas analisados mostraram-se como estratégias de desenvolvimento rural apropriadas para redução dos problemas ambientais provenientes das atividades agroalimentares.

Neste estudo ficou claro que a vontade e a iniciativa do principal ator, representado pelo aquaponista local no intuito de solucionar os problemas advindos com às pressões antrópicas, constituiu-se um grande avanço no caminho de contemplar os vieses em que deve estar embasada a construção de uma nova realidade para a sustentabilidade.

Os desafios, lacunas e limites identificados na pesquisa, estão relacionados a problemas estruturais e institucionais de implementação de políticas públicas do país. Contudo, transformar sistemas convencionais com este contexto de desenvolvimento, necessita de mudanças graduais que, por sua vez, necessitam de janelas de oportunidade abertas para o diálogo.

Nesta perspectiva, considera-se que a elaboração do produto em forma de guia didático contribui para socializar a tecnologia com informações que subsidiam a tomada de decisão em produzir alimentos de qualidade, oportunizando a interação com a natureza.

Por fim, vale ponderar que, um dos maiores desafios à realização deste trabalho foi a tentativa de relacionar três dimensões bastante amplas (o social, o econômico e o ambiental) dentro da aquaponia, enfatizando o viés agroecológico da atividade, como ciência e paradigma, ainda em construção no Brasil.

## REFERÊNCIAS CONSULTADAS

- ALMEIDA, J. **Tecnologia “moderna” versus tecnologia “alternativa”: a luta pelo monopólio da competência tecnológica na agricultura.** Porto Alegre, Programa de Pós-Graduação em Sociologia Rural/UFRGS, 1989.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável.** 4. ed. Porto Alegre. Editora da UFRGS, 2008.
- ALTIERI, M.A. **Agroecology: the scientific basis of alternative agriculture.** Boulder: Westview Press, 1987.
- BERNSTEIN, S. **Aquaponic Gardening: A Step-By-Step Guide to Raising Vegetables and Fish Together.** Ed. New Society Publishers, 336 p. 2011.
- CARRIJO, O. A. e MAKISHIMA, N. **Princípios de hidroponia.** EMBRAPA-CNPQ, Fonte/Imprensa: Embrapa Hortaliças, Brasília, 2000.
- CONWAY, G.R.; BARBIER, E. B. **After the Green Revolution: sustainable agriculture for development.** London: Earthscan Publications, 1990.
- CREPALDI, D. V.; TEIXEIRA, E. A.; FARIA, P. M. C.; RIBEIRO, L. P.; MELO, D. C.; CARVALHO, D.; SOUSA, A. B.; SATURNINO, H. M. **Sistemas de produção na piscicultura.** Revista Brasileira de Reprodução Animal, Belo Horizonte, v. 30, n. 3-4, p. 86-99, 2006.
- DIVER, S. **Aquaponics – Integration of hydroponics with aquaculture.** Publication nº. IP 163. ATTRA, National Sustainable Agriculture Information Service, 2006.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Marco referencial em agroecologia.** Embrapa Informação Tecnológica. ISBN 85-7383-364-5. Brasília-DF 2006.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos.** Roma. 2016.
- FENZL, N. **A sustentabilidade de Sistemas Complexos: conceitos básicos para uma ciência do desenvolvimento sustentável: aspectos teóricos e práticos.** Belém: NUMA/UFPA, 2009.
- FERNANDES; V. M. C. **Padrões para reuso de água residuárias em ambientes urbanos.** Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo – RS, 2006.
- GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável.** ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001.

GODOY, A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades.** RAE – Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

HECHT, S. **La evolución del pensamiento agroecológico.** In Altieri, M. Agroecologia: bases científicas para una agricultura sustentable. Consorcio Latino Americano sobre Agroecología y Desarrollo. Asociación Cubana de Agricultura Orgánica, ACAO, La Habana, Cuba. 1997.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bragança, Pará.** 2012. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/para/braganca.pdf>. Acesso em: outubro de 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal 2016.** Prod. Pec. munic., Rio de Janeiro, v. 44, p.1-51, 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2016/default.shtm>. Acesso em: Agosto de 2017.

MACHADO; P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro. Tít. I/Cap. II, Princípios Gerais do Direito Ambiental.** 21ª ed., revista, ampliada e atualizada, de acordo com a Lei nº 12.651 de 25/05/2012 e Lei nº12.727 de 17/10/2012, Decreto nº 7.830, de 17/10/2012. São Paulo. Malheiros, 2013.

MARTINS, C. I. M.; EDING, E. H.; VERDEGEM, M. C. J.; HEINSBROEK, L. T. N.; SCHNEIDER, O.; BLANCHETON, J. P.; D'ORBCASTEL, E. R.; VERRETH, J. A. J. **New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability.** Aquacultural Engineering, v. 43, n. 3, p. 83-93, 11// 2010. ISSN 0144-8609. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860910000671> >. Acesso em outubro de 2018.

MATSON, J. **Fisgando peixes e plantas.** Scientific American Brasil, [S.l.], n. 89, 2008. Disponível em: <[http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/fisgando\\_peixes\\_-\\_e\\_plantas\\_2.html](http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/fisgando_peixes_-_e_plantas_2.html)>. Acesso em: 11/01/ 2018.

MORIN, E. **Introdução ao Pensamento Complexo.** 3ª ed. Instituto Piaget. Lisboa, Portugal, 2001.

PARÁ, Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças (SEPOF). 2008. **Plano Plurianual para o período 2008-2011.** Disponível em: [http://www.sepof.pa.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=53&Itemid=91](http://www.sepof.pa.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=91). Acesso em: outubro de 2018.

PRODES, Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. 2012. **Taxas Anuais de Desflorestamento da Amazônia Legal por Município - ano base 2011**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>. Acessado em: 01/junho/2012.

RAKOCY, J. E. **Aquaponics — Integrating Fish and Plant Culture**. In: TIDWELL, J. H. (Ed.). **Aquaculture Production Systems**. 1. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012.

RAKOCY, J. E. **Ten Guidelines for Aquaponic Systems**. *Aquaponics Journal*, v.46: 14-17, 2007.

RAKOCY, J. E.; LOSORDO, T. M.; MASSER, M. P. **Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics: integrating fish and plant culture**. *Aquaculture Center Publications*, n. 454, p. 1-7, 2006.

RAKOCY, J.E.; BAILEY, D.S.; SHULTZ, R. C. AND THOMAN, E. S. **Update on tilapia and vegetable production in the UVI aquaponic system**. In: *New Dimensions in Farmed Tilapia: Proceedings of the Sixth International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. Bureau of Fisheries and Aquatic Resources, Manila, Philippines, 2004.

SILVA, M. S. G. M.; LOSEKANN, M. E.; HISANO, H. **Aquicultura: manejo e aproveitamento de efluentes**. Jaguariúna, SP. Embrapa Meio Ambiente, 2013.

SOMERVILLE, C., COHEN, M., PANTANELLA, E., STANKUS, A. & LOVATELLI, A. **Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming. FAO Fisheries and Aquaculture**. Technical Paper N°. 589. Rome, 2014.

TREINTA, F. T.; FARIAS FILHO, J. R.; SANT'ANNA, A. P.; RABELO, L. M. **Metodologia de pesquisa bibliográfica com a utilização de método multicritério de apoio à decisão**. 2014. *Production*, v. 24, n. 3, p. 508-520. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132013005000078>>. Acesso em outubro de 2018.

TYSON, R. V., TREADWEL, D.D., SIMONNE, E.H. **Opportunities and challenges to sustainability in aquaponic systems**. *Horttechnology* 21, 1–13. 2011.

UNIC Rio - Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Edição de 13 de outubro de 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 27/12/2017.

# **ANEXOS**

**RESOLUÇÃO nº 413, DE 26 DE JULHO DE 2009**  
**Publicada no DOU nº 122, de 30 de junho de 2009, págs. 126-129**

Correlações:

- Alterada pela Resolução 459/2013 (acrescenta § 5º ao art. 6º; acrescenta §§ 1º, 2º e 3º ao art. 9º; nova redação ao inciso II do art. 10; acrescenta o art. 23-A; acrescenta o anexo VIII)

*Dispõe sobre o licenciamento ambiental da  
aquicultura, e dá outras providências*

O **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA**, no uso da competência que lhe é conferida pelo art. 8º, inciso I, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e o que consta do Processo nº 02000.000348/2004-64, e

Considerando a função sócio-ambiental da propriedade, prevista nos artigos 5º, inciso XXIII, 170, inciso VI, 182 § 2º, 186, inciso II e 225 da Constituição Federal;

Considerando que a outorga de direitos de uso de recursos hídricos, conforme a Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, tem como objetivos assegurar o controle qualitativo e quantitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água;

Considerando que é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios fomentar a produção agropecuária e organizar o abastecimento alimentar conforme o inciso VIII do Art. 23 da Constituição Federal;

Considerando os dispositivos do Decreto 4895/03 e suas regulamentações, os quais dispõem sobre os procedimentos relativos à autorização de uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura;

Considerando o disposto na Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências;

Considerando o disposto na Resolução CONAMA nº 369 de 28 de março de 2006, que estabelece diretrizes para os casos excepcionais de intervenção ou supressão de vegetação em Áreas de Preservação Permanente;

Considerando a Resolução CONAMA nº 312, de 10 de outubro de 2002, que trata do licenciamento ambiental da carcinicultura na zona costeira, não inclui os demais segmentos da aquicultura no seu escopo;

Considerando a Resolução CONAMA nº 237 de 19 de dezembro de 1997;

Considerando os benefícios nutricionais, sociais, ambientais e econômicos que estão geralmente associados ao desenvolvimento sustentável e ordenado da aquicultura;

Considerando a necessidade de ordenamento e controle da atividade aquícola com base numa produção ambientalmente correta com todos os cuidados na proteção dos remanescentes florestais e da qualidade das águas, inclusive em empreendimentos já existentes, resolve:

Art. 1º Esta Resolução tem como objeto estabelecer normas e critérios para o licenciamento ambiental da aquicultura.

§ 1º O disposto nesta Resolução não se aplica aos empreendimentos relativos à carcinicultura em zona costeira, objeto da Resolução CONAMA nº 312, de 10 de outubro de 2002.

§ 2º No caso do licenciamento ambiental de empreendimentos aquícolas localizados em águas de domínio da União, além do disposto nesta Resolução, deverão ser seguidas as normas específicas para a obtenção de Autorização de Uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União.

§ 3º A licença prévia ou licença única ambiental deverá ser apresentada ao órgão responsável para obtenção da Autorização referida no § 2º.

Art. 2º Os procedimentos estabelecidos nesta Resolução, aplicam-se, em qualquer nível de competência, ao licenciamento ambiental de atividades e empreendimentos de aquicultura, sem prejuízo dos processos de licenciamento já disciplinados pelos Estados, Municípios e Distrito Federal em legislações específicas, considerando os aspectos ambientais locais.

Art. 3º Para efeito desta Resolução são adotados os seguintes conceitos:

I - Aquicultura: o cultivo ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático;

II - Área Aquícola: espaço físico contínuo em meio aquático, delimitado, destinado a projetos de aquicultura, individuais ou coletivos;

III - Espécie alóctone ou exótica: espécie que não ocorre ou não ocorreu naturalmente na UGR considerada;

IV - Espécie nativa ou autóctone: espécie de origem e ocorrência natural em águas da UGR considerada;

V - Formas jovens: alevinos, girinos, imagos, larvas, mudas de algas marinhas destinados ao cultivo, náuplios, ovos, pós-larvas e sementes de moluscos bivalves;

VI - Manifestação prévia dos órgãos e entidades gestoras de recursos hídricos: qualquer ato administrativo emitido pela autoridade outorgante competente, inserido no procedimento de obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos, que corresponda à outorga preventiva, definida na Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, destinada a reservar vazão passível de outorga, possibilitando aos investidores o planejamento de empreendimentos que necessitem desses recursos;

VII - Parque Aquícola: espaço físico contínuo em meio aquático, delimitado, que compreende um conjunto de áreas aquícolas afins, em cujos espaços físicos intermediários podem ser desenvolvidas a outras atividades compatíveis com a prática de aquicultura;

VIII - Porte do empreendimento aquícola: classificação dos projetos de aquicultura utilizando como critério a área ou volume efetivamente ocupado pelo empreendimento, com definição de classes correspondentes a pequeno, médio e grande porte;

IX - Potencial de severidade das espécies: critério baseado na característica ecológica da espécie e no sistema de cultivo a ser utilizado;

X - Potencial de impacto ambiental: critério de classificação dos empreendimentos de aquicultura em função de seu porte e do potencial de severidade das espécies;

XI - Sistema de Cultivo: conjunto de características ou processos de produção utilizados por empreendimentos aquícolas, sendo dividido nas modalidades Intensiva, Semi-Intensiva e Extensiva;

XII - Sistema de Cultivo Extensivo: sistema de produção em que os espécimes cultivados dependem principalmente de alimento natural disponível, podendo receber complementarmente alimento artificial e tendo como característica a média ou baixa densidade de espécimes, variando de acordo com a espécie utilizada.

XIII - Sistema de Cultivo Intensivo: sistema de produção em que os espécimes cultivados dependem integralmente da oferta de alimento artificial, tendo como uma de suas características a alta densidade de espécimes, variando de acordo com a espécie utilizada;

XIV - Sistema de Cultivo Semi-Intensivo: sistema de produção em que os espécimes cultivados dependem principalmente da oferta de alimento artificial, podendo buscar suplementarmente o alimento natural disponível, e tendo como característica a média ou baixa densidade de espécimes, variando de acordo com a espécie utilizada;

XV - Unidade Geográfica Referencial (UGR): a área abrangida por uma região hidrográfica, ou no caso de águas marinhas e estuarinas, faixas de águas litorâneas compreendidas entre dois pontos da costa brasileira, listadas abaixo:

a) UGR de águas continentais, as regiões hidrográficas definidas na Resolução do CNRH nº 32, de 15 de outubro de 2003, listadas abaixo:

1. Região Hidrográfica Amazônica
2. Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia
3. Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental
4. Região Hidrográfica do Parnaíba
5. Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental
6. Região Hidrográfica do Rio São Francisco
7. Região Hidrográfica Atlântico Leste
8. Região Hidrográfica Atlântico Sudeste
9. Região Hidrográfica Atlântico Sul
10. Região Hidrográfica do Uruguai
11. Região Hidrográfica do Paraná
12. Região Hidrográfica do Paraguai

b) UGR de águas estuarinas e marinhas brasileiras:

1. Norte - do Estado do Amapá até Cabo Frio (lat. 22° 52' 46" - long. 42° 01' 07"), no Estado do Rio de Janeiro;

2. Sul - de Cabo Frio (lat. 22° 52' 46" - long. 42° 01' 07"), no Estado do Rio de Janeiro, até o Estado do Rio Grande do Sul.

Art. 4º O Porte dos Empreendimentos Aquícolas será definido de acordo com a sua área ou volume, para cada atividade, conforme tabela 1 do Anexo I.

Art. 5º O Potencial de severidade das espécies utilizadas pelo empreendimento será definido conforme a relação entre a espécie utilizada e o tipo de sistema de cultivo utilizado pelo empreendimento, observando os critérios estabelecidos na Tabela 2 do Anexo I:

§ 1º Nos empreendimentos aquícolas com cultivo de várias espécies prevalecerá, para fins de enquadramento, na tabela de que trata o caput, o caso mais restritivo em termos ambientais.

§ 2º Os empreendimentos que utilizem policultivo ou sistemas integrados que demonstrem a melhor utilização dos recursos e a redução de resíduos sólidos e líquidos, bem como os que possuem sistemas de tratamentos de efluentes ou apresentem sistemas de biossegurança poderão ser enquadrados numa das classes de menor impacto.

Art. 6º Para a definição dos procedimentos de licenciamento ambiental, os empreendimentos de aquicultura serão enquadrados em uma das nove classes definidas na Tabela 3 do Anexo I, conforme a relação entre o porte do empreendimento aquícola e o potencial de severidade da espécie utilizada no empreendimento, constantes, respectivamente, das tabelas 1 e 2 do Anexo I desta Resolução.

§ 1º Os empreendimentos aquícolas de pequeno porte, independentemente do potencial de severidade das espécies (PB, PM e PA) e os de médio porte com baixo potencial de severidade das espécies (MB) poderão, a critério do órgão ambiental licenciador, ser licenciados por meio de procedimento simplificado de licenciamento ambiental, conforme documentação mínima constante do Anexo II, desde que:

I - não estejam em regiões de adensamento de cultivos aquícolas, assim definido pelo órgão ambiental licenciador;

II - não seja ultrapassada a capacidade de suporte dos ambientes aquáticos dulcícolas públicos;

III - não demandem a construção de novos barramentos de cursos d'água.

IV - não se encontrem em trecho de corpo d'água que apresente floração recorrente de cianobactérias acima dos limites previstos na Resolução Conama 357/05, e que possa influenciar a qualidade da água bruta destinada ao abastecimento público.

§ 2º Nos casos dos empreendimentos aquícolas de pequeno porte e baixo potencial de severidade da espécie (PB), a critério do órgão ambiental licenciador, o licenciamento ambiental poderá ser efetuado mediante licença única, compreendendo a localização, instalação e operação do empreendimento, ou documento equivalente previsto na legislação do órgão ambiental licenciador, e desde que, obrigatoriamente, atenda aos critérios constantes no parágrafo anterior.

§ 3º Os empreendimentos de pequeno porte com médio e alto potencial de severidade das espécies (PM e PA) e os de médio porte com baixo potencial de severidade das espécies (MB) enquadrados como passíveis do procedimento simplificado de licenciamento ambiental, conforme § 1º, deverão apresentar, além dos documentos do Anexo II, a documentação mínima constante do Anexo IV.

§ 4º Os empreendimentos das demais categorias (MM, MA, GB e GM e GA) serão licenciados por meio do procedimento ordinário de licenciamento ambiental, devendo apresentar, no mínimo, os documentos constantes do Anexo V.

§ 5º O disposto neste artigo não se aplica aos empreendimentos sujeitos ao licenciamento simplificado de que trata o art. 9º. *(Acréscitado pela Resolução nº 459/2013)*

Art. 7º Os empreendimentos de pequeno porte e que não sejam potencialmente causadores de significativa degradação do meio ambiente poderão, a critério do órgão ambiental licenciador, desde que cadastrados nesse órgão, ser dispensados do licenciamento ambiental.

Art. 8º Poderá ser admitido um único processo de licenciamento ambiental para empreendimentos de pequeno porte em regiões adensadas com atividades similares, desde que definido o responsável legal pelo conjunto de empreendimentos ou atividades.

Art. 9º O licenciamento ambiental de parques aquícolas será efetivado em processo administrativo único e a respectiva licença ambiental englobará todas as áreas aquícolas.

§ 1º Poderá ser emitida licença ambiental única, por meio de procedimento simplificado, para os parques aquícolas que se situarem em reservatórios artificiais quando estes atenderem aos seguintes critérios:

I - enquadramento na capacidade de suporte do corpo hídrico para fins de aquicultura, de acordo com definição fornecida pelo órgão responsável pela outorga de direito de uso de recursos hídricos; e

II - utilização de espécie nativa ou autóctone; ou

III - utilização de espécie alóctone ou exótica, desde que sejam apresentadas medidas de mitigação dos impactos potenciais, conforme Anexo VIII. *(Acréscitado pela Resolução nº 459/2013)*

§ 2º O disposto no inciso III do § 1º não se aplica aos parques aquícolas localizados nas Regiões Hidrográficas Amazônica e do Paraguai. *(Acréscitado pela Resolução nº 459/2013)*

§ 3º Para o procedimento simplificado previsto no § 1º deverá ser apresentado:

I - documentação mínima solicitada para o procedimento simplificado de licenciamento ambiental com licença ambiental única, conforme Anexo II;

II - anteprojeto técnico do empreendimento, acompanhado de anotação ou registro de responsabilidade técnica;

III - autorização de desmatamento ou de supressão de vegetação, expedida pelo órgão ambiental competente, quando for o caso;

IV - estudo ambiental do empreendimento, conforme Anexo V;

V - programa de monitoramento ambiental, conforme Anexo VI; e

VI - medidas de mitigação dos impactos potenciais quando da utilização de espécies alóctones ou exóticas, conforme Anexo VIII.” *(Acréscitado pela Resolução nº 459/2013)*

Art. 10. A instrução inicial do processo de licenciamento ambiental de empreendimentos de aquicultura deverá incluir os seguintes requisitos:

I - apresentação pelo empreendedor de requerimento de licenciamento ambiental

~~II - classificação do empreendimento aquícola pelo órgão ambiental licenciador, conforme Tabela 3 do Anexo I.~~

II - classificação de empreendimento aquícola pelo órgão licenciador, conforme tabela 3 do Anexo I desta Resolução, exceto para os parques aquícolas que se enquadrem no § 1º do art. 9 desta Resolução. *(Nova redação dada pela Resolução nº 459/2013)*

III - apresentação dos documentos e das informações pertinentes, referenciadas nos Anexos II e III desta Resolução, de acordo com o enquadramento do empreendimento quanto à tipologia do licenciamento ambiental a ser utilizada.

Art. 11. O órgão ambiental licenciador deverá exigir, no âmbito do processo de licenciamento ambiental, os seguintes documentos expedidos pelo órgão gestor de recursos hídricos, quando couber:

I - Manifestação prévia, na fase da licença ambiental prévia.

II - Outorga de direito de uso de recursos hídricos, na fase da licença ambiental de operação ou no licenciamento ambiental em etapa única.

Parágrafo único. A outorga de direito de uso de recursos hídricos poderá ser exigida na fase de licença ambiental de instalação, se houver a utilização de água nessa fase.

Art. 12. Na ampliação de empreendimentos de aquicultura deverão ser apresentados estudos ambientais referentes ao seu novo enquadramento, com base nesta Resolução.

Art. 13. A edificação de instalações complementares ou adicionais do empreendimento, assim como a permanência no local de equipamentos indispensáveis, só será permitida quando previamente caracterizadas no memorial descritivo do projeto e devidamente autorizadas pelos órgãos competentes.

Art. 14. A atividade de aquicultura somente será permitida quando houver a utilização de espécies autóctones ou nativas, ou, no caso de espécies alóctones ou exóticas, quando constar de ato normativo federal específico que autorize a sua utilização.

Art. 15. O uso de formas jovens na aquicultura somente será permitido:

I - quando fornecidas por laboratórios registrados junto ao órgão federal no que compete à sanidade e devidamente licenciados pelo órgão ambiental competente;

II - quando extraídas de ambiente natural e autorizado na forma estabelecida na legislação pertinente;

III - quando se tratar de moluscos bivalves obtidos por meio de fixação natural em coletores artificiais, devidamente autorizados pelos órgãos competentes.

§ 1º A hipótese prevista no inciso II somente será permitida quando se tratar de moluscos bivalves, algas macrófitas ou, quando excepcionalmente autorizados pelo órgão ambiental competente, de outros organismos.

§ 2º O aquicultor é responsável pela comprovação da origem das formas jovens introduzidas nos cultivos.

§ 3º Nos casos de organismos provenientes de fora das fronteiras nacionais deverá ser observada a legislação específica, não sendo exigido licenciamento ambiental do laboratório de origem.

Art. 16. Para as etapas de licenciamento ambiental de unidades produtoras de formas jovens de organismos aquáticos deverá ser cumprido o disposto no termo de referência elaborado pelo órgão ambiental licenciador, observadas as informações mínimas listadas no Anexo VII, de acordo com a sua pertinência, sem prejuízo de outras informações que sejam consideradas relevantes.

Art. 17. O licenciamento ambiental de empreendimentos de aquicultura em Zona Costeira deve observar os critérios e limites definidos no Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro, Plano

Nacional de Gerenciamento Costeiro, Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro e Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura (PLDM), sem prejuízo do atendimento aos demais instrumentos normativos de uso dos recursos pesqueiros.

Parágrafo único. A inexistência dos critérios e limites definidos nos instrumentos constantes do caput não impossibilita o licenciamento ambiental de empreendimentos de aquicultura.

Art. 18. Os empreendimentos de aquicultura, quando necessário, deverão implantar mecanismos de tratamento e controle de efluentes que garantam o atendimento aos padrões estabelecidos na legislação ambiental vigente.

Parágrafo único. Os empreendimentos em que seja tecnicamente necessário qualquer mecanismo de tratamento ou controle de efluentes deverão apresentar ao órgão ambiental licenciador projeto compatível com o disposto no caput deste artigo.

Art. 19. O órgão ambiental licenciador poderá exigir do empreendedor a adoção de medidas econômica e tecnologicamente viáveis de prevenção e controle de fuga das espécies cultivadas, devendo estas medidas constarem obrigatoriamente como condicionantes das licenças emitidas.

Art. 20. O órgão ambiental licenciador exigirá a adoção de padrões construtivos viáveis que reduzam as possibilidades de erosão e rompimento de taludes em caso de empreendimentos aquícolas em ambiente terrestre.

Art. 21. No encerramento das atividades de aquicultura deverá ser apresentado ao órgão ambiental um Plano de Desativação e Recuperação, com cronograma de execução.

Art. 22. Os empreendimentos em operação e que não possuem licença ambiental na data de publicação desta Resolução, deverão regularizar sua situação em consonância com o órgão ambiental licenciador.

§ 1º A regularização da situação se fará mediante a obtenção da Licença de Operação-LO, nos termos da legislação em vigor, para a qual será exigida a apresentação da documentação pertinente, contendo, no mínimo:

I - Descrição geral do empreendimento, conforme Anexo III

II - Estudos ambientais pertinentes e medidas mitigadoras e de proteção ambiental, a critério do órgão ambiental licenciador;

III - Instrumentos gerenciais existentes ou previstos para assegurar a implementação das medidas preconizadas

§ 2º Os empreendimentos referidos no caput deste artigo deverão requerer a regularização junto ao órgão ambiental competente no prazo máximo de 365 dias, contados a partir da data de publicação desta Resolução.

Art. 23. A licença ambiental para atividades ou empreendimentos de aquicultura poderá ser concedida sem prejuízo do atendimento das demais disposições legais vigentes.

Art. 23-A. Para atendimento dos requerimentos estabelecidos nos itens 5 e 6 do anexo V, o empreendedor poderá se valer de dados secundários. *(Acréscido pela Resolução nº 459/2013)*

Art. 24. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, aplicando-se seus efeitos aos processos de licenciamento em tramitação nos órgãos ambientais competentes, inclusive os casos de renovação, em que ainda não tenha sido expedida alguma das licenças exigíveis.

Fica acrescido o Anexo VIII à Resolução 413, de 2009. *(Acréscido pela Resolução nº 459/2013)*

**CARLOS MINC**  
Presidente do Conselho

ANEXO I

CRITÉRIOS DE PORTE E DE POTENCIAL DE SEVERIDADE DAS ESPÉCIES PARA CLASSIFICAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS AQUÍCOLAS

Tabela 1 - Porte do empreendimento aquícola

		Atividade				
		Carcinicultura de água doce e Piscicultura em viveiros escavados Área (ha)	Carcinicultura de água doce e Piscicultura em tanques-rede ou tanque-revestido Volume (m <sup>3</sup> )	Ranicultura Área (m <sup>2</sup> )	Malacocultura Área (ha)	Algicultura Área (ha)
Porte	Pequeno (P)	< 5	< 1.000	< 400	< 5	< 10
	Médio (M)	5 a 50	1.000 a 5.000	400 a 1.200	5 a 30	10 a 40
	Grande (G)	> 50	> 5.000	> 1.200	> 30	> 40

Tabela 2 - Potencial de severidade das espécies

		Característica ecológica da espécie			
		Autóctone ou nativa		Alóctone ou exótica	
		Não-Carnívora / onívora / autotrófica	Carnívora	Não-Carnívora / onívora/autotrófica	Carnívora
Sistema de cultivo	Extensivo	B	B	M	M
	Semi-Intensivo	B	M	M	A
	Intensivo	M	M	A	A

Legenda: Potencial de severidade das espécies B= Baixo; M=Médio; A=Alto

Tabela 3 - Potencial de impacto ambiental

		Potencial de severidade da espécie		
		Baixo (B)	Médio (M)	Alto (A)
Porte	Pequeno (P)	PB	PM	PA
	Médio (M)	MB	MM	MA
	Grande (G)	GB	GM	GA

Legenda:

PB=pequeno porte com baixo potencial de severidade da espécie;  
 PM=pequeno porte com médio potencial de severidade da espécie;  
 PA=pequeno porte com alto potencial de severidade da espécie;  
 MB=médio porte com baixo potencial de severidade da espécie;  
 MM=médio porte com médio potencial de severidade da espécie;  
 MA=médio porte com alto potencial de severidade da espécie;  
 GB=grande porte com baixo potencial de severidade da espécie;  
 GM=grande porte com médio potencial de severidade da espécie;  
 GA=grande porte com alto potencial de severidade da espécie.

## ANEXO II

### DOCUMENTAÇÃO MÍNIMA SOLICITADA PARA O PROCEDIMENTO SIMPLIFICADO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL COM LICENÇA AMBIENTAL ÚNICA (empreendimentos classificados como PB)

- Requerimento de licenciamento ambiental do empreendimento.
- Cadastro do empreendimento, corretamente preenchido pelo requerente (Anexo III).
- Certificado de Regularidade no Cadastro Técnico Federal de Atividades Poluidoras (IBAMA).
- Cópia de identificação da pessoa jurídica (CNPJ), acompanhado e do contrato social ou da pessoa física (CPF).
- Certidão de averbação de reserva legal, quando couber.
- Comprovação de propriedade, posse ou cessão da área do empreendimento.
- Comprovante de pagamento de taxa de licenciamento ambiental, quando couber.
- Outorga de direito de uso de recursos hídricos, quando couber.
- Anuência do órgão gestor da unidade de conservação, quando couber.
- Certidão da prefeitura municipal declarando que o local e o tipo de empreendimento ou atividade estão em conformidade com a legislação aplicável ao uso e ocupação do solo, quando couber.
- Autorização do IBAMA quando se tratar de introdução ou translocação de espécies e reintrodução apenas em casos de espécimes oriundos de fora das fronteiras nacionais.

### DOCUMENTAÇÃO MÍNIMA SOLICITADA PARA O PROCEDIMENTO SIMPLIFICADO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL (empreendimentos classificados como PM, PA e MB)

- Requerimento de licenciamento ambiental do empreendimento.
- Cadastro do empreendimento, corretamente preenchido pelo requerente (Anexo III).
- Certificado de Regularidade no Cadastro Técnico Federal de Atividades Poluidoras (IBAMA).
- Cópia de identificação da pessoa jurídica (CNPJ), acompanhada do contrato social ou da pessoa física (CPF).
- Certidão de averbação de reserva legal, quando couber.
- Comprovação de propriedade, posse ou cessão da área do empreendimento.
- Comprovante de pagamento de taxa de licenciamento ambiental, quando couber.
- Outorga de direito de uso de recursos hídricos, quando couber.
- Relatório Ambiental - RA conforme Anexo IV,
- Anuência do órgão gestor da unidade de conservação, quando couber.
- Certidão da prefeitura municipal declarando que o local e o tipo de empreendimento ou atividade estão em conformidade com a legislação aplicável ao uso e ocupação do solo, quando couber.
- Autorização do IBAMA quando se tratar de introdução ou translocação de espécies e reintrodução apenas em casos de espécimes oriundos de fora das fronteiras nacionais.

### DOCUMENTAÇÃO MÍNIMA SOLICITADA PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL ORDINÁRIO

#### LICENÇA PRÉVIA

- Requerimento de licenciamento ambiental do empreendimento.
- Certificado de Regularidade no Cadastro Técnico Federal de Atividades Poluidoras (IBAMA).
- Cópia de identificação da pessoa jurídica (CNPJ), acompanhado do contrato social, ou da pessoa física (CPF).
- Cópia da publicação da solicitação da licença prévia.
- Certidão da prefeitura municipal declarando que o local e o tipo de empreendimento ou atividade estão em conformidade com a legislação aplicável ao uso e ocupação do solo, quando couber.
- Certidão de averbação de reserva legal, quando couber.-
- Comprovante de pagamento de taxa de licenciamento ambiental.
- Planta de localização da área do empreendimento, em escala adequada, com indicação das intervenções nas Áreas de Preservação Permanente.
- Anteprojeto técnico do empreendimento, acompanhado de anotação ou registro de responsabilidade técnica.
- Estudo ambiental do empreendimento, conforme Anexo V
- Anuência do órgão gestor da unidade de conservação, quando couber.
- Autorização do IBAMA quando se tratar de introdução ou translocação de espécies e reintrodução apenas em casos de espécimes oriundos de fora das fronteiras nacionais.

## DOCUMENTAÇÃO MÍNIMA SOLICITADA PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL ORDINÁRIO

### LICENÇA DE INSTALAÇÃO

- Requerimento de Licença de Instalação do empreendimento.
- Cópia da Licença Prévia e da publicação de sua concessão em jornal de circulação regional e no diário oficial do estado.
- Cópia da publicação da solicitação da Licença de Instalação.
- Certificado de regularidade do Cadastro Técnico Federal de Atividades Poluidoras (IBAMA).
- Certificado de registro do imóvel ou contrato de arrendamento ou locação, caso não tenha sido apresentado na fase anterior.
- Comprovante de pagamento de taxa de licenciamento ambiental, quando couber.
- Autorização de desmatamento ou de supressão de vegetação, expedida pelo órgão ambiental competente, quando for o caso.
- Comprovação de propriedade, posse ou cessão da área do empreendimento

## DOCUMENTAÇÃO MÍNIMA SOLICITADA PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL ORDINÁRIO

### LICENÇA DE OPERAÇÃO

- Requerimento de Licença de Operação do empreendimento.
- Comprovante do recolhimento da taxa ambiental referente a licença de operação ou para sua renovação.
- Certificado de registro do imóvel ou contrato de arrendamento ou locação, caso não tenha sido apresentado na fase anterior.
- Cópia da publicação da concessão da Licença de Instalação.
- Cópia da publicação do pedido da Licença de Operação.
- Certificado de regularidade do Cadastro Técnico Federal de Atividades Poluidoras (IBAMA).
- Cópia do alvará de funcionamento para o empreendimento, concedida pela prefeitura municipal.
- Comprovante de pagamento de taxa de licenciamento ambiental, quando couber.
- Programa de monitoramento ambiental - anexo VI

## ANEXO III

## CADASTRO DO EMPREENDIMENTO - INFORMAÇÕES MÍNIMAS A SEREM APRESENTADAS NAS SOLICITAÇÕES DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE EMPREENDIMENTOS AQUÍCOLAS

1. Dados cadastrais		
1.1. Nome ou Razão Social:	1.2. CPF/CNPJ:	
1.3. Endereço (nome do logradouro seguido do número):		
1.4. Distrito/Bairro:	1.5. Caixa postal:	
1.6. CEP:	1.7. Município:	1.8. UF:
1.9. Telefone:	1.10. Telefone celular:	1.11. Fax:
1.12. Endereço eletrônico (e-mail):		1.13. Site (URL):
1.14. Nome do representante legal	1.15. N° Registro no Cadastro Técnico Federal / IBAMA:	
1.16. E-mail do representante		1.17. Cargo:
1.18. CPF:	1.19. N° da identidade:	1.20. Órgão emissor / UF:

2. Dados cadastrais do responsável técnico do projeto			
2.1. Nome completo:			2.2. CPF:
2.3. Endereço residencial (logradouro / número):		2.4. Bairro:	
2.5. Caixa postal:	2.6. CEP:	2.7. Município:	2.8. UF:
2.9. Telefone:	2.10. Telefone celular:	2.11. Fax:	
2.12. Endereço eletrônico (E-mail):			
2.13. Registro Profissional:		2.14. N° Registro no Cadastro Técnico Federal / IBAMA:	
2.15. N° da identidade:		2.16. Órgão emissor/ UF:	
2.17. Tipo de vínculo do Responsável Técnico : Funcionário Consultor Colaborador			

3. Localização do Projeto		
3.1. Nome do Local:	3.2. Município:	3.3. UF:
3.4. Tipo: ( ) Rio ( ) Reservatório / Açude ( ) Lago / Lagoa Natural ( ) Estuário ( ) Mar ( ) cultivo em área terrestre		

Coordenadas dos vértices do perímetro externo da área
3.5. Coordenada geográfica de referência, Datum: ( ) SAD 69 ou ( ) WGS-84 (exceto nos casos de licenciamento ambiental simplificado)

4. Sistema de Cultivo Os itens 4.3.3 a 4.3.6. não se aplicam nos casos de cultivo extensivo		
4.1. O cultivo será realizado em sistema: ( ) intensivo ( ) semi-intensivo ( ) extensivo		
4.2. Atividade		
( ) Piscicultura em Tanque-Escavado/ edificado	( ) Algicultura	
( ) Piscicultura de Tanque -Rede	( ) Ranicultura	
( ) Malacocultura	( ) Cultivo de peixes ornamentais	
( ) Carcinicultura de água doce em tanque escavado/ edificado	( ) Produção de formas jovens	
( ) Carcinicultura de água doce em tanques-rede	( ) Pesque-Pague	
( )Outras:		
4.3. Engorda		
4.3.1. Código da Espécie* (ver manual de preenchimento):	4.3.2. Área de cultivo (m <sup>2</sup> ) ou volume útil (m <sup>3</sup> ):	
4.3.3. Produção (t/ano):	4.3.4. Conversão Alimentar (CA):	
4.3.5. Nº de ciclos/ano:	4.3.6. Quantidade de fósforo contido na ração (kg/t):	
4.4. Produção de Formas Jovens		
4.4.1. Código da Espécie	4.4.2. Área de cultivo (m <sup>2</sup> ) ou volume útil (m <sup>3</sup> )	4.4.3. Produção (milheiro/ano)

5. Caracterização das estruturas de cultivo a serem instalados	
5.1 Especificações	
5.1.1. Tipo de dispositivo* (codificação dos equipamentos utilizados)	5.1.2. Quantidade
5.1.3. Forma	5.1.4. Dimensões
5.1.5. Área (m <sup>2</sup> )	5.1.6. Volume útil (m <sup>3</sup> )
5.1.7 Materiais utilizados na confecção	

Data:

Assinatura:

MANUAL DE PREENCHIMENTO

4.3.1 Código da Espécie - Informar o código da espécie conforme relação abaixo					
Código	Nome comum	Nome científico	Código	Nome comum	Nome científico
PO1	Bagre africano.	<i>Clarias gariepinus</i>	PO2	Bagre do canal (catfish).	<i>Ictalurus punctatus</i>
PO3	Carpa cabeça grande	<i>Aristichthys nobilis</i>	PO4	Carpa comum/húngara	<i>Cyprinus carpio</i>
PO5	Carpa capim	<i>Ctenopharingodon idella</i>	PO6	Carpa prateada.	<i>Hypophthalmichthys sp</i>
PO7	Curimatá/curimbatá/curimatã.	<i>Prochilodus sp</i>	PO8	Jundiá	<i>Rhamdia sp</i>
PO9	Matrinxã	<i>Brycon cephalus</i>	PO10	Pacu caranha.	<i>Piaractus mesopotamicus</i>
PO11	Piaçu.	<i>Leporinus sp</i>	PO12	Piau verdadeiro	<i>Leporinus sp</i>
PO13	Pintado/surubim	<i>Pseudoplatystoma fasciatum / coruscans</i>	PO14	Pirapitinga	<i>Colossoma bidens</i>
PO15	Pirarucu	<i>Arapaima gigas</i>	PO16	Tambacu	<i>Colossoma macropomum x Piaractus mesopotamicus</i>
PO17	Tambaqui	<i>Colossoma macropomum</i>	PO18	Tilápia do Nilo	<i>Oreochromis niloticus</i>
PO19	Outras tilápias		PO20	Truta	<i>Oncorinchus mykiss</i>
PO21	Outros peixes não-ornamentais		PO22	Peixes ornamentais	
C23	Camarão gigante da Malásia	<i>Macrobrachium rosenbergi</i>	C24	Camarão marinho	<i>Litopenaeus vannamei</i>
C25	Outros camarões marinhos		C26	Outros crustáceos	
M27	Mexilhão	<i>Perna perna</i>	M28	Ostra do Pacífico	<i>Crassostrea gigas</i>
M29	Ostra do mangue	<i>Crassostrea rhizophorae</i>	M30	Outras ostras	
M31	Vieira	<i>Nodipecten nodosus</i>	M32	Outros moluscos	
A33	Alga	<i>Gracilaria sp.</i>	A34	Alga	<i>Kappaphycus sp.</i>
A35	Outras algas		R36	Rã-touro	<i>Rana catesbiana</i>
R37	Outros anfíbios		R38	Outros invertebrados	

OBS: No caso do cultivo de espécies não-relacionadas na tabela acima, utilize um desses códigos (PO19, PO21, C25, C26, M30, M32 A35 e R37) e informe o nome comum e científico da espécie no campo 4.3.1, além do código utilizado

4.3.2	Área de cultivo (m <sup>2</sup> )	Informe a área total destinada para o cultivo da espécie em metros quadrados, considerando inclusive o espaço entre as estruturas
4.3.3	Produção (t/ano)	Informe a produção anual da espécie cultivada em toneladas
4.3.4	Conversão Alimentar (CA)	Informe a conversão alimentar esperado para a espécie em questão.
4.3.5	Nº de ciclos/ano	Informe o número de ciclos por ano esperados para a espécie em questão.
4.3.6	Quantidade de fósforo contido na ração (kg/t):	Informe a quantidade de fósforo contido na ração em quilos por tonelada.
4.3.7	Nível de alteração genética dos indivíduos a serem cultivados em relação aos silvestres	Assinalar a(s) alternativa(s) que corresponda(m) ao nível de alteração genética dos indivíduos cultivados em relação aos silvestres.
4.4	Produção de Formas Jovens	Preencha os campos conforme especificação individual

4.4.1	Código da Espécie	Informe o código da espécie conforme o item 4.3.1
4.4.2	Área de cultivo (m <sup>2</sup> )	Informe a área total a ser utilizada para a produção de formas jovens da espécie em questão em metros quadrados, considerando inclusive o espaço entre as estruturas.
4.4.3	Produção (milheiro/ano)	Informe o valor da produção de formas jovens da espécie em questão em milheiros por ano
4.4.4	Total	Informe a área e a produção total esperados para o cultivo.
4.5	Formas a serem utilizadas para minimização das perdas de ração para o ambiente	Informar as formas a serem utilizadas para minimizar as perdas de ração para o ambiente durante o período de cultivo.
4.6	Quantidade aproximada de resíduos sólidos a serem gerados por tonelada de organismos cultivados (fezes, restos de alimentos e outros que se fizerem necessários)	Informar a quantidade aproximada de resíduos sólidos a serem gerados por tonelada de organismos cultivados (fezes, restos de alimentos e outros que se fizerem necessários).
4.7	Métodos de controle da disseminação de espécies exóticas e alóctones a serem empregados durante o cultivo (quando couber)	Informar os métodos de controle da disseminação de espécies exóticas e alóctones a serem empregados durante o cultivo (quando couber)
4.8	Uso de substâncias de valor profilático ou terapêutico, com registros legais.	Informar quanto ao uso de substâncias de valor profilático ou terapêutico, com registros legais durante o cultivo.
4.9	Técnicas de contingenciamento para controle de pragas e doenças	Informar as técnicas de contingenciamento para controle de pragas e doenças que serão usadas no cultivo.

5. Caracterização dos dispositivos a serem instalados		
5.1	Estrutura de Cultivo	Assinalar o(s) tipo(s) de estrutura(s) que será(ão) utilizado(s) no cultivo.
5.2	Especificações	Preencher os campos conforme especificação individual
5.2.1	Tipo de dispositivo	Preencher com o nome do dispositivo assinalado no item 5.1
5.2.2	Quantidade	Informar a quantidade de dispositivos utilizados
5.2.3	Forma	Informar a forma do dispositivo a ser utilizado (quadrado, redondo, retangular, etc.)
5.2.4	Dimensões	Informar as dimensões dos dispositivos em metros (comprimento X largura X altura).
5.2.5	Área (m <sup>2</sup> )	Informar da área do dispositivo usado em metros quadrados.
5.2.6	Volume útil (m <sup>3</sup> )	Informar o volume útil do dispositivo usado em metros cúbicos.
5.3	Material utilizado na confecção	Informar o material usado na confecção do dispositivo
5.3.1	Tipo de dispositivo	Preencher com o nome do dispositivo assinalado no item 5.1
5.3.2	Estrutura	Informar o material que será utilizado na confecção da estrutura do dispositivo (madeira, aço, PVC, etc.), com respectivas medidas. No caso de long-lines, informar o material utilizado na

		confecção do cabo-mestre com respectiva medida.
5.3. 3	Rede / malha	Informar o material que será utilizado na confecção da rede do dispositivo (PVC, polipropileno, etc.), com respectivas medidas de malha. No caso de long-lines, informar qual material será utilizado na confecção de lanternas (com número de andares e tipo de bandejas) e de cordas com respectivas medidas de comprimento e largura.
5.3. 4	Estrutura de flutuação	Informar qual será o tipo de estrutura de flutuação e o material do qual é feita.
5.3. 5	Estrutura de ancoragem	Informar qual será o tipo de estrutura de ancoragem utilizada e o material do qual é feita.
OBS: No caso de as especificações serem muito extensas anexar as informações em folha extra.		

## ANEXO IV

CRITÉRIOS MÍNIMOS DO RELATÓRIO AMBIENTAL DE EMPREENDIMENTOS AQUÍCOLAS
1 - Identificação do empreendedor e do responsável técnico do empreendimento
2 - Croqui de localização do empreendimento, com indicação de APP, corpos hídricos, acessos e núcleos de populações tradicionais.
3 - Características técnicas do empreendimento (descrição simplificada de todo manejo produtivo)
4 - Descrição simplificada do local do empreendimento abrangendo: topografia do local; tipos de solos predominantes; vegetação predominante; uso atual do solo; entre outros aspectos.
5 - Descrever os possíveis impactos ambientais gerados pelo empreendimento, indicando as respectivas medidas corretivas necessárias, quando couber.
6 - Anexar ao Relatório Ambiental pelo menos quatro fotografias do local do empreendimento que permitam uma visão ampla das suas condições.

## ANEXO V

DOCUMENTOS MÍNIMOS PARA O ESTUDO AMBIENTAL DE EMPREENDIMENTOS AQUÍCOLAS
1 - Identificação do empreendedor e do responsável técnico do empreendimento
2- Localização do empreendimento Para empreendimentos de médio e grande porte: planta de localização do empreendimento, delimitando sua poligonal em Coordenadas Geográficas (admitido erro de até 30m), com indicação de APP, Corpos Hídricos e Acessos.
3 - Características técnicas do empreendimento (descrever todo manejo produtivo)  - Descrição e justificativa da distribuição e do número de estruturas de cultivos propostos; - Descrição do processo produtivo adotado; - Métodos de controle da disseminação dos espécimes mantidos sob cultivo, quando couber.
4 - Descrição da infra-estrutura associada a ser utilizada pelos produtores  - vias de acesso; - construções de apoio; - depósitos de armazenamento de insumos e da produção; - entre outros.
5 - Descrição do meio sócio-econômico: uso e ocupação atual da área proposta e do entorno, bem como possíveis conflitos de uso.
6 - Impactos ambientais 6.1. Para empreendimentos de pequeno porte Descrever os potenciais impactos ambientais gerados pelo empreendimento, indicando as respectivas medidas mitigadoras e compensatórias.  6.2. Para empreendimentos de médio e grande porte I - Identificar, mensurar e avaliar os impactos ambientais nas fases de instalação, operação e desativação do empreendimento, dentre outros; II - Medidas Mitigadoras e compensatórias: com base na avaliação dos possíveis impactos ambientais do empreendimento deverão ser propostas as medidas que venham a minimizá-los, maximizá-los, compensá-los ou eliminá-los, podendo ser consubstanciadas em Programas Ambientais.
7 - Anexar ao Relatório Ambiental pelo menos quatro fotografias do local do empreendimento que permitam uma visão ampla das suas condições.

## ANEXO VI

### PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL PARÂMETROS MÍNIMOS

#### 1 - Estações de Coleta

Apresentar plano de monitoramento da água e efluentes, definindo os pontos de coleta em plantas georreferenciadas, em escala compatível com o projeto e estabelecendo a periodicidade de amostragem.

##### 1.1 - Para empreendimentos localizados em bases terrestres;

- No ponto de captação;
- Do efluente, no seu ponto de lançamento;
- À jusante do ponto de lançamento dos efluentes;
- À montante do ponto de lançamento dos efluentes.

##### 1.2 - Para empreendimentos localizados diretamente no corpo hídrico.

Ponto central da área aquícola e monitoramento ao longo do sentido predominante das correntes, antes e depois do ponto central.

#### 2 - Parâmetros de Coleta

##### 2.1 - Parâmetros hidrobiológicos.

- parâmetros mínimos: Material em suspensão (mg/l); Transparência (Disco de Secchi - m); Temperatura (°C); Salinidade (ppt); OD (mg/l); DBO, pH; Amônia-N; Nitrito-N; Nitrato-N (mg/l); Fosfato-P (mg/l) e Silicato-Si, Clorofila "a" e coliformes termotolerantes.

Nota 1: Os dados de monitoramento devem estar disponíveis quando solicitados pelos órgãos competentes;

Nota 2: Dependendo da análise dos dados apresentados, outros parâmetros hidrobiológicos podem ser acrescentados ou retirados do plano de monitoramento, a critério do órgão ambiental competente.

#### 3 - Cronograma

Apresentar cronograma de execução do Plano de Monitoramento durante o período de validade da Licença de Operação.

#### 4 - Relatório Técnico

Apresentar os relatórios técnicos dos parâmetros hidrobiológicos com todos os dados analisados e interpretados, de acordo com a frequência estabelecida pelo órgão ambiental competente, no qual deverão constar as principais alterações ambientais, decorrentes do empreendimento, bem como fazer comparações com as análises anteriores

## ANEXO VII

INFORMAÇÕES MÍNIMAS PARA LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE UNIDADES PRODUTORAS DE FORMAS JOVENS DE ORGANISMOS AQUÁTICOS LABORATÓRIOS
1 - Identificação do empreendedor e do Responsável Técnico do empreendimento
2 - Localização do empreendimento  Planta ou croqui de localização do empreendimento, com um ponto de Coordenada Geográfica (admitido erro de até 30m) central de referência, e indicação de APP, Corpos Hídricos e Acessos.
3 - Características técnicas do empreendimento (descrever todo processo produtivo e as instalações)  - Descrição e justificativa da distribuição e do número de estruturas de cultivos propostos; - Descrição do processo produtivo adotado; - Métodos de controle da disseminação de espécies exóticas e alóctones, quando couber.
4 - Diagnóstico Ambiental 4.1 - Caracterização do meio físico abrangendo  Descrição do meio físico abrangendo: (i) descrição da topografia do local; (ii) variáveis físico-químicas e biológicas, com base na Resolução CONAMA 357/2005: pH, temperatura, transparência, oxigênio dissolvido, fósforo total, compostos nitrogenados, DBO, coliformes termotolerantes; entre outros aspectos.  Descrição do meio biótico: identificação da fauna aquática; caracterização da flora do local e do entorno; indicação de intervenção em APP; entre outros aspectos.  Descrição do meio sócio-econômico: uso e ocupação atual da área proposta e do entorno, bem como possíveis conflitos de uso.
5 - Impactos ambientais  Descrever os potenciais impactos ambientais gerados pelo empreendimento, indicando as respectivas medidas mitigadoras e compensatórias.

## ANEXO VIII

### MEDIDAS DE MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS POTENCIAIS QUANDO DA UTILIZAÇÃO DE ESPÉCIES ALÓCTONES OU EXÓTICAS.

1. Descrição de procedimentos de manejo com o objetivo de evitar os escapes da espécie dos cultivos, inclusive nas etapas de transporte e manuseio, tais como classificação por tamanho e manipulação de juvenis, contendo as respectivas estratégias de implementação;
2. Utilização de materiais e equipamentos com o objetivo de evitar os escapes da espécie dos cultivos, considerando fatores externos que possam causar a deterioração e com descrição dos respectivos procedimentos de checagem e manutenção;
3. Apresentação de técnicas que tenham por objetivo evitar a reprodução dos espécimes em caso de escape e que não causem impactos ambientais, bem como previsão de uso da tecnologia disponível;
4. Descrição das medidas de contenção para parasitas e patógenos associados com a espécie cultivada, informando medidas de controle e mitigação dos impactos ambientais decorrentes do uso de biocidas, quando for o caso;
5. Proposição do sistema de monitoramento, incluindo a detecção, registro e informe dos escapes e de eventuais impactos ambientais causados pela espécie;
6. Apresentação de programa de capacitação do cessionário de forma a implementar as medidas descritas; e
7. Descrição de medidas para reverter, mitigar ou compensar os impactos ambientais causados pela espécie que venham a ocorrer.

## PROJETO DE LEI DO SENADO Nº , DE 2015

Incentiva a aquaponia, pelo uso integrado e sustentável dos recursos hídricos na aquicultura e agricultura.

O CONGRESSO NACIONAL decreta:

**Art. 1º** Esta Lei incentiva a aquaponia, pelo uso integrado dos recursos hídricos na aquicultura e na agricultura, com vistas à produção e comercialização de produtos aquícolas e agrícolas.

**Art. 2º** Para os fins desta Lei, entende-se por:

I – Aquaponia – atividade não consuntiva, quanto ao uso da água, cujos resíduos advindos do uso de ração e dejetos do metabolismo dos peixes são aproveitados como fonte de nutrientes para a agricultura, em um sistema fechado de água reciclável;

II – Recursos hídricos utilizados na aquaponia – os recursos hídricos extraídos de lagoas, açudes, barragens, poços artesianos, rios, canais e águas subterrâneas, destinados à aquaponia.

**Art. 3º** A aquaponia estará isenta da licença de que trata o art. 25 da Lei nº 11.959, de 29 de junho de 2009.

**Art. 4º** Os proprietários rurais que desenvolvem aquaponia gozam dos seguintes benefícios:



I – Prioridade na concessão e renovação de outorga de direitos de uso de recursos hídricos de que trata a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997;

II – Incentivos fiscais, na forma da lei;

III – Fornecedor preferencial da produção aquícola e agrícola ao Programa de Aquisição de Alimentos – PAA, de que trata o art. 19 da Lei nº 10.696, de 2 de julho de 2003;

IV – Crédito rural com juros diferenciados, na forma do regulamento.

**Art. 5º** Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

## JUSTIFICAÇÃO

A aquaponia é o sistema de produção de peixes integrado ao de vegetais, de forma que haja benefícios para ambos. O princípio é de que os peixes criados com ração geram dejetos que são aproveitados pelas plantas cultivadas sem solo.

O substrato das plantas funciona como filtro biológico transformando a matéria orgânica em sais que são absorvidos pelos vegetais e a água retorna ao viveiro de peixes com qualidade para o seu reaproveitamento. Nos Estados Unidos, Austrália e em alguns países asiáticos já se pratica essa modalidade de produção há mais de 30 anos.

Sistemas aquapônicos são mais fáceis de operar do que os sistemas hidropônicos porque requerem menos monitoramento e, geralmente, têm uma maior margem de segurança para proporcionar água de boa qualidade.

A água residuária da aquaponia apresenta um teor maior de nutrientes NPK (nitrogênio, potássio e fósforo) em relação à água de outras fontes, exercendo boa influência nutricional nas plantas.



É importante ressaltar, também, que o uso de fertilizantes industriais na agricultura está diretamente ligado à queima de combustíveis fósseis para sua produção e, conseqüentemente, ao aquecimento global.

A aquaponia, ao reciclar os nutrientes dos peixes para as plantas, também contribui para se produzir alimentos com menor impacto ao meio ambiente.

Além de se diversificar a produção com uso racional de água, há, também, o fato de se estar oferecendo ao consumidor um produto mais natural, sem o uso de adubos químicos sintéticos.

Uma das vantagens deste sistema é que as hortaliças apresentam um ciclo curto e os resultados se apresentam rapidamente. Os fatores econômicos também se mostram adequados com conversão alimentar dos peixes próximas de 1,1:1, custos de energia elétrica reduzidos devido ao compartilhamento do recurso pelas atividades e custo da produção vegetal restrita ao custo das mudas, parte da energia e mão de obra para plantio e colheita.

O sistema, por ser fechado, não oferece o perigo de uma espécie exótica escapar para os rios. Outro impacto positivo é a economia de água. Enquanto em sistema convencional se utiliza 16 mil litros para produzir um quilo de peixe, na aquaponia são só 200 litros por quilo de peixe. Além disso, a água com os dejetos dos peixes não é jogada na natureza, como ocorre no sistema convencional de produção.

A produtividade da aquaponia também é muito maior se comparada à dos sistemas tradicionais, tanto de criação de peixe quanto de cultivo de hortaliças. O cultivo tradicional de alface produz 50 toneladas por hectare, na aquaponia seriam 300 toneladas no mesmo espaço. Além disso, na aquaponia a colheita é feita a cada 30 dias, prazo muito menor do que demoraria no modo normal, estimado em 45 dias.

Em relação aos peixes, o ciclo de produção diminui de 6 meses a um ano para apenas quatro meses. Os peixes são pecilotérmicos e abaixo de 24°C já diminuem o metabolismo, e, em geral, abaixo de 20 °C não comem mais e param de crescer. Como é possível controlar a temperatura, mantendo-a entre 26 e 28°C, o desempenho da aquaponia é bem melhor.



Quanto à manutenção do sistema, há mais vantagens. A alimentação dos peixes é feita três vezes ao dia, e a descarga para limpeza é feita depois da alimentação da manhã e da tarde. O restante do processo é todo automatizado.

O investimento mensal também é baixo: apenas o custo da ração e da energia usada para bombear a água entre os filtros e os tanques de criação e, do reservatório para o biodigestor. O biogás produzido pode ser encaminhado para um gerador de energia elétrica, tornando o sistema ainda mais sustentável.

O Brasil necessita de estímulos a sistemas de produção sustentáveis, sobretudo os aplicáveis à agricultura familiar e aos empreendimentos familiares rurais, como a aquaponia.

Pelas razões acima expostas, contamos com a colaboração dos Senhores Parlamentares para a aprovação deste importante Projeto de Lei.

Sala das Sessões,

Senador BENEDITO DE LIRA



# LEGISLAÇÃO CITADA

## LEI Nº 11.959, DE 29 DE JUNHO DE 2009.

Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei nº 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências.

**O PRESIDENTE DA REPÚBLICA** Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

### CAPÍTULO VI DO ACESSO AOS RECURSOS PESQUEIROS

...

**Art. 25.** A autoridade competente adotará, para o exercício da atividade pesqueira, os seguintes atos administrativos:

I – concessão: para exploração por particular de infraestrutura e de terrenos públicos destinados à exploração de recursos pesqueiros;

II – permissão: para transferência de permissão; para importação de espécies aquáticas para fins ornamentais e de aquicultura, em qualquer fase do ciclo vital; para construção, transformação e importação de embarcações de pesca; para arrendamento de embarcação estrangeira de pesca; para pesquisa; para o exercício de aquicultura em águas públicas; para instalação de armadilhas fixas em águas de domínio da União;

III – autorização: para operação de embarcação de pesca e para operação de embarcação de esporte e recreio, quando utilizada na pesca esportiva; e para a realização de torneios ou gincanas de pesca amadora;

IV – licença: para o pescador profissional e amador ou esportivo; para o aquicultor; para o armador de pesca; para a instalação e operação de empresa pesqueira;

V – cessão: para uso de espaços físicos em corpos d'água sob jurisdição da União, dos Estados e do Distrito Federal, para fins de aquicultura.

§ 1º Os critérios para a efetivação do Registro Geral da Atividade Pesqueira serão estabelecidos no regulamento desta Lei.

§ 2º A inscrição no RGP é condição prévia para a obtenção de concessão, permissão, autorização e licença em matéria relacionada ao exercício da atividade pesqueira.

...



**LEI N° 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997.**

Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

**O PRESIDENTE DA REPÚBLICA** Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

**TÍTULO I**  
**DA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS**

...

**CAPÍTULO IV**  
**DOS INSTRUMENTOS**

...

**SEÇÃO III**  
**DA OUTORGA DE DIREITOS DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS**

Art. 11. O regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

Art. 12. Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos:

I - derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;

II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;

III - lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;

IV - aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;

V - outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

§ 1º Independem de outorga pelo Poder Público, conforme definido em regulamento:

I - o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural;

II - as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes;



III - as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes.

§ 2º A outorga e a utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica estará subordinada ao Plano Nacional de Recursos Hídricos, aprovado na forma do disposto no inciso VIII do art. 35 desta Lei, obedecida a disciplina da legislação setorial específica.

Art. 13. Toda outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e deverá respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado e a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando for o caso.

Parágrafo único. A outorga de uso dos recursos hídricos deverá preservar o uso múltiplo destes.

Art. 14. A outorga efetivar-se-á por ato da autoridade competente do Poder Executivo Federal, dos Estados ou do Distrito Federal.

§ 1º O Poder Executivo Federal poderá delegar aos Estados e ao Distrito Federal competência para conceder outorga de direito de uso de recurso hídrico de domínio da União.

§ 2º (VETADO)

Art. 15. A outorga de direito de uso de recursos hídricos poderá ser suspensa parcial ou totalmente, em definitivo ou por prazo determinado, nas seguintes circunstâncias:

I - não cumprimento pelo outorgado dos termos da outorga;

II - ausência de uso por três anos consecutivos;

III - necessidade premente de água para atender a situações de calamidade, inclusive as decorrentes de condições climáticas adversas;

IV - necessidade de se prevenir ou reverter grave degradação ambiental;

V - necessidade de se atender a usos prioritários, de interesse coletivo, para os quais não se disponha de fontes alternativas;

VI - necessidade de serem mantidas as características de navegabilidade do corpo de água.

Art. 16. Toda outorga de direitos de uso de recursos hídricos far-se-á por prazo não excedente a trinta e cinco anos, renovável.

Art. 17. (VETADO)

Art. 18. A outorga não implica a alienação parcial das águas, que são inalienáveis, mas o simples direito de seu uso.

...



**LEI Nº 10.696, DE 2 DE JULHO DE 2003.**

Dispõe sobre a repactuação e o alongamento de dívidas oriundas de operações de crédito rural, e dá outras providências.

**O PRESIDENTE DA REPÚBLICA** Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

...

**Art. 19.** Fica instituído o Programa de Aquisição de Alimentos, compreendendo as seguintes finalidades: [\(Redação dada pela Lei nº 11.512, de 2011\)](#) [\(Regulamento\)](#)

I - incentivar a agricultura familiar, promovendo a sua inclusão econômica e social, com fomento à produção com sustentabilidade, ao processamento de alimentos e industrialização e à geração de renda; [\(Incluído dada pela Lei nº 11.512, de 2011\)](#)

II - incentivar o consumo e a valorização dos alimentos produzidos pela agricultura familiar; [\(Incluído dada pela Lei nº 11.512, de 2011\)](#)

III - promover o acesso à alimentação, em quantidade, qualidade e regularidade necessárias, das pessoas em situação de insegurança alimentar e nutricional, sob a perspectiva do direito humano à alimentação adequada e saudável; [\(Incluído dada pela Lei nº 11.512, de 2011\)](#)

IV - promover o abastecimento alimentar, que compreende as compras governamentais de alimentos, incluída a alimentação escolar; [\(Incluído dada pela Lei nº 11.512, de 2011\)](#)

V - constituir estoques públicos de alimentos produzidos por agricultores familiares; [\(Incluído dada pela Lei nº 11.512, de 2011\)](#)

VI - apoiar a formação de estoques pelas cooperativas e demais organizações formais da agricultura familiar; e [\(Incluído dada pela Lei nº 11.512, de 2011\)](#)

VII - fortalecer circuitos locais e regionais e redes de comercialização. [\(Incluído dada pela Lei nº 11.512, de 2011\)](#)

§ 1º Os recursos arrecadados com a venda de estoques estratégicos formados nos termos deste artigo serão destinados integralmente às ações de combate à fome e à promoção da segurança alimentar e nutricional. [\(Redação dada pela Lei nº 11.512, de 2011\)](#)

§ 2º (Revogado). [\(Redação dada pela Lei nº 11.512, de 2011\)](#)

§ 3º O Poder Executivo constituirá Grupo Gestor do PAA, com composição e atribuições definidas em regulamento. [\(Redação dada pela Lei nº 11.512, de 2011\)](#)

§ 4º (Revogado). [\(Redação dada pela Lei nº 11.512, de 2011\)](#)

...

