



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA**

**FRANCISCO DARLESSON DOS SANTOS MENDES**

**AQUAPONIA E PEIXES ORNAMENTAIS: POSSIBILIDADE REAL?**

**CRUZ DAS ALMAS**

**2020**



**FRANCISCO DARLESSON DOS SANTOS MENDES**

**AQUAPONIA E PEIXES ORNAMENTAIS: POSSIBILIDADE REAL?**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia de Pesca, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Orientador: Dr. Leopoldo Melo Barreto.

**CRUZ DAS ALMAS**

**2020**

## Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado discernimento para chegar até aqui, permitindo que eu tivesse as condições necessárias à conclusão deste trabalho.

Aos meus pais, irmãos, familiares e amigos de caminhada – de maneira especial a Henrique (Antonio), PH, Rodrigo, Henrique, Tom, Léo, e Wesley – pelo apoio e companheirismo nas horas mais difíceis.

Ao meu professor orientador e amigo, Leopoldo Barreto, e aos demais professores, os quais contribuíram para meu desenvolvimento acadêmico e pessoal. Estendendo para funcionários, colegas estagiários e colegas do curso que permaneceram juntos a mim durante toda essa jornada.

A minha mãe, Maria das Dores (*In memoriam*), por toda dedicação, confiança e principalmente amor, a mim dado durante toda vida.

*“Num país como o Brasil, manter a esperança viva é em si um ato revolucionário”*

*- Paulo Freire.*

## SUMÁRIO

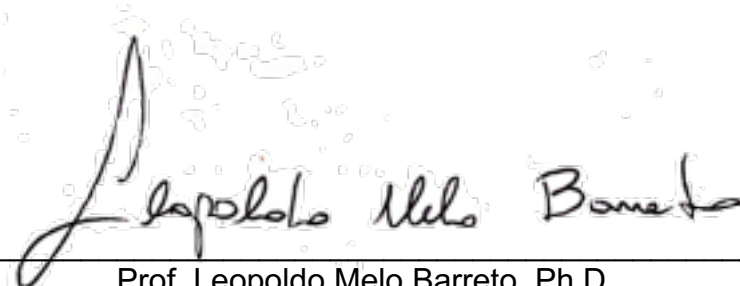
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2. A AQUAPONIA</b>	<b>13</b>
2.1. Entendendo o princípio	13
2.2. Qualidade de água	15
2.2.1. Oxigênio Dissolvido (OD)	15
2.2.2. pH	16
2.2.3. Temperatura	18
2.2.4. Compostos nitrogenados	19
2.2.4.1. Toxicidade da amônia (NH <sub>3</sub> )	20
2.2.4.2. Toxicidade do Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	21
2.2.4.3. Nitrato em níveis elevados (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	21
2.2.5. Dureza da água	23
2.2.5.1. Dureza total	23
2.2.5.2. Dureza de Carbonato ou alcalinidade	24
<b>3. PRINCIPAIS SISTEMAS DE CULTIVO</b>	<b>25</b>
3.1. Media-filled bed ou Ambiente de cultivo em cascalho	25
3.2. Deep Water Culture (DWC), Floating ou Ambiente flutuante	26
3.3. Nutrient Film Technique (NFT) ou ambiente de cultivo em canaletas	26
3.4. Desempenho do sistema	27
<b>4. DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA AQUAPONICO</b>	<b>29</b>
<b>5. SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA</b>	<b>31</b>
5.1. Caracterização e componentes básicos de um SRA	32
5.2. Modelos de sistemas	34
5.3. Biologia em um SRA	36
5.4. Patógenos em SRA	37
<b>6. ESPECIES NA AQUAPONIA</b>	<b>40</b>
6.1. Peixe ornamental	40
6.2. Peculiaridades	42
6.4. Por que a carpa?	45
6.4.1. Nishikigoi	46
6.5. Alface	48
<b>7. SISTEMA HIPOTÉTICO</b>	<b>49</b>
7.1. Implantação e manejo	51
7.2. Colheita / Despesca	53
<b>8. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA</b>	<b>55</b>
<b>9. CONCLUSÃO</b>	<b>59</b>
<b>10. REFERÊNCIAS</b>	<b>60</b>

FRANCISCO DARLESSON DOS SANTOS MENDES

Aquaponia e peixes ornamentais: possibilidade real?

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi submetido à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia de Pesca como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca, outorgado pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

Aprovada em 01 / 12 / 2020



---

Prof. Leopoldo Melo Barreto, Ph.D.  
Orientador (Presidente)  
UFRB



---

Prof. Marcelo Carneiro de Freitas, D.Sc.  
1º Membro  
UFRB



---

Prof. Willy Vila Nova Pessoa, D.Sc.  
2º Membro  
IFPE

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Valor do Pacu em loja de aquários, € 7,99 a unidade.....	12
Figura 2. Modelo hipotético de um sistema aquapônico.....	14
Figura 3. Tilápia vítima de intoxicação por nitrito.....	22
Figura 4. Modelo de cultivo em cascalho.....	25
Figura 5. Ilustração de modelo de ambiente flutuante.....	26
Figura 6. Ilustração de sistema de ambiente de cultivo em canaletas (NFT)....	27
Figura 7. Comparação entre taxa de crescimento de Tilápia.....	32
Figura 8. Representação simplificada dos principais componentes de um.....	34
Figura 9. Tanques com tratamento e recirculação da água em uma .....	35
Figura 10. Tanque com sistema individual de tratamento e recirculação.....	36
Figura 11. Presença de fungos em peixes mortos.....	38
Figura 12. Preços aproximados de venda para um mesmo peixe quando.....	40
Figura 13. Variedade 'telescópio' do Kinguio.....	41
Figura 14. Distribuição de frequência de produtores e de peixes ornamentais.	44
Figura 15. Nishikigoi arrematada em leilão virtual.....	47
Figura 16. Ilustração de sistema aquapônico via NTF.....	49
Figura 17. Argila expandida, utilizada tanto como mídia biológica, como.....	50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de parâmetros de qualidade de água em aquaponia.....	19
Tabela 2. Desempenho de crescimento das plantas <i>Gynura procumbens</i> .....	28
Tabela 3. Desempenho de crescimento de Tilápia do Nilo .....	28
Tabela 4. Principais espécies comercializadas no Brasil.....	44
Tabela 5. Orçamento de materiais para montagem da estrutura.....	55
Tabela 6. Custo de produção por ciclo (5 meses).....	56
Tabela 7. Previsão de receita.....	56
Tabela 8. Planilha para cálculo do TIR.....	58

## RESUMO

Nessa revisão de literatura apresentamos o estado da arte da aquaponia e propomos uma integração inovadora com peixes ornamentais. A aquaponia é um sistema de cultivo que une a aquicultura (cultivo de organismos aquáticos) e a hidroponia (cultivo de plantas sem o uso de solo, com as raízes submersas em água). Os dejetos da ração dissolvidos na água são ricos em nutrientes que, quando convertidos por bactérias, nutrem as plantas, e estas filtram a água para os peixes. Essa possibilidade busca diminuir o desgaste ambiental no que tange a crescente produção de alimentos para atender a demanda do crescimento populacional. Os peixes utilizados na aquaponia, geralmente, são de consumo. Assim trazemos outra perspectiva, aquaponia e peixes ornamentais é uma possibilidade real? Para responder, apresentamos uma análise de viabilidade de um sistema hipotético, o qual resultou em uma TIR de 7% e um VPL de R\$ 805,47 tornando o projeto viável sob esse aspecto. Para além, ainda há o cunho social, uma vez que é para atender um espaço familiar, fortalecendo a manutenção do homem no campo.

**Palavras chaves:** Consórcio, piscicultura, hidroponia, carpas, viabilidade econômica.



## ABSTRACT

In this literature review we present the state of the art of aquaponics and propose an innovative integration with ornamental fish. Aquaponics is a cultivation system that combines aquaculture (cultivation of aquatic organisms) and hydroponics (cultivation of plants without the use of soil, with roots submerged in water). The feed waste dissolved in the water is rich in nutrients that, when converted by bacteria, nourish the plants, and this filter the water for the fish. This possibility seeks to reduce environmental wear in relation to the growing production of food to meet the demand for population growth. The fish used in aquaponics are generally consumed. So, we bring another perspective, is aquaponics and ornamental fish a real possibility? To answer, we present a feasibility analysis of a hypothetical system, which resulted in an IRR of 7% and a NPV of R\$ 805.47 making the project viable in this respect. In addition, there is still a social aspect, since it is to serve a family space, strengthening the maintenance of men in the countryside.

**Key words:** Consortium, fish farming, hydroponics, carp, economic viability.

## 1. INTRODUÇÃO

As questões relacionadas aos recursos hídricos ocupam, hoje, uma significativa parcela dos investimentos e esforços administrativos de todos os segmentos da atividade econômica. A preocupação com os recursos hídricos deixou de ser um modismo, para ser uma das ferramentas gerenciais das organizações (BARROS et al., 2015), além de ser um dos pilares da Educação Ambiental, visando melhor formar o cidadão, no aspecto ambiental e sustentável (BARRETO; VILAÇA, 2018).

Segundo Pauly e Zeller (2017), até 2050, a população mundial irá provavelmente aumentar em 35%, o que exigiria da agricultura uma produção dobrada de alimento, o que somado à preocupação do uso desenfreado dos recursos hídricos, desdobra-se na necessidade de tecnologias que supram essa demanda alimentar, mas sem abrir mão da sustentabilidade e do uso responsável dos recursos naturais. Dentro do pensamento sobre recursos hídricos insere-se a criação de organismos aquáticos, a qual vem crescendo de forma exponencial ao longo dos anos, onde no Brasil a criação intensiva de peixes se destaca pelo grande potencial aquícola que o país possui. No entanto o desenvolvimento deste tipo de atividade produtiva apresenta riscos de deteriorar a qualidade e reduzir a quantidade da água disponível, podendo contribuir para o declínio não só da qualidade ambiental, mas afetar social e economicamente uma região, se a aquicultura não for realizada da forma correta (PANORAMA DA AQUICULTURA, 2019, p. 9).

Nesse contexto, a aquaponia surge como uma alternativa que contribuiu na economia de água na produção de alimento, pois esta atividade aproveita totalmente a água para a criação de peixes, crustáceos ou molusco, em consórcio com vegetais, sem desperdiçá-la ou mesmo poluí-la (CORRÊA, 2018). Já adiantamos que o organismo no cultivo, que fornece os nutrientes para os vegetais, é o peixe, produção essa chamada de piscicultura (SÁTIRO; NETO; DELPRETE, 2018).

Segundo Brščan (2015), a piscicultura aparece como um dos principais meios de cultivo para produção de proteína animal, se colocando à frente, em termos potenciais, de outras culturas de produção animal, por demandar uma

menor área de cultivo. Só no ano de 2018, a produção brasileira da piscicultura atingiu 722.000 toneladas (DELLOVA et al., 2019), sendo o volume 4,5% maior do que as 691.700 toneladas de 2017 (SNA, 2019).

Por outro lado, a aquaponia, por ser ainda uma tecnologia pouco difundida no Brasil (SÁTIRO; NETO; DELPRETE, 2018), mais é vista em escala familiar, oferecendo meios colaborativos de produção de vegetais e peixes, principalmente onde a agricultura convencional (usando o solo) é difícil ou impossível de ser praticada, assim contribuindo em termos de quantidade de alimento produzido, sendo um meio de sustento (SOMERVILLE et al., 2014). Falando-se em sustentabilidade, em especial do cunho social, a aquaponia oferece melhorias na qualidade de vida, pois os alimentos cultivados atendem uma demanda local, logo as culturas apropriadas podem ser realizadas pelos atores sociais regionais (SOMERVILLE et al., 2014; KODAMA, 2015).

Ao mesmo tempo pode integrar meios de subsistência estratégicos, tanto para garantir alimento para pequenas famílias sem terra e pobres, assim como gerar renda, comercializando o excedente (SOMERVILLE et al., 2014; KODAMA, 2015).

No que tange a valor agregado na piscicultura (lado econômico da sustentabilidade), os peixes ornamentais são os que alcançam maior valor por unidade, frente à produção de peixes de corte. Barreto (2017) afirma que o Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), comumente encontrado na bacia amazônica, vale cerca de R\$ 9,50/kg para o consumo, enquanto o autor encontrou, em Lisboa, alevinos da espécie, para o aquarismo, custando mais de R\$ 50,00 a unidade (Figura 1). Nesse aspecto, em termos de geração de renda, a piscicultura ornamental apresenta-se como interessante aliada à aquaponia, pois a produção torna-se mista, parte sendo direcionada para o consumo alimentar (vegetais) e parte para comercialização para fins ornamentais (peixes), mesclando-se a produção de alimento ao atendimento à uma crescente demanda por peixes ornamentais (BARRETO, 2017; MINELA, 2019).

Figura 1. Valor do Pacu em loja de aquários, € 7,99 a unidade.



Fonte: Barreto (2017).

Frente a isto, esta revisão de literatura, de cunho integrativo, visa a combinação de dados da literatura empírica e científica que podem ser direcionados à definição de conceitos, identificação de lacunas na área de estudo, revisando as teorias e apresentando metodologicamente uma proposta de sistema aquapônico. Assim nosso objetivo inicial é de apresentar o estado da arte da aquaponia, finalizando com um modelo, hipotético, de aquaponia utilizando como fonte de nutrientes para os vegetais os dejetos orgânicos de peixes ornamentais. Ainda assim apresentamos um ensaio de viabilidade econômica desse inovador modelo produtivo.

## 2. A AQUAPONIA

### 2.1. Entendendo o princípio

A aquaponia baseia-se num sistema que associa a piscicultura (cultivo de peixe) com a hidroponia (cultivo de hortaliça em água, sem utilização do solo), uma técnica considerada inovadora, que potencializa a produção de alimento por unidade de área. Junto a isso tem-se o uso mais responsável da água em relação a sistemas convencionais, pois reduz o consumo do recurso na produção de alimento, uma vez que não há a perda vista na irrigação de culturas vegetais, como aquelas plantadas em solo, além do que, no cultivo de peixe, esse consórcio diminui a necessidade de trocas parciais de água, visto na piscicultura tradicional (BRŠĆAN, 2015).

Quando se fala em técnica inovadora, requer a compreensão que o conceito de uso de resíduos fecais e excrementos gerais de peixes para fertilizar plantas existe há milênios, no entanto até os anos 80, a maioria das tentativas de integrar hidroponia e aquicultura teve sucesso limitado, talvez pela tecnologia (ou falta dessa) até então empregada na piscicultura. Nos anos 80 e 90, Sommerville et al. (2014) afirmam que houveram avanços no design de sistemas, na biofiltração e na identificação das proporções ideais de peixe para cada vegetal, que levaram à criação de sistemas fechados os quais permitam a reciclagem do acúmulo de nutrientes água, levando a um crescimento ótimo dos vegetais ali produzidos.

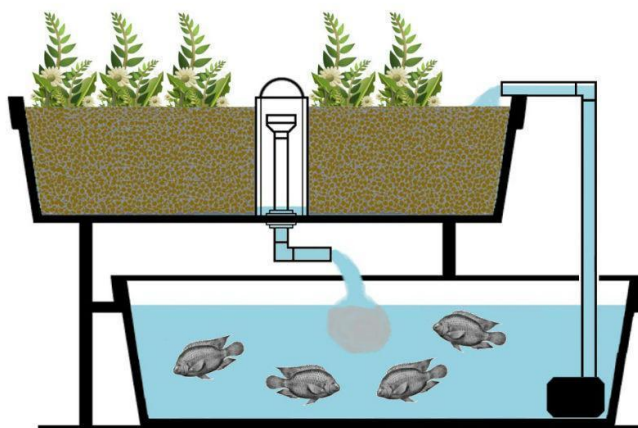
No Brasil, a aquaponia comercial ainda não emergiu, mas em outros lugares do mundo ela já é uma realidade, tanto em nível comercial ou de larga escala, quanto domiciliar e de pequena escala. Assim, no Brasil, apesar de lento, os sistemas aquapônicos de pequena escala ou por "hobby" vêm ganhando cada vez mais adeptos (FARIA, 2018), como também vemos grandes investimentos em sistemas de maior escala, atendendo mercados locais e/ou regionais. Sobre as de pequena escala, Silva et al. (2018, p. 4) afirmam que

a aquaponia pode ser realizada em mini sistemas, pequenas áreas e com baixo investimento inicial em sistemas de produção familiar. Adicionalmente, a aquaponia é relatada como uma ferramenta de integração social de comunidades, geração de renda e de qualidade alimentar para as famílias.

E para isso, são vários os tipos de ambientes (ou substratos) utilizados para o cultivo de vegetais em aquaponia, cada um com suas particularidades e variações, assim como vantagens e desvantagens. Mais à frente aprofundaremos nos tipos de sistemas (item 3.), mas aqui cabe relatar que um sistema aquapônico pode ter muito sucesso se for equilibrado, em termos de nutrição, ingestão e gerenciado corretamente (CARNEIRO et al., 2015a; KAMAUDDIN, 2018). O desempenho dos sistemas aquapônicos é medido através de vários indicadores zootécnicos dos peixes, como crescimento, qualidade e consumo da água, taxas de nitrificação, baseadas na abundância de bactérias e amônia, e concentração de nitratos. A qualidade da água (a qual aprofundaremos no item 2.2) está diretamente ligada ao desenvolvimento do sistema como um todo, tanto das plantas e animais, quanto para a colônia de bactérias necessárias no sistema (CAUDURO, 2017; SALEM, 2019).

Alterar aspectos do design padrão só é recomendado quando se compreende as mudanças provocadas, pois caso contrário podem levar a consequências indesejáveis, sendo a pior de todas a improdutividade do sistema. Na figura 2 podemos ver um esquema geral de um sistema aquapônico padrão, sugerido pela EMBRAPA (2017). O processo de design geralmente começa com uma meta de produção para peixes ou vegetais, assim com a escolha das espécies (animais e vegetais), onde Rakocy, Masser e Losordo (2016) sugerem algumas diretrizes a ser seguidas, sendo a primeira sobre a qualidade de água.

Figura 2. Modelo hipotético de um sistema aquapônico.



Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2017).

## **2.2. Qualidade de água**

A dinâmica da aquaponia é baseada no equilíbrio de um ecossistema de três grupos de organismos: peixes, plantas e bactérias. Cada organismo, em uma unidade aquapônica, tem um intervalo de tolerância específico para os parâmetros de qualidade da água. Mesmo as faixas de tolerância sendo relativamente semelhantes para os três organismos, há necessidade de compromisso em controlá-las ou, caso contrário, alguns organismos não serão funcionais, no nível ideal (SOMERVILLE et al., 2014).

Assim o objetivo geral é manter os parâmetros de qualidade da água que satisfaçam os requisitos para o cultivo dos três grupos simultaneamente, logo mantendo um ecossistema saudável, ou seja, respeitando a relação das condições de qualidade da água que depende da manutenção de condições aceitáveis nas unidades de cultura (BOYD, 2017; BOYD; TUCKER, 2014; SOMERVILLE et al., 2014).

Os principais parâmetros que devem ser controlados são descritos abaixo, a partir da literatura pesquisada, focados na Aquaponia.

### *2.2.1. Oxigênio Dissolvido (OD)*

Falando especificamente da aquaponia, plantas, peixes e todas as bactérias nitrificantes precisam de oxigênio para viver. É o parâmetro de efeito mais imediato e drástico na qualidade da água, não só na aquaponia, mas também nos sistemas aquáticos, já que os peixes podem morrer em poucas horas quando submetidos à depleção desse parâmetro dentro dos tanques, levando à falência todo o sistema. Por isso, garantir níveis adequados de OD é crucial, requerendo um monitoramento frequente, tanto indiretamente com a observância do comportamento dos peixes e do crescimento das plantas, como através de medições na água, atentando à carência de OD. Os níveis ideais variam de 5 a 8 mg.L<sup>-1</sup>, os quais podem ser mantidos com a circulação da água através de bombas, assim como compressores de ar, ligados constantemente (SOMERVILLE et al., 2014; ROSANOVA et al., 2019).

Há uma relação única, que pode afetar todo o sistema, entre temperatura da água e o OD; à medida que a temperatura da água aumenta, a solubilidade do oxigênio diminui, ou seja, a água terá menos OD à medida que a temperatura

aumenta (DA SILVA, 2017; DA CRUZ LIMA; SHINOZAKI-MENDES, 2015; ROSANOVA et al., 2019; SOMERVILLE et al., 2014; BOYD; TUCKER, 2014)..

Os peixes refletem as modificações ocorridas no ambiente aquático por meio de respostas adaptativas, este fato garante que animais com essa capacidade garantam sucesso ecológico, tolerando mudanças nos níveis de oxigênio dissolvido na água, como acontece quando a produção é praticada no Nordeste brasileiro, região que a temperatura da água, geralmente, alcança maiores valores (TEIXEIRA, 2014; ZENI; OSTRENSKY; WESTPHAL, 2016). Isso ocorre tanto em espécies com finalidade ornamental, como os *Betta splendens* (ARAÚJO, 2013), quantos em espécies com valor de mercado para consumo, a exemplo do Jundiá (*Leiarius sp.*) (MAFFEZZOLLI; DE OLIVEIRA NUÑER, 2006). Segundo Rosa (2019), as carpas (*Cyprinus carpio*) toleram baixos níveis de OD ( $3,5 \text{ mg.L}^{-1}$ ), mesmo assim tendo um desempenho zootécnico considerável.

### 2.2.2. pH

O termo pH é definido como a quantidade de íons hidrogênio ( $\text{H}^+$ ) em uma solução; quanto mais íons de hidrogênio, mais ácido o meio se torna. De forma contrária, a ausência desses íons torna a água mais alcalina, ou seja, é uma medida de quão ácida ou básica a solução está em uma escala logarítmica, variando de 1 a 14 (PEREIRA; MERCANTE, 2018; SOMERVILLE et al., 2014;). O conhecimento sobre o pH é útil para gerenciamento de sistemas aquapônicos, sendo dois aspectos, relacionados ao pH, cruciais para a boa condução da aquaponia, sendo esses:

1. A escala de pH é negativa, assim um pH 7 tem menos íons de hidrogênio do que um pH 6;
2. O pH estando em escala logarítmica, de base 10, diz que um pH 7 tem 10 vezes menos íons de hidrogênio do que um pH 6, e 100 vezes menos do que um pH de 5, assim como 1000 vezes menos do que um pH de 4.

Esse entendimento no diz que, por exemplo, se o pH de uma unidade aquapônica é registrado como 7 e, posteriormente, o valor é registrado como 8, a água agora tem dez vezes menos livremente íons  $\text{H}^+$  associados, porque a



escala é inversa e logarítmica (SOMERVILLE et al., 2014) e esse fato impacta processos biológicos internos ao sistema, tanto pelos peixes como pelos vegetais.

É importante estar ciente da natureza logarítmica da escala de pH não é necessariamente intuitivo. Para o anterior exemplo, se uma leitura posterior mostrasse que o pH era 9, o problema seria 100 vezes pior, e, portanto, hipercrítico, em vez de apenas duas vezes pior (LEIRA, 2017; SANTOS, 2018; SOMERVILLE et al., 2014).

O impacto citado nos processos biológicos, causado pelo pH da água, atua também nos peixes, mas principalmente nas plantas e bactérias. Para as plantas, o pH controla a absorção de micro e macro nutrientes. Em um pH 6,0 a 6,5, todos os nutrientes podem ser prontamente absorvidos, mas fora dessa faixa, tornam-se difíceis de acessar pelas plantas. Já um pH acima de 7 pode culminar em deficiências na absorção de nutrientes como ferro, fósforo e manganês, sendo esse fenômeno conhecido como bloqueio de nutrientes (SANTOS, 2018; SOMERVILLE et al., 2014).

Em relação às bactérias nitrificantes, essas experimentam dificuldade ao 'trabalhar' abaixo de um pH 6, onde a capacidade da bactéria de converter amônia em nitrato é reduzida em condições ácidas. Isso leva a uma redução na biofiltração e, como resultado, a diminuição na conversão de amônia a nitrato, elevando os níveis de amônia, possivelmente desequilibrando o sistema e estressando outros organismos conviventes (SOMERVILLE et al., 2014).

Os peixes, como citado, também têm faixas de tolerância específicas para o pH, mas a maioria dos peixes usados em aquaponia tem uma faixa de tolerância de pH de 6,0 a 8,5, assim tolerariam bem certos graus de variação. Por outro lado, o pH afeta a toxicidade da amônia para os peixes, em que pH mais alto reflete em maior toxicidade, relação essa mais amplamente discutida na seção 3.4. Assim sendo, a água aquapônica ideal é a ligeiramente ácida, com uma faixa de pH entre 6 e 6,9. Essa faixa manterá as bactérias funcionando na máxima capacidade, enquanto permite às plantas total acesso a todos os micro e macro nutrientes essenciais.

Os valores de pH entre 5,5 e 7,5 requerem atenção no manejo e manipulação, discutidos na seção 3.5 e no item 6. Por fim, um pH abaixo de 5 ou acima de 8 pode rapidamente se tornar um problema crítico para todo o ecossistema e, portanto, atenção imediata é necessária (ABE, 2018; DA SILVA, 2017; LEIRA et al., 2017; SOMERVILLE et al., 2014).

### *2.2.3. Temperatura*

A temperatura da água afeta todos os seres ali viventes, assim como os aspectos do sistema aquapônico, influenciando não apenas no tipo de peixe a ser criado, mas também no crescimento das plantas e no desempenho do biofiltro. De maneira geral, a faixa adequada varia entre 18 e 30°C (ODEMA et al., 2017; SOMERVILLE et al., 2014).

A temperatura tem um efeito sobre o OD e também sobre a toxicidade (ionização) da amônia, onde altas temperaturas forçam uma água com menos oxigênio dissolvido e mais amônia tóxica. Além disso, nos vegetais, as altas temperaturas podem restringir a absorção de cálcio pelas plantas (SOMERVILLE et al., 2014). A combinação entre peixes e plantas deve ser escolhida para estarem de acordo com a temperatura do ambiente escolhido, ou seja, a região, tendo conhecimento de que espécies de peixes são adaptadas àquela certa temperatura, pois alterar a temperatura da água da aquaponia requer o consumo de muita energia elétrica, encarecendo o custo de produção. Peixes de água quente (por exemplo, Tilápia, Carpas e Bagres) e bactérias nitrificantes prosperam em temperaturas de água mais altas, entre 22 e 29°C, assim como alguns vegetais populares no Nordeste, como quiabo, repolho asiático e manjeriço. Ao contrário, alguns vegetais também comuns, como alface, acelga e pepino, preferem temperaturas mais amenas, entre 18 e 26°C, adaptando-se bem com peixes de água fria, como a truta, as quais não toleram temperaturas superiores a 18°C (ODEMA et al., 2017; SOMERVILLE et al., 2014).

Assim como outros parâmetros, encontrar uma temperatura ideal para a realidade de cultivo, dentro da faixa aceitável para todos os três componentes da aquaponia (Tabela 1), é o que se deseja para atingir a qualidade de água (ODEMA et al., 2017; SALLENAVE, 2016; SOMERVILLE et al., 2014).

Tabela 1. Valores de parâmetros de qualidade de água em aquaponia

PARÂMETROS	Manjeriçao			Filtro biológico			Tanque		
	Semana								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
pH	7,56	7,51	7,93	7,44	7,41	7,84	7,53	7,51	7,93
UT	20,15	31,85	13,75	25,65	21,05	18,85	29,05	31,85	1,75
Fósforo	>0,01	0,127	0,59	>0,01	0,287	0,53	>0,01	0,127	0,59
Nitrogênio	2,5	2,32	4,58	2	2,1	4,91	1,4	2,32	4,58
Nitrato	0,087	0,145	0,278	0,127	0,122	0,205	0,119	0,145	0,278
Dureza	70,3	89,1	115,3	83,1	61,8	110,8	77,2	89,1	115,3
Temperatura	25,8	24,2	23,4	25,7	24,3	23,4	25,4	24,2	23,4
Sólidos dissolvidos	344	355	361	345	353	360	345	355	361
Condutividade de	644	710	721	671	702	721	690	710	721
Oxigênio	5,7	5,8	6,12	6,2	5,4	5,6	5,1	6,1	6,1

Fonte: Adaptado de Kuhnen et al. (2016).

#### 2.2.4. Compostos nitrogenados

Mesmo depois que seu sistema estiver totalmente equilibrado, se faz necessário verificar os níveis de amônia semanalmente, para detectar antecipadamente possíveis mudanças e fazer ajustes, antes que se tornem problemas. Sallenave (2016) afirma que os compostos nitrogenados entram no sistema aquapônico, principalmente, pela ração dos peixes, e devido à superalimentação, densidades dos peixes (que são muito altas para o volume de água) ou aeração insuficiente, o acúmulo de compostos nitrogenados pode vir a ser um problema. Por isso, as bombas (de água e/ou de ar) e os níveis de OD devem ser verificados constantemente, assim como ajustes nas taxas de alimentação ou densidade de peixes (SOMERVILLE et al., 2014), garantindo o perfeito equilíbrio da aquaponia.

A ração utilizada em sistemas de cultivo intensivo, sendo a única fonte de alimentação, como é observado na aquaponia, tem como principal referência o teor de proteína bruta. No entanto, nutricionalmente, apenas parte desta proteína é usado pelos peixes para o crescimento, sendo o restante liberado pelos peixes como resíduo, seja pela excreção direta (fezes e urina), seja pela liberação nas brânquias (BOYCE, 1999). Estes resíduos se encontram principalmente na forma de amônia ( $\text{NH}_3$ ), mas também havendo liberação de resíduos sólidos, alguns dos quais são convertidos em amônia pela atividade microbiana, outros retidos pelo sistema de filtração mecânica (abordado no item 5.1).

Essa amônia é nitrificada por bactérias e convertida em nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). No geral os resíduos de nitrogênio são venenosos para peixes em certas concentrações, embora apenas amônia e nitrito sejam preocupantes, por serem aproximadamente 100 vezes mais venenoso (para os peixes) do que nitrato. Apesar de tóxico para os peixes, os compostos de nitrogênio são nutritivos para os vegetais e, de fato, são o componente básico dos fertilizantes vegetais. Todos três as formas de nitrogênio ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2^-$  e  $\text{NO}_3^-$ ) podem ser usadas pelas plantas, mas o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) é de longe o mais acessível (SOMERVILLE et al., 2014).

Em uma unidade aquapônica em pleno funcionamento, com biofiltração adequada, os níveis de amônia e nitrito devem ser próximos a zero, ou no máximo  $0,25 \text{ mg.L}^{-1}$  para nitrito e  $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$  para amônia. As bactérias presentes no biofiltro devem estar convertendo quase toda a amônia em nitrito e, posteriormente, em nitrato antes que qualquer acúmulo possa ocorrer (MARQUES, 2014; SALLENAVE, 2016).

#### *2.2.4.1. Toxicidade da amônia ( $\text{NH}_3$ )*

Abordando a amônia como principal resíduo nitrogenado excretado pelos peixes, resultante do metabolismo proteico, em geral os peixes podem apresentar sintomas de envenenamento em níveis tão baixos quanto  $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$ .

A exposição prolongada a esse nível (ou acima) causará danos ao sistema nervoso central e guelras dos peixes, resultando em perda de equilíbrio, respiração prejudicada e convulsões, levando à supressão do sistema imunológico e eventual morte. No entanto, níveis mais baixos por longos

períodos ainda podem resultar em estresse nos peixes, aumento da incidência de doenças e mais mortalidades (DA SILVA, 2017; SOMERVILLE et al., 2014; SALLENAVE, 2016).

#### *2.2.4.2. Toxicidade do Nitrito ( $\text{NO}_2^-$ )*

Níveis elevados de nitrito são frequentemente encontrados em sistemas de aquicultura intensiva e de recirculação. E assim como acontece com a amônia, devido essa alta, podem surgir problemas com a saúde dos peixes podendo os levar imediatamente à morte (CIJI; AKHTAR, 2020; SOMERVILLE et al., 2014).

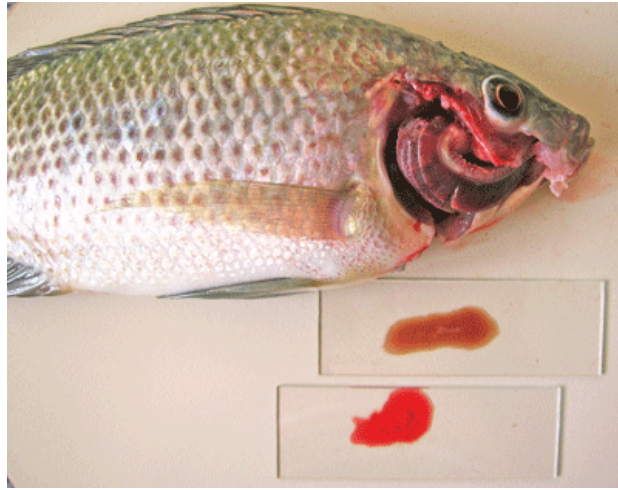
Ciji e Akhtar (2020) demonstraram que a exposição ao nitrito afeta negativamente o crescimento de peixes e muda nos crustáceos, a capacidade de transporte de oxigênio no sangue, o balanço hídrico, a osmorregulação, a homeostase e ainda causa desregulação iônica. Os peixes afetados exibem sintomas semelhantes ao envenenamento por amônia, particularmente onde os peixes parecem ser privados de oxigênio, vistos ofegantes na superfície, mesmo em água com alta concentração de OD (SOMERVILLE et al., 2014).

A adoção de uma abordagem nutricional melhor, como a alimentação de alimentos fortificados com antioxidantes ou nutracêuticos, juntamente com filtros biológicos que funcionam de maneira eficaz, são úteis na redução dos efeitos deletérios do nitrito em animais em cultura (CIJI; AKHTAR, 2020).

#### *2.2.4.3. Nitrato em níveis elevados ( $\text{NO}_3^-$ )*

Somerville et al. (2014) dizem que o nitrato é muito menos tóxico do que as outras formas de nitrogênio, além de ser a mais acessível forma de nitrogênio para as plantas, onde a produção de nitrato é o objetivo do biofiltro. Mas também como composto nitrogenado, não há um fator de risco? A resposta é sim.

Figura 3. Tilápia vítima de intoxicação por nitrito, mostrando a mudança de coloração do sangue de vermelho para castanho.



Fonte: LIMA; KEBUS (2008).

Embora o nitrato seja o subproduto nutricional essencial e desejável da biofiltração, em níveis excessivos os peixes apresentaram crescimento significativamente reduzido e estado de saúde prejudicado, demonstrando que concentrações muito altas de nitrato podem influenciar negativamente a produção de peixe em RAS. O que se chama de alto são níveis superiores a  $300 \text{ mg.L}^{-1}$ , com alguns peixes tolerando níveis de até  $400 \text{ mg.L}^{-1}$ , onde se sugere diminuir a densidade de cultivo para reduzir a quantidade de amônia que está sendo produzida, conseqüentemente, o nitrato (MONSEES et al., 2017; SALLENAVE, 2016; SOMERVILLE, 2014). Somente o compartimento vegetal consegue retirar ou diluir a concentração do nitrato, portanto sendo necessários melhoramentos no design dos sistemas (GODDEK; KÖRNER, 2019).

Aqui já podemos adiantar que, se os vegetais consomem nitrato, também é viável aumentar o número de vegetais na aquaponia para diminuir as concentrações de nitrato presente na água.

Assim, na aquaponia, valores de nitrato maiores que  $150 \text{ mg.L}^{-1}$  podem ser uma indicação de que não há plantas suficientes sendo cultivadas nas unidades produtivas para absorver todos os nitratos que estão sendo produzidos pelas bactérias nitrificantes (MONSEES et al., 2017; SALLENAVE, 2016).

Da mesma forma, até nos vegetais, altas concentrações, como valores maiores que  $250 \text{ mg.L}^{-1}$ , terão um impacto negativo, levando ao crescimento vegetativo excessivo e acúmulo perigoso de nitratos em folhas, o que é

prejudicial para a saúde humana. Diferentes autores (MONSEES et al., 2017; SALLENAVE, 2016; SOMERVILLE et al., 2014) recomendam manter o nitrato níveis de 5 a 150 mg.L<sup>-1</sup> e para trocar água quando os níveis se tornam mais altos.

#### *2.2.5. Dureza da água*

A dureza da água é uma medida de íons carregados positivamente, particularmente cálcio (Ca<sup>2+</sup>), magnésio (Mg<sup>2+</sup>) e, em menor grau, íons de ferro (Fe<sup>+</sup>) presentes na água. Existem dois tipos principais de dureza: dureza total (DT) e dureza carbonatada (DC). A dureza total é uma medida de íons positivos na água, a soma da concentração de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, expresso em partes por milhão (ppm) (equivalente a miligramas por litro) de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>), podendo variar de mole (0 a 75 ppm) a muito dura (> 300 ppm). A dureza de carbonato, também conhecida como alcalinidade, é uma medida da capacidade tampão da água (SALLENAVE, 2016; SOMERVILLE et al., 2014), a qual revisaremos na seção 2.2.5.2.

Quantidades iguais de cada base, determinado por tentativa e erro, deve ser adicionado conforme necessário para manter o pH em 7 ou ligeiramente abaixo (6,8), ideal para o sistema aquapônico (ver seção 2.2.2.). O ferro deve ser suplementado com a adição de 2 mg.L<sup>-1</sup> de ferro quelado a cada 3 semanas ou conforme necessário (SALLENAVE, 2016; SOMERVILLE et al., 2014).

##### *2.2.5.1. Dureza total*

Altas concentrações de DT são encontradas na água de fontes à base de calcário (como aquíferos) e/ou leitos de rios, uma vez que o calcário é essencialmente composto por carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>). Os íons Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> são nutrientes essenciais absorvidos pelas plantas, através das raízes, à medida que a água flui através do sistema hidropônico.

A água dura pode ser uma fonte útil de micronutrientes para a aquaponia, e não tem efeitos negativos sobre a saúde dos organismos, uma vez que esses sejam bem escolhidos. O cálcio dissolvido na água auxilia na osmorregulação alivia o estresse além de evitar que os peixes percam outros sais, levando a um

plantel mais saudável. Os níveis ideais devem ser mantido entre 50 e 100 ppm (SALLENAVE, 2016; SOMERVILLE et al., 2014).

#### *2.2.5.2. Dureza de Carbonato ou alcalinidade*

Alcalinidade refere-se à capacidade de tamponamento, ou seja, a capacidade de resistir a mudanças diu-noturnas no pH, de uma solução. O carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e o bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) presentes na água se ligam aos íons  $\text{H}^+$  liberados por qualquer ácido, removendo, assim, esses íons  $\text{H}^+$  livres da água. Portanto, o pH permanecerá constante mesmo quando novos íons  $\text{H}^+$  do ácido forem adicionados à água (SALLENAVE, 2016; SOMERVILLE et al., 2014).

A dureza do carbonato é a quantidade total de carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) dissolvido em água. Também é medido em miligramas de  $\text{CaCO}_3$  por litro de água. Em geral, considera-se que a água tem alto DC em níveis de 120 a 180  $\text{mg.L}^{-1}$ . Como relatado, reforçando, a água proveniente de poços ou aquíferos de rocha calcária, normalmente terá um alto teor de carbonato dureza, cerca de 150 a 180  $\text{mg.L}^{-1}$ . Em sistemas aquapônicos a sugestão é manter a alcalinidade acima de 100 ppm (SALLENAVE, 2016; SOMERVILLE et al., 2014).

Revisto os principais indicativos de qualidade de água, assim como a importância na aquaponia, vejamos a seguir como essa água circula entre os peixes e os vegetais.



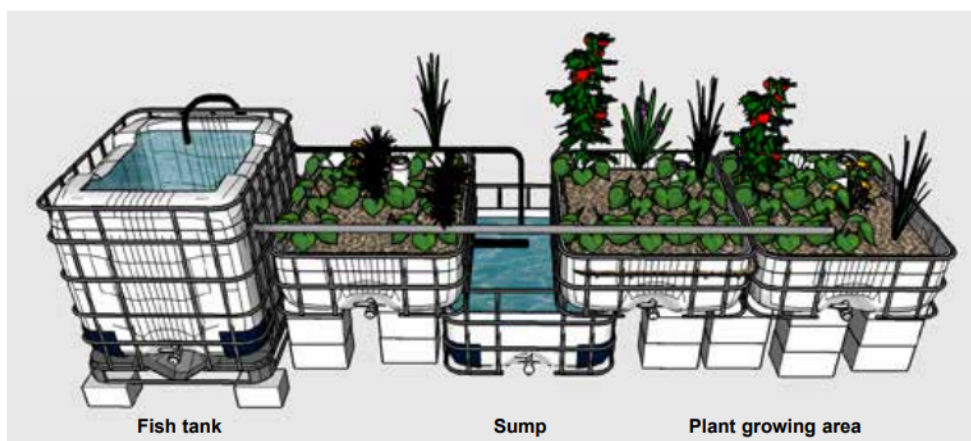
### 3. PRINCIPAIS SISTEMAS DE CULTIVO

Aquaponia inclui uma ampla variedade de sistemas, e com diferentes tipos e níveis de investimentos e retornos, cada um com suas particularidades e variações, vantagens e desvantagens. Apesar dessa variabilidade, existem três tipos principais de sistemas que são mais difundidos no mundo (ENGLE, 2016). Como no Brasil a aquaponia se trata de uma atividade ainda pouco consolidada, quase todos os termos utilizados para a descrição dos ambientes de cultivo de vegetais estão em inglês, desta forma a EMBRAPA propõe uma nomenclatura em português para facilitar a compreensão (BRŠĆAN, 2015). Vejamos quais são a seguir.

#### 3.1. Media-filled bed ou Ambiente de cultivo em cascalho

Esse modelo consta de espaços cheios de mídia, das mais diversas possíveis, desde pedaços de blocos cerâmicos até argila expandida. É a forma mais simples de aquaponia, onde usam recipientes cheios de pedras, argila expandida ou material similar (Figura 4). A água do tanque de cultivo dos peixes é bombeada sobre os espaços cheios de mídia, em que plantas crescem fixando-se nesse material rochoso. Esse modelo pode ser executado de duas maneiras diferentes, (a) com um contínuo fluxo de água sobre as rochas, ou (b) inundando e drenando o canteiro, com um ciclo de fluxo (FILEP et al., 2016).

Figura 4. Modelo de cultivo em cascalho.

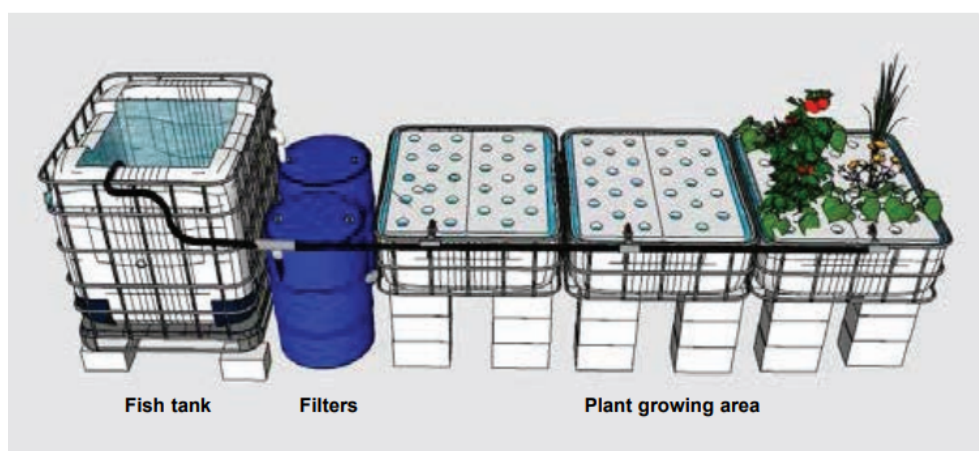


Fonte: SOMMERVILLE et al. (2014).

### 3.2. Deep Water Culture (DWC), Floating ou Ambiente flutuante

No DWC as raízes são quase completamente submersas em água. As plantas se assentam em uma balsa flutuante (Figura 5), com suas raízes completamente submersas na água. Recomenda-se uma aeração auxiliar nesse modelo, para garantir a manutenção dos níveis suficientes de oxigênio, pois a balsa limita a troca gasosa com o ar atmosférico. Assim, a fim de evitar a depleção de oxigênio e o fraco crescimento das plantas esse modelo carece de aeração extra (BODENMILLER, 2017).

Figura 5. Ilustração de modelo de ambiente flutuante.



Fonte: SOMMERVILLE et al. (2014).

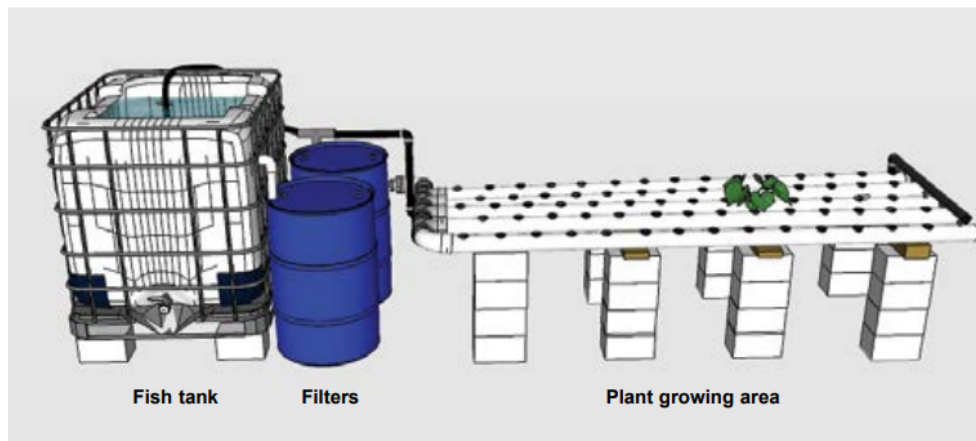
### 3.3. Nutrient Film Technique (NFT) ou ambiente de cultivo em canaletas

O sistema aquapônico via NFT é um sistema muito utilizado no conhecido cultivo hidropônico, sendo também comumente utilizado na aquaponia. Nesse modelo integra-se as canaletas para cultivo (Figura 6) dos vegetais a um sistema integrado de recirculação de aquicultura (Recirculating Aquaculture Systems - RAS), que cultiva os peixes. Este modelo carece de circulação de água contínua, 24 horas por dia, para sustentar a biofiltração necessária à piscicultura (LENNARD; WARD, 2019).

Fala-se assim porque na hidroponia, que cultiva apenas vegetais em meio nutritivo, no modelo NFT, há a opção de ligar e desligar a circulação de água, com intervalos de 15 minutos. Assim, na aquaponia, demanda-se continuamente gasto energético, além do que, é preciso monitorar e controlar continuamente o

nível de amônia, temperatura, pH, dentre outros parâmetros, diferente dos demais sistemas comuns (ZAINI, KURNIAWAN; HERDHIYANTO, 2018).

Figura 6. Ilustração de sistema de ambiente de cultivo em canaletas (NFT).



Fonte: SOMMERVILLE et al. (2014).

### 3.4. Desempenho do sistema

Kamauddin et al. (2018) testaram quatro sistemas aquapônicos de cultivo com diferentes tipos de técnicas de tratamento. As tabelas 1 e 2 mostram o desempenho do espinafre roxo e da Tilápia, respectivamente, nos diferentes sistemas, sendo o sistema (1) equipado com filtro mecânico e biológico em um recipiente compacto, já no sistema (2) o tanque de decantação por fluxo axial foi usado como filtro mecânico e filtro biológico, enquanto no sistema (3) utilizou-se *bioball* como meio de filtração. Já no sistema (4), a água do tanque de aquicultura era bombeada diretamente para o canteiro onde as plantas crescem, sem unidade de tratamento.

O estudo teve duração de 12 semanas, feito com a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e Espinafre roxo (*Gynura procumbens*), observou que a água do tanque de aquicultura bombeada diretamente para o canteiro no sistema *Media-filled bed*, onde as plantas crescem, num sistema aquapônico, é insuficiente para atuar como meio de filtração e nitrificação. Por outro lado, os resultados mostraram que sistemas aquapônico baseado em filtro biológico produz melhor desempenho na qualidade da água e na taxa de crescimento dos peixes, juntamente com resultados moderados na taxa de crescimento e rendimento da planta.

Enquanto, o sistema aquapônico com filtro mecânico produziu a maior taxa de crescimento e rendimento da planta e qualidade adequada de água e taxa de crescimento. Sugerindo que a combinação de filtros mecânicos e biológicos com razão superlativa é necessária para o desempenho ideal do sistema aquapônico de canteiro cheio de meio de cultivo.

Tabela 2. Desempenho de crescimento das plantas *Gynura procumbens*.

Parâmetros	Aquaponia							
	Sistema 1		Sistema 2		Sistema 3		Sistema 4	
	Semana							
	0	12	0	12	0	12	0	12
cm	15.09	50.06	16.03	72.7	16.5	66.8	16.7	50.00
%	218		346		305		200	
kg	5.02		5.29		4.54		3.66	

Fonte: KAMAUDDIN et al. (2018).

Tabela 3. Desempenho de crescimento de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Parâmetros	Aquaponia							
	Sistema 1		Sistema 2		Sistema 3		Sistema 4	
	Semana							
	0	12	0	12	0	12	0	12
Peixe (g)	70.00	238.6	69.3	240.4	70.6	248.4	68.5	236.3
(%)	241		247		252		245	
(%) por dia	2.87		2.94		3.00		2.92	
Conversão	1.24		1.22		1.17		1.24	
(%)	92.00		88.00		96.00		88.00	

Fonte: KAMAUDDIN et al. (2018).

#### 4. DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA AQUAPONICO

Em um sistema aquapônico corretamente projetado e equilibrado, a proporção entre peixes e plantas é baseado na taxa de arraçoamento. Essa proporção refere-se à quantidade de alimento fornecido aos peixes diariamente por metro quadrado de área de cultivo da planta, ou seja, a densidade de peixes estocada no sistema, o que por sua vez determina a quantidade de nutrientes disponíveis para as plantas (EMERENCIANO et al., 2015; HUNDLEY; NAVARRO, 2013; RAKOCY, 2007; SOMERVILLE et al., 2014).

Desta forma, a proporção é baseada na quantidade de ração oferecida diariamente aos peixes, sendo recomendado uma oferta na ordem de 50 a 100 gramas de ração de peixe, por dia, para cada metro quadrado ( $\text{g}/\text{m}^2/\text{dia}$ ) de canteiro de hidroponia. Outra referência em termos de cultivo é pensar que o volume de  $1\text{m}^3$  de cultivo de peixe pode suportar, em média, de  $3\text{m}^2$  a  $15\text{m}^2$  de área para cultivo de vegetais (EMERENCIANO et al., 2015; RAKOCY et al., 2016; SOMERVILLE et al., 2014). Assim, a título de exemplo, um tanque de cultivo de peixes de 2.000 litros suportaria, em média, o cultivo de uma área de  $18\text{m}^2$  de vegetais.

Revisando os experimentos, encontramos outras referências para aquaponia, como Rakocy (2007), o qual sugere, como relação ótima, uma taxa de alimentação variando de 60 a  $100\text{g}/\text{m}^2/\text{dia}$ . Por exemplo, se os peixes estão sendo alimentados 1.000g por dia, em média, a área destinada à produção de hidroponia deverá ser de  $16,7\text{ m}^2$  para uma taxa de alimentação de  $60\text{g}/\text{m}^2/\text{dia}$ .

Já Paulo e Cavichioli (2017), em uma diferente abordagem, define uma relação entre peixes e plantas na proporção de 1kg de peixe para cada 7kg de plantas, o que concorda com o proposto por Oliveira (2016). Observando não apenas esse, como outros autores, deduz-se, portanto, que a parte hidropônica ocupa uma área muito maior do que a área de cultivo de peixes, o que somado ao fato do ciclo das hortaliças ser muito mais curto (25 a 90 dias) do que o ciclo dos peixes (210 a 270 dias), fica evidente a grande importância da parte vegetal em sistemas aquapônicos (EMERENCIANO et al., 2015; RAKOCY, 2007; SOMERVILLE et al., 2014).

Um autor referência em aquaponia é Somerville et al. (2014), o qual desenvolveu um guia geral, especialmente para unidades de pequena escala, sabendo que pode haver especificidades às muitas variáveis envolvidas nesta relação, incluindo o tamanho e tipo de peixe, temperatura da água, conteúdo de proteína da ração e demandas de nutrientes das plantas, que podem mudar significativamente durante a estação de crescimento. Estas mudanças podem exigir ajustes na taxa de alimentação.

Como exemplo de cálculo para um sistema aquapônico hipotético, utilizando-se o manual organizado por Somerville et al. (2014), temos que:

Alfaces necessitam de 4 semanas para crescer, quando as mudas são transferidas para a aquaponia. Se, por semana, desejamos coletar 25 pés de alface, logo:

$$25 \text{ alfaces/semana} \times 4 \text{ semanas (mês)} = 100 \text{ pés no sistema}$$

Cada 25 pés de alface requerem 1 m<sup>2</sup> de espaço, assim:

$$(1) 100 \text{ pés} \times \frac{1 \text{ m}^2}{25 \text{ pés}} = 4 \text{ m}^2$$

Cada m<sup>2</sup> de cultivo vegetal requer, em média, 50g de arraçoamento por dia, assim:

$$(2) 4 \text{ m}^2 \times \frac{50 \text{ g}}{1 \text{ m}^2} = 200 \text{ g ração/dia}$$

Sabe-se, advindo da piscicultura, que a taxa de arraçoamento dos peixes varia de acordo com sua fase de cultivo, onde juvenis podem se alimentar a uma taxa de 5% da biomassa/dia, e na fase de terminação, de 1 a 2% por dia. Assim, temos que:

$$200 \text{ g/dia} \times \frac{100 \text{ g (peso médio)}}{1-2 \text{ g ração/dia}} = 10 - 20 \text{ kg de biomassa estocada}$$

Ou seja, para cultivarmos 100 pés de alface, precisaremos de uma biomassa estocada de, em média, 15 kg de peixe; se estes possuírem, em média, 100g, assim 150 peixes devem ser arraçados diariamente com 200g de ração.

## 5. SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA

Um dos principais gargalos da aquicultura tradicional, bastante praticada no Brasil, está na remoção dos sólidos e compostos nitrogenados tóxicos provenientes do alimento não consumido, como as próprias fezes e outras fontes. Prática comum é constantes trocas de água nos viveiros e *raceways*, ou no caso dos tanques-rede, dispersando diretamente no ambiente. Isso, segundo Shei (2016), gera grande produção de efluentes e desperdício de água limpa, fato que gera preocupações em tempos de aquicultura sustentável<sup>1</sup>.

Neste sentido surgem os Sistemas de Recirculação de Água (SRA), que são sistemas de criação fechados, e que representam alternativas compactas e sustentáveis para cultivo intensivo de espécies, na qual a água do sistema de criação é continuamente tratada e reutilizada de forma total ou parcial, permitindo elevadas densidades de estocagem e reduzindo impactos ambientais, diminuindo drasticamente a quantidade de água utilizada em um ciclo produtivo (ALMEIDA, 2019; BADIOLA et al., 2018; BREGNBALLE, 2015; SHEI, 2016). Essa produção zero de efluentes é que, hoje, eleva o nível da aquicultura a patamares sustentáveis.

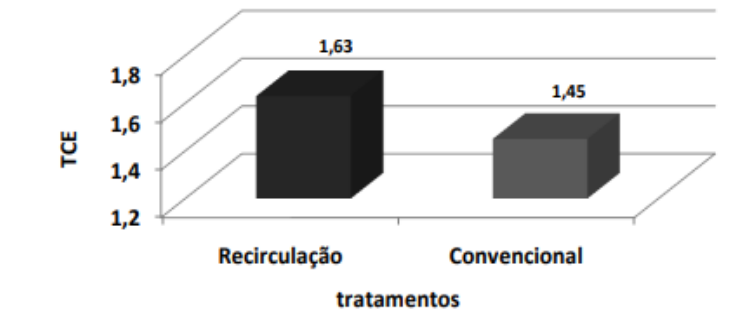
Como demonstrou Mesquita (2010), a taxa de crescimento de Tilápia do Nilo é superior em sistema de recirculação (fechado), do que em sistema convencional (aberto), por um período de 56 dias, resultando em melhores desempenhos zootécnicos dos animais no sistema fechado, bem superiores aos animais de sistemas convencionais. Na figura 6 podemos visualizar graficamente o resultado da taxa de crescimento específico (TCE).

Apesar da projeção mundial para as próximas décadas ser de grande aumento da produção de pescados através de RAS, no Brasil, esse incremento deve ser mais lento, principalmente pela dificuldade de competir com os custos de implantação e operação dos modelos tradicionais (BADIOLA et al., 2018; SHEI, 2016).

---

<sup>1</sup> Termo utilizado desde 1989, mas que apenas nas últimas décadas ganhou importância, visto a necessidade de destacar o tripé da sustentabilidade, também, no setor de produção alimentar.

Figura 7. Comparação entre taxa de crescimento de Tilápia do Nilo em diferentes sistemas



Fonte: Mesquita (2010)

Na realidade brasileira o RAS é mais facilmente empregado em campos específicos como: pesquisa, produção de espécies de alto valor agregado em áreas urbanas e na aquaponia (BREGNBALLE, 2015; SHEI, 2016).

### 5.1. Caracterização e componentes básicos de um SRA

Basicamente podemos fracionar um sistema de recirculação em seis componentes. Alguns processos e equipamentos adicionais podem ser inseridos nestes componentes para melhorar a eficiência de recomposição da qualidade da água e, assim, otimizar a produção do sistema. Entendendo também que cada componente representa seu próprio microambiente, necessitando de cuidados e manutenções individualizados (BARTELME et al., 2019; KUBITZA, 2006). Esses componentes podem ser separados em:

*i. Tanques de cultivo:* Embora diversos formatos e design de tanques possam ser utilizados, os mais comuns ainda são os tanques circulares, que facilitam a concentração dos resíduos sólidos no dreno central. Para além, esse formato potencializa a distribuição do oxigênio em todo tanque;

*ii. Filtros mecânicos e/ou Decantadores:* A filtragem mecânica da água de saída dos tanques de peixes é a principal solução para a remoção dos resíduos orgânicos, porém nem toda a matéria orgânica é removida no filtro mecânico, pois as partículas mais finas passam através de compostos dissolvidos, como fosfato e nitrogênio. O nitrogênio na forma de amônia livre ( $\text{NH}_3$ ), como já citado, é tóxico para os peixes, logo precisando ser degradado até nitrato, mais inofensivo. Filtros mecânicos



com telas finas ou filtros fechados com meio filtrante de areia, cascalho ou esferas de plástico (filtros tipo de piscina) concentram e removem os sólidos em suspensão (partículas entre 40 e 100 micra). Os decantadores podem ser usados associados ou em substituição aos filtros mecânicos, onde esses concentram os sólidos decantáveis (partículas > 100 micra ou 0,1mm);

*iii. Biofiltros:* Os filtros biológicos são fundamentais para a saúde do sistema. É no biofiltro que ocorre a decomposição de matéria orgânica e degradação da amônia, realizado por bactérias. As bactérias heterotróficas oxidam a matéria orgânica consumindo oxigênio e produzindo dióxido de carbono, amônia e lodo. Bactérias nitrificantes convertem amônia em nitrito e, finalmente, em nitrato. Diversos tipos de substratos de fixação de bactérias podem ser utilizados nos biofiltros. Os mais comuns são areia grossa, cascalho, brita, esferas ou cilindros de plástico, além do que flocos de isopor;

*iv. Sistema de aeração/oxigenação:* O sistema de aeração/oxigenação pode ser composto por: (a) sopradores de ar, mangueiras e difusores, (b) aeradores mecânicos de diversos tipos (aeradores de pá ou bombas de água), (c) injeção direta de oxigênio gás e mesmo (d) uma combinação entre dois ou mais tipos de aeração/oxigenação. Aeradores e difusores, quando inadequadamente dimensionados ou posicionados podem provocar excessiva agitação dentro dos tanques de cultivo, ressuspendendo e fracionando os resíduos sólidos. Assim, é preferível concentrar a aeração em outros pontos do sistema, particularmente após a filtração de sólidos em suspensão, anterior à biofiltração;

*v. Sistema de bombas, tubulações de drenagem e retorno:* Em algum ponto do sistema é necessário instalar bombas para retornar à água tratada e reoxigenada para os tanques de criação (BREGNBALLE, 2015; KUBITZA, 2006), podendo ser de vários modelos e potências, mas todas utilizando o princípio da força centrífuga para criar áreas de baixa pressão (tomada d'água) e alta pressão (saída d'água).

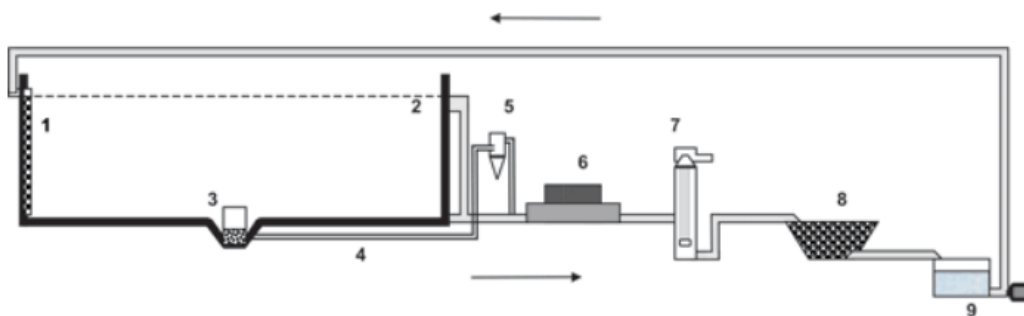
Desta maneira a água residual, limpa do tratamento de lodo, terá uma alta concentração de nitrogênio, e ao invés de serem descartadas e inutilizadas, são,

de forma sustentável, aproveitadas como fertilizante em sistemas aquapônicos (como é trivial que a aquaponia é a modalidade de cultivo de alimentos que envolvem a integração entre aquicultura e cultivo de plantas terrestres sem a utilização de solo). Pela relação simbiótica entre os organismos aquáticos, bactérias e plantas, os nutrientes residuais da aquicultura (amônia) são convertidos em formas nitrogenadas assimiláveis às plantas (nitrato) por ação microbiana (PONTES, 2018; CALONE et al., 2019).

## 5.2. Modelos de sistemas

Um SRA pode ser representado esquematicamente na Figura 7, onde vemos que a água tem um sentido de fluxo, partindo dos tanques do cultivo, passando obrigatoriamente primeiro pela filtragem mecânica, e no fim da sequência, retornando aos próprios tanques de cultivo através do bombeamento.

Figura 8. Representação simplificada dos principais componentes de um sistema de recirculação).



Fonte: KUBITZA (2006).

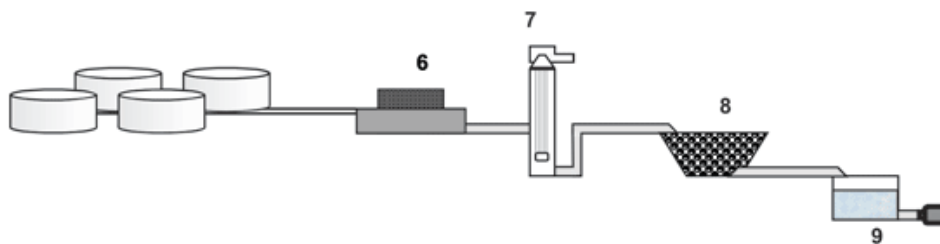
Na representação podemos ver claramente que no tanque de cultivo (2) temos o retorno de todo o ciclo da água (1), reiniciando seu fluxo a partir da tomada d'água central (3), o qual facilita a drenagem direta de água e condução (4) para o decantador (5), seguido de uma filtragem mecânica (6). Nos sistemas de água salgada, ainda há a possibilidade de utilizarmos um outro tipo de filtro mecânico chamado Skimmer (fracionador de espuma) (7), que utiliza o eletromagnetismo da fricção de microbolhas para atrair partículas orgânicas e depositar no seu copo coletor. Por fim, a água, limpa de sólidos, mas contendo compostos nitrogenados, cai no biofiltro (8), seguindo para o sump (9), retornando aos tanques de cultivo através de bombeamento direto (KUBITZA, 2006).

Apesar desse modelo genérico, ainda vemos na literatura variações possível de rearranjar o SRA, sendo os possíveis:

a) *Sistema com uma única linha de tratamento de água*

Apesar do menor custo de implantação, esta configuração (Figura 9) apresenta seus inconvenientes, sendo o primeiro o risco de disseminação de doenças, iniciado em um tanque segue para todos os demais interligados. Tratar todo o sistema é mais oneroso e menos eficiente, pois devido a interligação, há o risco do tratamento sanitário afetar as bactérias do biofiltro. Também não é possível realizar vazios sanitários, a não ser que a produção seja paralisada por completo, o que impacta na eficiência produtiva. O segundo inconveniente é a necessidade de interferência em todos os tanques quando há necessidade de limpeza em biofiltros ou de reparo estrutural no sistema (KUBITZA, 2006).

Figura 9. Tanques com tratamento e recirculação da água em uma mesma linha.

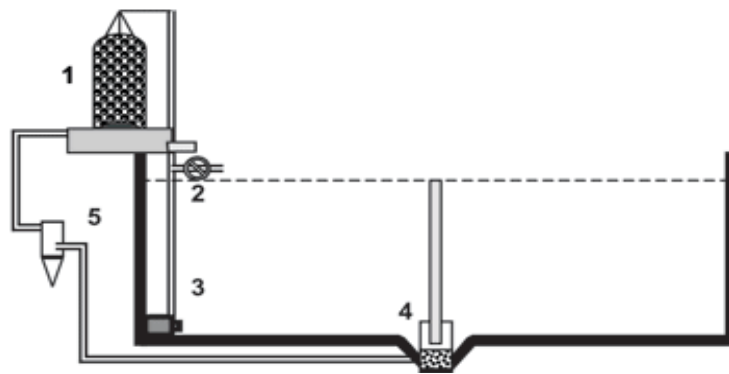


Fonte: KUBITZA (2006).

b) *Sistemas com todos os tanques isolados*

Em outro extremo, podem existir sistemas nos quais cada tanque conta com seu próprio tratamento de água (Figura 10). Pode parecer uma configuração ideal, esse design conferindo maior segurança quanto ao controle sanitário ou na necessidade de intervenções estruturais. É verdade, mas vejamos que o investimento, a operação e a manutenção do sistema, no fim, são mais onerosas. Kubitzka (2006) relata, por exemplo, que são muitos filtros, biofiltros e bombas de pequeno calibre que necessitam de inspeção, manutenção e limpeza, aumentando a demanda por mão-de-obra. Essa concepção também dificulta o manejo diário, particularmente no que diz respeito ao monitoramento e correção da qualidade da água, que precisam ser personalizados para as condições de cada tanque.

Figura 10. Tanque com sistema individual de tratamento e recirculação de água.



Fonte: KUBITZA (2006)

Na representação podemos ver que no tanque de cultivo temos o retorno de todo o ciclo da água através da bomba submersa (3), com presença do registro (2), responsável pelo volume que passará para o biofiltro e o retorno direto para o tanque, ajudando na aeração. Após passar pelo registro, a água do tanque passa para o biofiltro (1), o qual tem a função de fazer a ciclagem dos compostos nitrogenados, seguido de uma filtragem mecânica pelo coletor de sólidos (5) que também permite o retorno da água para o tanque, e por fim indo para o dreno central (4), responsável pela drenagem direta de água e condução (KUBITZA, 2006).

O sistema aquapônico de pequena escala tem como componentes básicos um tanque de criação de peixes, um filtro de sólidos decantáveis, um filtro de sólidos em suspensão (CARNEIRO et al., 2015b), sendo adequado a utilização do sistema individual de tratamento (Figura 10).

Já para o cultivo de peixe ornamental, os sistemas de recirculação de água, com uma mesma linha, são eficientes para serem implantado, pois garantem potencialidade do espaço, mantendo a qualidade de água, e aumentando a possibilidade de alcançar maiores retornos financeiro (RODRIGUES, 2013).

### 5.3. Biologia em um SRA

Controlar a concentração de amônia tóxica nos tanques é uma das tarefas principais de um sistema de reuso. Mesmo havendo outras tecnologias disponíveis para remoção de amônia da água, em SRA a filtração biológica ainda é o método mais usado. Os biofiltros são essencialmente recipientes recheados

de um dado substrato (leito) possuidor de uma grande área superficial onde espécies de bactérias nitrificantes, *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*, se aderem e se multiplicam para processar amônia e nitrito (LIMA; KEBUS, 2008).

Em um ambiente fechado, toda a amônia proveniente dos restos da alimentação e do metabolismo dos animais passa a se acumular. Esse composto é tóxico e pode ser letal para espécies mais sensíveis em concentrações de 0,4 mg/L. Devido a esse acúmulo constante, a filtração biológica é um dos pilares dos sistemas de recirculação de água (RAS). Na maioria dos RAS, esse processo ocorre em duas fases (SHEI, 2016; SOMERVILLE et al., 2014). Shei (2016) define as duas etapas em:

- Na fase de mineralização, ocorre a decomposição da matéria orgânica imobilizada, composta basicamente pelas fezes e resto de alimento não consumido. Nesse processo, a matéria orgânica é degradada por bactérias heterotróficas em formas menos complexas, resultando basicamente em nitrogênio e fósforo inorgânico. Como os vegetais só conseguem consumir o nitrogênio inorgânico, esse processo também é de grande importância para sistemas de Aquaponia;
- A nitrificação é o processo mais conhecido e mais importante na filtração biológica. Nele, toda a amônia tóxica que se acumula na água, é consumida e oxidada por bactérias para compostos nitrogenados menos nocivos em duas etapas. Na primeira, bactérias *Nitrosomonas* e *Nitrosococcus* convertem o  $\text{NH}_3$ , o composto nitrogenado mais tóxico, para nitrito ( $\text{NO}_2$ ). Na segunda etapa, o  $\text{NO}_2$  é processado por bactérias *Nitrobacter* para nitrato ( $\text{NO}_3$ ), que será consumido pelo vegetal.

Durante o processo de ciclagem, é vital testar os níveis de amônia, nitrito e nitrato a cada 3–5 dias para garantir que as concentrações de amônia não se tornem prejudiciais para as bactérias ( $> 4 \text{ mg.L}^{-1}$ ). Se o fizerem, uma troca de água é necessária (SOMERVILLE et al., 2014).

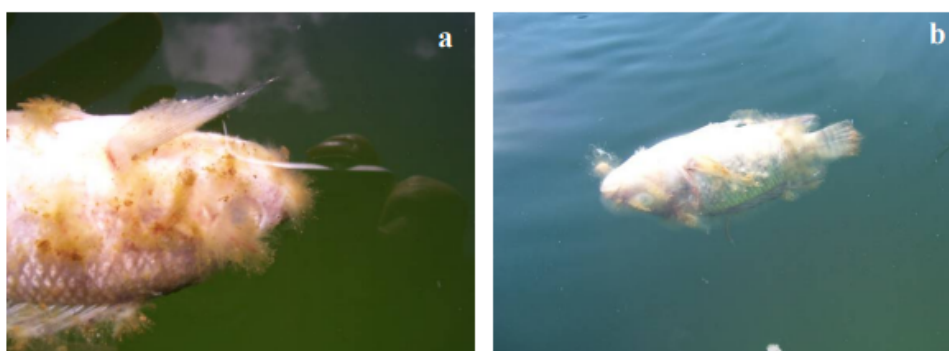
#### **5.4. Patógenos em SRA**

Embora permitam o controle de diversos parâmetros, a instabilidade de variáveis de qualidade de água em SRA pode ser mais preocupante do que em grandes viveiros ou *raceways*. Aumentos temporários de amônia ou nitrito

podem, por si só resultar em doenças e perdas significativas. Tais flutuações levam à debilidade do sistema imunológico dos animais aquáticos e, portanto, susceptibilidade a patógenos e surtos de enfermidades nitrito (LIMA; KEBUS, 2008).

Como demonstram (CALIARI; SALARO; GONÇALVES, 2011), um sistema em desequilíbrio pode ser fatal para espécies de peixes cultivadas. Observaram que o biofiltro aerado submerso se mostrou eficiente no controle do pH, OD, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, DBO, DQO embora não tenha sido eficiente para NO<sub>3</sub> e PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>. Análises foram conduzidas com vistas à identificação do agente causador das mortes, tendo sido verificado que em quase 100% os peixes levados à óbito estavam infestados do fungo da espécie *Saprolegnia sp.*, que impõe a formação de tufos (Figura 11).

Figura 11. Presença de fungos em peixes mortos (a e b são Tilápias).



Fonte: CALIARI; SALARO; GONÇALVES (2011).

O fluxo contínuo da mesma água espalha patógenos rapidamente, sobretudo em um sistema com protocolos deficientes de desinfecção e esterilização. Bactérias mais isoladas em SRA são *Aeromonas spp.*, *Vibrio spp.*, *Mycobacterium spp.*, *Streptococcus iniae* e *Flavobacterium columnare*. Já as espécies de parasitas que mais progridem incluem *Trichodina*, *Ichthyophthirius* (pontos brancos), *Costia* e *Tetrahymena*.

Sistemas fechados podem abrigar, ainda, fungos e vírus. Para prevenir a entrada, a multiplicação e disseminação de patógenos, é necessário saber onde esses se encontram, como se propagam entre os peixes e como inviabilizar seu potencial de ataque. O uso apropriado de químicos no combate às enfermidades

é ainda parte essencial do manejo sanitário em sistema de recirculação de água (LIMA; KEBUS, 2008).

## 6. ESPÉCIES NA AQUAPONIA

Definir as espécies na aquaponia é o primeiro passo. Quando se fala em vegetais, talvez a escolha seja fácil, mas a espécie de peixe, a fornecer o nutriente, cabe uma grande diversidade; aqui provocamos as ornamentais.

A criação de peixes ornamentais e sua propagação tem sido atraente para muitas pessoas no mundo, além de ser uma atividade economicamente viável nos países em desenvolvimento, que proporcionam não apenas beleza e prazer estéticos, mas também benefícios financeiros. A busca do consumidor por qualidade, beleza e serviços especializados colaborou e muito para o crescimento do setor. A criação de animais bem nutridos, saudáveis e isentos de patógenos é fundamental (FARIA, 2018; DÍAZ, 2017; PANDEY; MANDAL, 2017).

### 6.1. Peixe ornamental

O motivo se fundamenta no fato de que a rentabilidade por hectare é muito maior no cultivo de peixes ornamentais do que em outros cultivos, inclusive peixes, aumentando a procura entre empreendedores e a competitividade. Enquanto na piscicultura de peixe de corte (Tilápia, tambaqui, salmão, entre outros) o preço de venda é baseado no peso do peixe, na piscicultura ornamental o preço é baseado em unidade, considerando a espécie, variedade, características morfológicas e coloração da espécie criada (BARRETO, 2017; MINELA 2019).

Figura 12. Preços aproximados de venda para um mesmo peixe quando é produzido para consumo e quando é destinado ao mercado ornamental.

Espécie	Para	
	Fins alimentares	Ornamentação
Aruanã preto	R\$ 2,00 / Kg	R\$ 1.000 / unid.
Jaraqui	R\$ 0,30 / Kg	R\$ 25 / unid.

Fonte: Adaptado de FARIA et al. (2016).

Apesar de não existirem dados oficiais publicados em nenhuma unidade da Federação, segundo Faria et al. (2016), as carpas (*Cyprinus carpio*) Nishikigoi ou Koi estão entre as espécies ornamentais mais cultivadas no país, permitidas para comercialização. Isso pode se dar pelo fato de ser uma espécie cultivada



há séculos, no oriente, mas que desde 1920 foi importado ao Brasil, junto com os Kinguios (*Carassius auratus*), os quais o pacote tecnológico de produção encontra-se bem definido e disponível na literatura. Para além, ainda se sabe que as Carpas e Kinguios têm variedades fenotípicas que mais destacam seu valor unitário, como a exemplo a variedade 'telescópio' do Kingiuo (Figura 13).

Figura 13. Variedade 'telescópio' do Kingiuo.



Fonte: Barreto (2017)

Como na piscicultura de corte, o manejo na criação de peixes ornamentais não se restringe apenas ao fornecimento de ração de crescimento, mas também é necessário o uso de técnicas adequadas de manejo para a manutenção das espécies. Porém, ao contrário da produção de peixes para abate, que demanda grandes áreas produtivas, a produção de peixes ornamentais, em virtude da maioria das espécies serem de pequeno porte, pode ser realizada em pequenas áreas, utilizando tanques escavados ou de alvenaria, além de garrafas, caixas plásticas e aquários de diferentes formatos e tamanhos (BARRETO; RAMOS, 2017). Assim, pequenos tanques ou caixas d'água, como aquelas vistas na Aquaponia, podem comportar uma criação inicial capaz de obter produtos para comercialização em um período de crescimento muito menor que na piscicultura de corte.

Corroborando esse fato, Nuwansi et al. (2016), em 45 dias, observaram que os Kinguios cultivados em sistema hidropônico obtiveram melhor taxa de conversão alimentar, principalmente aqueles submetidos ao fluxo de água de  $0.8 \text{ l min}^{-1}$ , quando comparados aos cultivados em sistemas convencionais. Shete et

al. (2013) já contribuem determinando que, também para o Kinguio, aliado ao cultivo aquapônico de espinafre, a melhor densidade de estocagem foi de 500 peixes/m<sup>3</sup>, já demonstrando uma melhor eficiência produtiva do que aquele cultivo apenas com peixes.

Um outro fato que distingue as aquiculturas de corte e ornamental é que o peixe, na ornamental, é comercializado por unidade, enquanto na de corte é vendido por quilo. Assim, a venda de um exemplar de Acará disco, por exemplo, pode cobrir o preço de dez ou mais quilos de Tilápia. E quando falamos de exportação, este fato torna-se ainda mais evidente (FARIA, et al. 2016).

## 6.2. Peculiaridades

Segundo a revista (VAREJO SA, 2020) a criação de peixes é uma atividade bastante antiga, sendo, inclusive, anterior à era cristã. Há mais de três milênios, já era praticada a aquicultura ornamental. Escritos chineses indicam que os Kinguios eram utilizados para ornamentação, egípcios confeccionavam tinas de barro em que mantinham peixes coloridos e os japoneses acreditam que as carpas lhes trazem prosperidade, pois simbolizam força, persistência, bravura e sucesso, razão pela qual todo jardim japonês possui carpas coloridas (FARIA et al, 2016).

A pesca de espécies de maior valor entre os aquariofilistas são típicas do Brasil, como as arraias (*Potamotrygon* sp.), naturais da Amazônia. Em termos de pesca, os peixes ornamentais marinhos, cerca de 90% das espécies comercializadas em todo o mundo, ainda são provenientes da captura, apesar da já se ver forte tendência de sua substituição por peixes cultivados. Um exemplo, aqui no Brasil, é visto enquanto atualmente 100% dos peixes-palhaço da espécie *Amphiprion ocellaris* são produzidos em cativeiro (OLIVOTTO et al, 2011).

No caso das espécies de água doce, a maior parte (90%) já é reproduzido em cativeiro (BARRETO; RAMOS, 2017), sendo que grande maioria dos criadores de peixes ornamentais ficam na zona rural (80%); os outros 20% ficam na zona urbana, em locais com até 200 m<sup>2</sup>. Dois estados disputam a liderança no cultivo: Minas Gerais e Ceará, sendo estes responsáveis pela movimentação de até R\$ 20 milhões anuais. Nesse contexto, Freitas (2012, p. 85) afirma que

"o nordeste brasileiro possui um grande potencial para a atividade de peixes ornamentais de águas continentais, nos diversos elos da cadeia produtiva, sendo uma fonte geradora de mão de obra e renda para as populações do meio rural e urbano". O mercado cearense de peixes ornamentais é o terceiro maior do país em volume (1,2 milhão por ano), atrás de Rio de Janeiro e Minas Gerais, e lidera as exportações brasileiras (VAREJO SA, 2020).

Essa informação é citada por Cardoso (2009), o qual através de aplicação de questionários na Zona da Mata Mineira, a partir de informações da EMATER, entidade que tem o número mais preciso de produtores de peixes ornamentais, concluiu que havia na região, em 2009, 270 produtores distribuídos nos seguintes municípios: 70 em Patrocínio do Muriaé, 30 em Eugenópolis, 100 em Vieiras, 20 em Miradouro, 20 em Barão do Monte Alto, 10 em Muriaé e 20 em São Francisco do Glória. A figura 12 desdobra as informações, associando as espécies produzidas e a frequência de produtores.

Freitas (2012) afirma que no nordeste brasileiro algumas espécies se destacam como mais vendáveis, o que corrobora com estudo anterior de Ribeiro, Lima e Fernandes (2010) (Tabela 4), tanto apreciadas pelo mercado consumidor nacional, como internacional, podendo atingir altos preços quando apresenta uma variedade mais diferenciada, sendo essas *Carassius auratus*, *Pterophyllum scalare*, *Xiphophorus helleri*, *Betta splendens* e *Poecilia latipina*.

Figura 14. Distribuição de frequência de produtores por espécie de peixes ornamentais nos municípios da Zona da Mata Mineira.

Peixe	Produtor	Produção total	Máximo	Mínimo	Média	Desvio-padrão
Espécies diversas	16	3.651.000	2.200.000	2.000	228.187,50	542.653,50
Beta	30	585.100	144.000	100	19.503,33	26.869,13
Acará	19	168.400	20.000	500	8.863,15	6.706,15
Colisa	24	413.610	151.000	150	17.233,75	34.783,16
Tetra	5	49.000	20.000	2.000	9.800,00	7.224,95
Mato grosso	1	36.000	-	-	-	-
Kinguio	23	939.350	400.000	50	40.841,30	83.103,66
Paraíso	3	38.600	18.000	5.000	12.866,66	6.917,61
Oscar	2	6.000	5.000	1.000	3.000	2.828,42
Mexirica	1	1.000	-	-	-	-
Guppy	5	43.000	20.000	2.000	8.600	8.354,64
Tricogaster	11	284.500	100.000	1.500	25.864	29.797,73
Melanotenia	2	2.200	1.200	1.000	1.100	141,42
Barbo	15	694.000	200.000	3.000	46.266,66	49.153,50
Danio	4	96.000	50.000	6.000	24.000	20.264,91
Paulistinha	9	432.000	200.000	3.000	48.000	59.516,80
Espada	20	1.448.000	300.000	2.000	72.400	81.600,69
Beijador	2	25.000	20.000	5.000	12.500	10.606,60
Molinésia	16	626.200	200.000	200	39.137,50	54.232,91

Fonte: CARDOSO (2009)

Tabela 4. Principais espécies comercializadas no Brasil

TAXON	NOME POPULAR
<b>ORDEM CYPRINODONTIFORMES</b>	
<i>Família Poeciliidae</i>	
<i>Poecilia reticulada</i>	Guppy
<i>Xiphophorus sp.</i>	Plati, Espada
<i>Poecilia ssp.</i>	Molinésias
<b>ORDEM PECIFORMES</b>	
<i>Família Osphronemidae</i>	
<i>Betta splendens</i>	Beta
<i>Macropodus opercularis</i>	Peixe-paraíso
<i>Trichogaster spp.</i>	Tricogásters
<i>Colisa spp.</i>	Colisas
<b>ORDEM CYORINIORMES</b>	
<i>Família Cyprinidae</i>	
<i>Carassius auratus</i>	Kinguio
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa
<i>Puntius spp.</i>	Barbos

Fonte: RIBEIRO; LIMA; FERNANDES (2010).

E nesse rol de espécies consideradas ornamentais, recentemente a legislação foi atualizada pela Instrução Normativa MAPA nº 10/2020 (BRASIL, 2020), ao passo que para a finalidade de aquarofilia, a lista era positiva,

discriminando nominalmente as espécies que podiam ser capturadas para o uso ornamental, agora com essa atualização, a lista tornou-se negativa, proibindo apenas aquelas espécies que estão na lista nacional vigente de espécies ameaçadas constantes nas Portarias MMA N° 443, N° 444 e N° 445, de 2014 (BRASIL, 2014a,b,c).

Aqui nos deparamos com uma questão importante quando se trata de aquaponia, a produção de compostos nitrogenados. Como a fonte nutricional dos vegetais ali produzidos advém da produção pela excreção pelos peixes, fica a pergunta: teria o peixe ornamental, devido seu pequeno porte, viabilidade de aplicação nesse quesito? Nesse aspecto, trazemos aqui a carpa ornamental.

#### **6.4. Porque a carpa?**

A primeira resposta está intimamente ligada à questão suscitada anteriormente, pois a carpa, mesmo como ornamental, é um peixe que alcança tamanho e peso considerado similar aos peixes de corte. Assim, apesar de não figurar entre as principais espécies produzidas, em termos numéricos, as Carpas (*C. carpio*) vêm ganhando mercado, principalmente a partir da tendência de laguismo<sup>2</sup>.

As carpas são originalmente e mais conhecidamente produzidas para o consumo, no entanto as de variedades coloridas, chamadas Nishikigoi, são produzidas, principalmente, para a indústria de peixes ornamentais, em vez de para a indústria alimentar de peixes. Elas também têm uma alta tolerância a uma variedade de as condições da água sendo, portanto, muito boas candidatas para sistemas aquapônicos. Sendo vendido por lojas de aquários, para lagos ornamentais, cada unidade pode alcançar altos valores (ONIGA et al. 2018; NUWANSI, et al. 2017; DA ROS, 2017).

Um ponto a se destacar na larvicultura das carpas, é a desuniformidade dentro dos cardumes, pois por se tratar de uma espécie que o valor está no fenótipo, qualquer alteração é desvalorizada. Vilizzi e Walker (1999) mencionaram que nos cardumes de larvas de carpa é comum o fenômeno

---

<sup>2</sup>Laguismo é o termo que se refere à construção residencial de lagos com fins ornamentais, onde a carpa é o peixe mais apreciado.

chamado de “shooting” em que um ou algumas poucas larvas, crescem muito mais que o resto do cardume. Estes autores identificaram que o fenômeno em questão ocorre quando há competição exacerbada por alimento dentro do cardume e também relatam casos de canibalismo quando a competição intraespecífica está exagerada. Uma solução para o caso foi citada por Motta (2015), revelando que o fornecimento de uma ração comercial e de alimento vivo, simultaneamente, desde o primeiro dia de alimentação exógena, proporciona crescimento significativamente superior às larvas cultivadas exclusivamente com alimento vivo, e deve ser adotada como a melhor estratégia alimentar para larvas de carpa ornamental cultivadas em sistema de recirculação de água. E nesse aspecto, a aquaponia, por possuir raízes que apreende diferentes organismos, podem, sim, oferecer um complemento alimentar vivo aos peixes ali produzidos.

Comentamos aqui sobre a carpa e citamos a variedade Nishikigoi, mas até onde essa é mais valorosa? Balon (1995) cita que a produção de Koi é até mais importante, em termos monetários, do que a produção da carpa de corte, devido ao alto valor unitário de mercado obtido em algumas variedades.

#### *6.4.1. Nishikigoi*

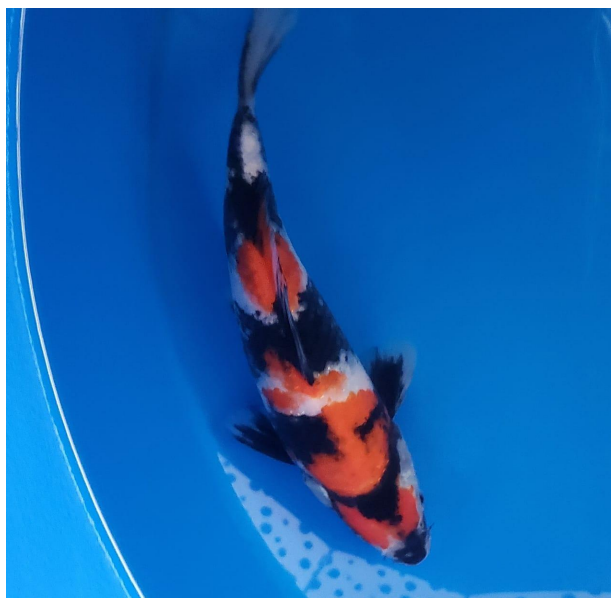
As carpas ornamentais, coloridas ou estampadas, surgiram por mutação genética espontânea das carpas comuns, na região de Niigata, no Japão, aperfeiçoando suas características, chegando a obter três tipos híbridos: o Higo (carpa vermelha), o Asagui (carpa azul e vermelha) e o Bekko (branca e preta). Estes exemplares começaram a passar por cruzamentos e melhoramento genético até a definição dos magníficos padrões hoje estabelecidos (RECHI, 2017).

Essa melhoria genética, em parte, advém da carpa comum, devido ao seu amplo espectro de atuação do seu extrato hipofisário, que é utilizado com sucesso na reprodução de diversos peixes no Brasil e em todo o mundo. Assim ela foi uma das primeiras espécies em que se iniciou um trabalho de melhoramento genético, gerando diversas variedades que se destacam pela precocidade na engorda, rendimento de carne, coloração, distribuição e tamanho de escamas (QUEROL, et al. 2013).

Da mesma forma que as Tilápias, as carpas são tolerantes à má qualidade da água, relativamente baixos níveis de OD, tendo uma tolerância muito maior a diferentes faixas de temperatura da água. Sua capacidade de sobreviver a temperaturas tão baixas quanto 4° C e tão alto quanto 34° C, faz com que haja criação de carpas, em ambas condições (regiões temperadas e tropicais), uma variabilidade ideal para aquaponia (ONIGA et al. 2018; ANDRIANI, 2019).

Os altos preços alcançados pelas carpas talvez se devam, além de sua beleza, por estes animais viverem por décadas. É muito comum que em viveiros com condições de ambiente e alimentação adequadas, o peixe possa atingir os 60 anos de idade (ALVES, 2019). Carpas de alto padrão, mantidas em aquários ou lagos artificiais, podem custar até R\$ 10 mil, quando apresentam cores vivas e manchas bem definidas. Elas estão entre as principais espécies do mercado de peixes ornamentais, que movimenta R\$ 700 milhões por ano no Brasil (FÁBIO, 2014). Recentemente, no 20º encontro dos amantes de Nishikigois, ocorrido em setembro de 2020, promovido pela piscicultura Tanabe, carpas atingiram o valor de R\$ 8.000 a unidade, como esse espécime apresentada na Figura 15.

Figura 15. Nishikigoi arrematada em leilão virtual.



Fonte: Tanabe (2020)

Apresentando todo esse potencial, fica a questão: Seria viável um sistema aquapônico cultivar carpas ornamentais, assim agregando mais valor ao produto final? Tentaremos nesta revisão trazer dados baseados na literatura a fim de demonstrar tal questão baseado em um sistema hipotético.

### **6.5. Alface**

A alface (*Lactuca sativa L.*) é uma hortaliça adaptada ao clima ameno e estudos arqueológicos indicam que formas ancestrais dessa planta têm sido cultivadas desde 4.500 a.C. na região mediterrânea, em especial no Egito. Com a domesticação da espécie, a alface alcançou o continente europeu e na época das grandes navegações e da colonização das Américas chegou até nosso país (RODRIGUES, 2019).

É certamente uma das hortaliças mais populares e consumidas no Brasil e no mundo (SANTOS, et al. 2010; HENZ.; SUINAGA, 2009). Além de ser apreciada na forma *in natura*, este vegetal é amplamente utilizada pela indústria de processamento mínimo, pelo fato de suportar melhor o beneficiamento (HENZ; SUINAGA, 2009). Para além é uma hortaliça de produção anual e de rápido crescimento, além de possuir um sistema radicular fibroso superficial adaptável aos sistemas de produção hidropônicos e aquapônicos (WELBAUM, 2015).

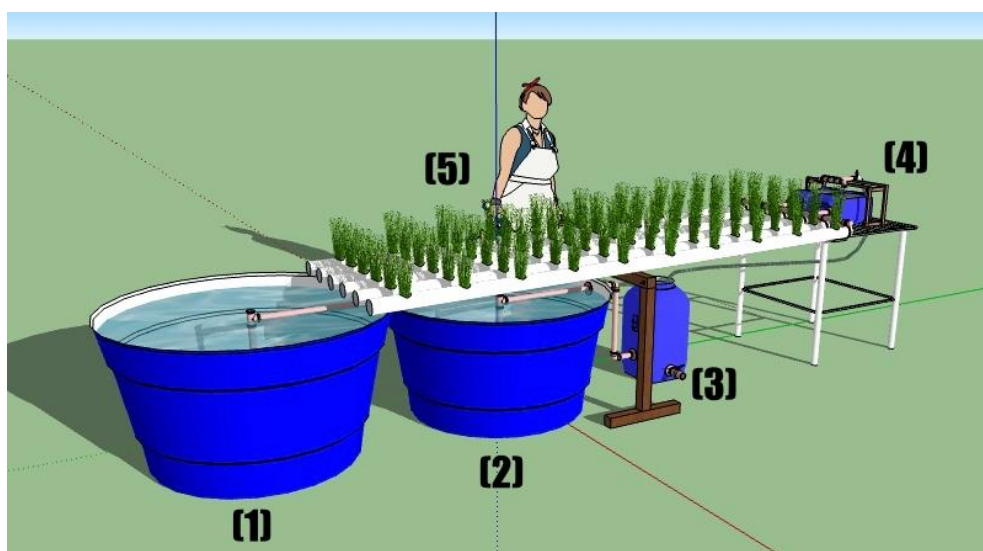


## 7. SISTEMA HIPOTÉTICO

Como dito na introdução, essa revisão integrativa apresentou dados teóricos dos sistemas aquapônicos, assim como a demanda crescente do setor de peixes ornamentais, surgindo assim a questão: Aquaponia e Peixes Ornamentais: possibilidade real? Assim trazemos aqui uma proposta de sistema unindo essas duas áreas, culminando em um ensaio de análise econômica.

O modelo escolhido para o sistema hipotético foi o NFT – Técnica de Filme Nutriente, conhecida como técnica de fluxo laminar de nutrientes, originalmente derivado da hidroponia, mas que na Figura 14 podemos ver as adaptações, sendo composto por um tanque de cultivo dos peixes (1), ligado a um sistema de decantação e *sump* (2), derivando em um recipiente com bomba d'água (3), caindo na filtragem (4), descendo, por gravidade, segue nas canaletas de cultivo do vegetal (5), retornando ao tanque dos peixes (1). A água do tanque é bombeada aos canais e por esses escoam por gravidade, formando uma fina lâmina de solução que nutre as raízes. A escolha por esse sistema, a priori, foi devido a facilidade de montagem, relativo baixo custo de implantação e, pela forma de bombeamento, ótima oxigenação do sistema.

Figura 16. Ilustração de sistema aquapônico via NTF.



Fonte: Franca (2020).

A proposta é ser um sistema de pequeno porte, implantado numa área total 10m<sup>2</sup>, sendo que efetivamente 3m<sup>2</sup> serão utilizados para o cultivo de

hortaliças e 1,1m<sup>2</sup> para o cultivo de peixes, com uma área restantes reservada à circulação, manutenção e gerenciamento do sistema.

Descrevendo melhor cada etapa do sistema hipotetizado, temos que:

- (1) Unidade piscícola: será um tanque circular, plástico, de 1000 litros, com diâmetro da base de 1,16m, logo uma área ocupada de 1,1m<sup>2</sup>, com aeração constante via recirculação;
- (2) Decantador / *sump*: apesar da Figura 16 ilustrar um tanque de maior volume, conforme afirma Carneiro et al. (2015b), abaixo de 5 kg/m<sup>3</sup>, os peixes produzem poucos resíduos sólidos, logo em nosso projeto será um decantador de 100l, de fluxo ascendente, confeccionado com tambor plástico;
- (3) Reservatório bomba: será um tambor plástico de 100 litros, conectado ao *sump*, onde uma bomba d'água, centrífuga, de vazão 2.000 litros/h será instalada;
- (4) Filtro biológico: será preenchido com argila expandida (Figura 15), utilizado aqui como mídia biológica, fixando as bactérias nitrificantes;
- (5) Canaletas de cultivo: Ao total teremos 4 linhas de tubos de 50mm, cada linha com 3m, tendo 15 furos cada linha a fim de receber as mudas de vegetais. Tal composição comporta, ao total, 60 vegetais simultaneamente, o que para efeito de cálculo importa em 2,4m<sup>2</sup>, mas ocupa uma área física total de 3m<sup>2</sup> (3 x 1m).

Figura 17. Argila expandida, utilizada tanto como mídia biológica, como cama de cultivo



Fonte: Google (2020), licença Creative Commons

## 7.1. Implantação e manejo

No sistema aquapônico idealizado, serão utilizados para peixamento 60 juvenis de Carpa (*Cyprinus carpio*), variedade Koi, pesando em média 80g, a partir da sugestão do estudo de Andriani et al. (2019) e de Da Ros (2017). Tal proposta gera uma biomassa de 4.800g (1), a qual arraçoada diariamente a uma taxa de 2,5% (NUNES; GEDANKEN, 2019), importa no montante de 120g (2) de ração diária. Segundo Sommerville et al. (2014), se para cada 50g de ração adicionada, conseguimos nutrientes para 25 pés de alface (1m<sup>2</sup>), logo nossa quantidade de ração diária supriria nutriente para 60 pés de alface (3). Nossos cálculos seguem, também, a sugestão de Rakocy et al. (2016).

Memória de cálculo:

$$(1) 60 \cdot 80 \text{ g} = 4.800\text{g}$$

$$(2) 4.800\text{g} \cdot 2,5\% = 120\text{g}$$

$$(3) 50\text{g} \cdot x = 120\text{g} \cdot 25 \gg x = 60$$

Conforme a sugestão de diversos autores (HUNDLEY; NAVARRO, 2013; KUBITZA, 2006), o sistema aquapônico, assim como outros aquaculturais, deve ser anteriormente rodado e maturado, passando o fluxo de água pelos dois componentes essenciais, o filtro mecânico (decantador) e o filtro biológico. Alguns autores sugerem a adição de amônia no sistema, assim como bactérias liofilizadas, para acelerar o processo de maturação, pois caso contrário, haveria a necessidade 20 a 40 dias após a introdução dos peixes para que um sistema aquapônico apresente seu ciclo de nitrificação em equilíbrio e seja possível o início da introdução das plantas (CARNEIRO, 2015b). Falando em filtragem biológica, uma questão que requer atenção é o volume de mídia filtrantes para degradar a produção de amônia, degradando-a até nitrato. Kubitza (2006) refere que para cada quilo de ração ofertada, produz-se, em média, 30g de NH<sub>4</sub>. Assim, nossa produção diária de amônia será de 3,6g (1). O mesmo autor refere que um filtro biológico maturado consome 0,3g de NH<sub>4</sub> por m<sup>2</sup> de mídia biológica, assim nossa área de mídia deverá ser de 12m<sup>2</sup> (2). Desenvolvendo o raciocínio, dependendo da mídia biológica, a relação área/volume muda, sendo para argila expandida uma relação média de 660 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> (MORAVIA et al., 2006), derivando

numa carência de 0,02m<sup>3</sup> de área de mídia biológica, ou 20 litros (3) de argila expandida.

---

Memória de cálculo:

$$(1) x = 120g \cdot (30g / 1.000g) = 3,6g$$

$$(2) x = 3,6 g / (0,3g \cdot 1m^2) = 12 m^2$$

$$(3) x = 12 m^2 / 660 m^2/m^3 = 0,018m^3 = 18 \text{ litros}$$

---

Após a maturação do sistema, caracterizado pela baixa dos níveis de amônia e nitrito (VIEIRA et al., 2019), procede-se a aclimatação dos peixes, esses adquiridos em produtor comercial de peixes ornamentais. A partir do primeiro dia, já se começa a alimentação, e com o filtro biológico já maturado, teoricamente, também já se inicia a biodisponibilização dos nutrientes, contrariando o que Carneiro et al. (2015b) afirmam, pois utilizar-se-á a estratégia de maturação prematura do sistema biológico. Segundo Bispo (2017), o ciclo do vegetal é de 45 dias, no entanto compraremos mudas com 15 dias de vida, assim reduzindo o tempo de colheita para 30 dias, no tamanho ideal para comercialização.

Os peixes utilizados, Carpas (*Cyprinus carpio*) Koi, juvenis com média de 12cm, serão engordados (ou crescidos, já que o foco é ornamentação) por um período de 5 meses, devendo-se alcançar, em média, 24 cm (DA ROCHA et al, 2002). A proposta em utilizar carpa se justifica, pois, as carpas, originalmente utilizadas para o laguismo, tem um valor proporcional ao seu tamanho. Assim, em consulta a lojas especializadas na região do Recôncavo da Bahia, um juvenil de 12 cm vale 1/8 do preço de um adulto de 24 cm, dependendo do padrão de cores.

O arraçoamento será manual, em porções de 40g, três vezes ao dia (manhã, ao meio dia e final da tarde), totalizando 120g (2,5% do peso vivo da biomassa), conforme sugerido por Nunes e Gedanken (2019) e seguido por nós. A ração será comercial, para crescimento, com 30% de proteína bruta e 2800 kcal de energia, como sugerido por Da Rocha et al. (2002), pois recentes estudos (e.g. ANDRIANI et al., 2019) apenas corroboram que altos índices de proteína bruta na ração, não implicam em maior crescimento da carpa Koi, porque

fisiologicamente elas não têm estômago, demorando mais a digestão. Essa economia em proteína bruta na ração reflete em maior lucro final.

Falando-se de manejo, os parâmetros de qualidade de água serão mensurados, aferindo-se os principais, seguindo as sugestões de Queiroz (2017), como boas práticas de manejo, na frequência:

- Quinzenal: analisar compostos nitrogenados – amônia, nitrito e nitrato e determinar a alcalinidade total e a dureza total;
- Semanal: aferir temperatura, pH e oxigênio dissolvido, de preferência em diferentes horários no mesmo dia, a fim de traçar uma curva desses parâmetros;
- Diária: observar o fluxo contínuo da água por todo o sistema, e se toda a ração está sendo consumida e o *status* do decantador.

O manejo do decantador, especificamente falando, é através da drenagem do excesso de matéria orgânica acumulada, com frequência inicial moderada (2 a 3x por semana), possivelmente chegando à frequência diária no final do ciclo dos peixes (4-5º mês), tendo diversos usos, pois como se trata de um material rico em matéria orgânica, pode ser aplicado diretamente ao solo como adubo orgânico nas práticas agrícolas (CARNEIRO et al., 2015b).

Para os vegetais o cuidado especial, tratando-se de alface, refere-se a, na implantação, prever a necessidade de uma cobertura com uma tela sombrite (50-70%) para os dias de maior insolação, pensando-se na região Nordeste. No manejo, requer a observância na deficiência nutricional de Ferro (DUARTE, 2019), o qual deve ser repostado na frequência que atenda à demanda, sendo uma sugestão adicionar ferro quelado na concentração de 2 mg.L<sup>-1</sup> a cada três semanas (SALLENAVE, 2016; SOMERVILLE et al., 2014).

## **7.2. Colheita / Despesca**

Durante um ano comercial, conforme a planejamento estratégico, teremos 10 meses úteis, considerando-se a possibilidade de parar o sistema para reparos, ou mesmo imprevistos climáticos ou outros. Assim sendo, teremos 10 ciclos de vegetais (30 dias cada) e 02 ciclos de engorda/crescimento dos peixes (150 dias cada). Destacamos aqui que a memória de cálculo, para fins de análise financeira, considerou a biomassa de peixe inicial (4,8kg), ou seja, durante o

ciclo de crescimento/engorda dos peixes, com o incremento de biomassa, logo de arraçoamento diário, teremos um superávit de nutrientes, o que, hipoteticamente, suportaria ciclos intermediários dos vegetais com mais unidades, para além das 60, em estruturas anexas (por exemplo, adicionar Media-filled bed com vegetais diversos). Apesar dessa possibilidade, reiteramos que para efeito de análise de viabilidade, a qual apresentaremos a seguir, nos atemos aos quantitativos iniciais, assim quaisquer incrementos produtivos, sem prejuízo da qualidade do sistema, refletem diretamente em lucro.

## 8. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Para uma análise de viabilidade econômica, inicialmente, relacionamos todos os gastos com o investimento inicial (Tabela 5), para compor as instalações físicas, aquisição de utensílios e equipamentos que serão utilizados para a implantação e cultivo. Os valores unitários apresentados basearam-se em pesquisa de mercado realizada no mês de agosto de 2020.

Tabela 5. Orçamento de materiais para montagem da estrutura

ORÇAMENTO				
Descrição	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Caixa d'água	Unid.	1	390,98	390,98
Mídia de argila	Litr.	18	2,66	48,00
Bomba 2000l/h	Unid.	1	158,90	158,90
Tambores 100l	Unid.	2	149,90	299,80
Tubos de 50mm	Vara	2	37,90	75,80
Outros custos	-	-	-	59,50
<b>TOTAL</b>				<b>1.032,98</b>

Fonte: Autor.

Na tabela 6 apresentamos os custos discriminados para o ano comercial, ou seja, 10 ciclos de vegetais e 02 ciclos de peixes, incluindo equipamentos, rações, energia elétrica, aquisição de alevinos, mudas e testes de qualidade de água.

Sendo assim, o custo produtivo por ciclo é de R\$1.238,49 (1), totalizando R\$ 2.476,98 para o ano, o que mensalmente importa em R\$ 275,13. Para a implantação do projeto, de pequena escala, investiu-se R\$ 1.032,98 (2), então no primeiro ciclo teremos um desembolso de R\$ 2.271,47 (1+2).

Tabela 6. Custo de produção por ciclo (5 meses).

Descrição	Unid.	Quant.	Valor unitário	Valor total/ciclo	Valor/mês
Mão de obra*	-	-	-	-	-
Energia	KWh	144	R\$ 0,64	R\$ 92,16	R\$ 18,43
Ração – kg	kg	36	R\$ 4,38	R\$157,68	R\$15,77
Mudas	Unid.	300	R\$ 0,15	R\$ 45,00	R\$ 9,00
Teste OD	Unid.	1	R\$ 48,00	R\$ 48,00	R\$ 4,80
Teste NH <sub>3</sub>	Unid.	1	R\$ 65,31	R\$ 65,31	R\$ 6,53
Teste dureza	Unid.	1	R\$ 32,90	R\$ 32,90	R\$ 3,29
Teste pH	Unid.	1	R\$ 37,85	R\$ 37,85	R\$ 3,79
Alevinos	Unid.	60	R\$ 12,66	R\$759,60	R\$ 75,96
			Subtotal	R\$1.238,49	R\$137,56
			TOTAL	R\$2.476,98	R\$275,13

\* Considera-se a mão de obra familiar

Fonte: Autor.

Já para efeito de cálculo da arrecadação no primeiro ano produtivo, a estimativa de preço de venda dos peixes e vegetais baseou-se em preço de mercado para o mês de outubro do ano de 2020, feito em lojas de peixes ornamentais e mercados locais, respectivamente. A projeção de arrecadação financeira, para o ano comercial (10 meses), considerando a produção de carpa em dois ciclos de produção (5 meses) e 10 colheitas (1 por mês) de vegetais, temos a tabela 7, assim como o lucro mensal.

Tabela 7. Previsão de receita.

	Quant.	Valor de venda (R\$)	Receita/ano	Receita/mês	Custo/mês	Lucro/mês
Carpas	120	R\$35,00	R\$4.200,00	R\$420,00	R\$137,57	R\$282,44
Alfaves	600	R\$3,00	R\$1.800,00	R\$180,00	R\$137,57	R\$42,44
		TOTAL	R\$6.000,00	R\$600,00	R\$275,13	R\$324,87

Fonte: Autor.

A análise da viabilidade econômica da produção foi realizada na condição de certeza, sendo calculados o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), projetando uma Taxa Mínima Atrativa (TMA) de 1% ao mês.



O valor presente líquido (VPL) de um projeto de investimento pode ser definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa a ele associado. Em outras palavras, é a diferença do valor presente das receitas menos o valor presente dos custos (SILVA, 2005; URTADO, et al. 2011; RITTER, et al, 2013). Para o cálculo do VPL, seguindo URTADO et al. (2011), utiliza-se a seguinte equação:

$$V_{PL} = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{FC_t}{(1+i)^n}$$

Onde  $i$  é o investimento de capital na data zero;  $FC_t$  representa o valor final na data  $t$  do fluxo de caixa;  $n$  é o prazo de análise do projeto; e,  $i$  é a TMA (definida em 1%) para realizar o investimento, ou custo de capital do projeto de investimento (URTADO, et al. 2011; RITTER, et al. 2013). Assim encontramos um VPL de R\$ 805,47 no décimo mês de projeto.

Camargo (2107) diz que por ser expressa em número natural, a VPL é menos aceita que a Taxa Interna de Retorno (TIR) entre executivos financeiros. Aliás, para muitos a TIR é preferível por apresentar um número percentual. Justamente por isso a TIR é amplamente difundida e já se tornou padrão tanto em planilhas eletrônicas como calculadoras financeiras. Desse modo, a TIR corresponde à taxa de desconto que zera o valor presente líquido de um projeto (URTADO, et al. 2011; RITTER, et al. 2013). Calculamos para o nosso projeto uma TIR de 7% (Tabela 8), a partir da equação:

$$0 = VPL = \sum_{t=0}^T \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t}$$

Assim, sabemos que a regra para tomada de decisão sobre VPL de projetos independentes (URTADO, et al. 2011; RITTER, et al. 2013) pode ser escrita como: se o  $VPL > 0$  : Aceitar o projeto; se o  $VPL < 0$  : Rejeitar o projeto; se  $VPL = 0$ : projeto não justifica ser executado. Aqui ainda chamamos atenção que o

projeto proposto, *a priori*, destina-se a aquaponia familiar, com intuito de manter o homem no campo, com um complemento de fonte de renda.

Com esses resultados, partimos para concluir a viabilidade de nosso projeto aquapônico integrando alface com peixes ornamentais, assim como as considerações finais acerca do projeto.

Tabela 8. Planilha para cálculo do TIR.

TMA	VPL	TIR
1%	R\$ 805,47	7%

Mês	
0	R\$ 2.271,47
1	R\$324,87
2	R\$324,87
3	R\$324,87
4	R\$324,87
5	R\$324,87
6	R\$324,87
7	R\$324,87
8	R\$324,87
9	R\$324,87
10	R\$324,87

Fonte: Autor.

## 9. CONCLUSÃO

Fazendo análise financeira através do método do Valor Presente Líquido (VPL), nota-se que ao final do período de 10 meses o fluxo de caixa terá o valor de **R\$ 805,47** tornando o projeto viável sob esse aspecto. Quando se olha para Taxa Interna de Retorno (TIR), para o período de 10 meses, sendo de 7%, o projeto também parece viável pelo método de análise de investimentos TIR, uma vez que ele cobre os custos. No entanto, olhando a taxa mínima de atratividade (TMA) com o VPL, podemos observar que para a TMA com o valor de 7%, o valor do VPL seria nulo. Segundo Camargo (2017), se a TIR do projeto exceder a TMA significa que o mesmo é viável. No nosso caso de TIR de 7% e TMA projetado para 1%, demonstra viabilidade por conta dos gestores/investidores.

Desse modo, frente ao exposto, concluímos por definitivo a viabilidade do projeto, ainda podendo afirmar que integrar a piscicultura ornamental à hidroponia demonstra potencial, além de se mostrar viável do ponto de vista de projetos econômico, para produção em pequena escala, promove maior diversidade de produtos e/ou aproveitamento de recursos não explorados, tornando-se possível produzir duas culturas utilizando a mesma água, diminuindo assim o impacto ambiental e os custos através dos benefícios da interação entre as duas culturas. Destaca-se ainda que a espécie de peixe foge do convencional visto nas aquaponias revisadas, o que reforça a inovação da proposta. Apesar de todo seu potencial, a aquaponia utilizando peixes ornamentais pode ser ainda mais bem aproveitada, para isso, necessita-se de mais estudos que potencializem a produção cada vez mais, culminando em aumento da eficiência em desempenho.

## 10. REFERÊNCIAS

- ABE, H. A. *Pyrrhulina brevis* (STEINDACHNER, 1876) como uma nova opção para a piscicultura ornamental nacional: larvicultura. **Boletim do Instituto de Pesca**. v. 41, n. 1, p. 113-122, 2018.
- ALMEIDA, J. C. R. et al. Sistema de recirculação de água com reator aerado em membrana na produção intensiva de tilápia. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**. v. 15, n. 04, 2019.
- ALVES, M. A carpa é peixe de referência em qualidade e beleza para piscicultura ornamental. **Agro 2.0**. mai/2019.
- ANDRIANI, Y. et al. Performance of Lettuce and Water Spinach in Koi Fish-based Aquaponics System. **Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research**, 3(4), 1-7. 2019.
- ARAÚJO, E. dos S. **Mecanismos de seleção sexual em *Betta Splendens* (REGAN, 1910): a influência de características sexuais secundárias e da disponibilidade de recurso na preferência das fêmeas**. 2013. Faculdade de Ciências da Educação e Saúde – FACES. 2013.
- BADIOLA, M. et al. Energy use in recirculating aquaculture systems (RAS): a review. **Aquacultural engineering**, v. 81, p. 57-70, 2018.
- BALON, E. K. Origin and domestication of the wild carp, *Cyprinus carpio* – from Roman gourmets to the swimming flowers. **Aquaculture**, v. 129, p. 3 – 48, 1995.
- BARRETO, L. M. Aquicultura ornamental de água doce – Parte I. **Aquaculture Brasil**. 8ª ed. p. 14-19. Set/Out. 2017.
- BARRETO, L. M.; RAMOS, F. M. Aquicultura ornamental de água doce – Parte II. **Aquaculture Brasil**. 9ª ed. p. 26-30. Nov/Dez. 2017.
- BARRETO, L. M.; VILAÇA, M. T. M. Controvérsias e consensos em educação ambiental e educação para o desenvolvimento sustentável. **Research, Society and Development**, 7(5), p. 01-18. 2018.
- BARROS, H. M. M. et al. Reuso de água na agricultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 5, p. 3, 2015.
- BARTELME, R. P. et al. Component Microenvironments and System Biogeography Structure Microorganism Distributions in Recirculating Aquaculture and Aquaponic Systems. **American society for microbiology**. DOI: 10.1128 / mSphere.00143-19. Jul. 2019.
- BISPO, A. N. **Produção de alface em vasos submetida a diferentes proporções de composto**. Trabalho de Conclusão de Curso. Cruz das Almas. UFRB. 2017.

BODENMILLER, D. Effects of aeration on lettuce (*Lactuca sativa*) growth in deep water culture aquaponics. **Tampere University of Applied Sciences**. p. 5-10. Set. 2017.

BOYCE, S. J. Nitrogenous excretion in the Antarctic plunder fish. **Journal of Fish Biology**, Cambridge, Inglaterra, v. 54, n. 1, p. 72-81, 1999.

BOYD, C. E. General relationship between water quality and aquaculture performance in ponds. In: **Fish diseases**. Academic Press, p. 147-166.2017.

BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. Handbook for aquaculture water quality. **Handbook for Aquaculture Water Quality**, v. 439, 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014**. Reconhecer como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção. Diário Oficial da União, 18 dez 2014, Ed. 245, Seção 1, 110-121. 2014b.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria MMA nº 444, de 17 de dezembro de 2014**. Reconhecer como espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção. Diário Oficial da União, 18 dez 2014, Ed. 245, Seção 1, 121-126. 2014c.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria MMA nº 445, de 17 de dezembro de 2014**. Reconhece como espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção – Peixes e Invertebrados Aquáticos. Diário Oficial da União, 18 dez 2014, Ed. 245, Seção 1, 126-130. 2014a.

BRASIL. Secretaria de Aquicultura e Pesca. **Instrução Normativa nº 10, de 17 de abril de 2020**. Estabelece no âmbito do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento normas, critérios e padrões para o uso sustentável de peixes nativos de águas continentais, marinhas e estuarinas, com finalidade ornamental e de aquariofilia. Diário Oficial da União, 20 de abr de 2020, Ed. 75, Seção 1, 5. 2020.

BREGBALLE, J. A Guide to Recirculation Aquaculture an introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems. **FAO**. 2015.

BRŠĆAN, I. M. **Integrar criação de peixes com hortaliças economiza 90% de água e elimina químicos**. Embrapa. 28 de abr. de 2015. Disponível em <<http://www.embrapa.br/>>. Acessado em 10/11/2019.

CALIARI, P. C.; SALARO, A. L.; GONÇALVES, R. F. **Avaliação de diferentes sistemas de tratamento da água recirculante em tanques de cultivo de**

**tilápia do nilo.** 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. p. 09 – 10. Set. 2011.

CALONE, R. et al. Improving water management in European catfish recirculating aquaculture systems through catfish-lettuce aquaponics. **Science of the total environment**, v. 687, p. 759-767, 2019.

CAMARGO, R. F. Taxa Interna de Retorno: como a TIR é aplicada na análise de viabilidade de investimento em um projeto? **Treasy**. 16 de fev. de 2017. Disponível em: <<https://www.treasy.com.br/blog/taxa-interna-de-retorno-tir/>>. Acessado em 15 de setembro de 2020.

CARDOSO, R. S. **Caracterização da aquicultura ornamental na zona da Mata Mineira.** Universidade Federal de Minas Gerais. p. 17 – 23. 2009.

CARNEIRO, P. C. F. et al. Montagem e operação de um sistema familiar de aquaponia para produção de peixes e hortaliças. **Embrapa Tabuleiros Costeiros-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2015a.

CARNEIRO, P. C. F. et al. Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 23p. **Embrapa Tabuleiros Costeiros.** Comunicado Técnico, 189, 2015b.

CAUDURO, C. L. **Crescimento da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) em sistema de aquaponia.** 2017. Trabalho de Conclusão de curso (Tecnólogo em Aquicultura) – Universidade Federal do Pampa, Campus Uruguaiiana, Uruguaiiana, 2017.

CIJI, A.; AKHTAR, M. S. Nitrite implications and its management strategies in aquaculture: a review. **Reviews in Aquaculture**, v. 12, n. 2, p. 878-908, 2020.

CORRÊA, B. R. S. **Aquaponia rural.** Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural) - 70 f., Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

DA CRUZ LIMA, J. R.; SHINOZAKI-MENDES, R. A. Perfil abiótico e viabilidade à aquicultura no açude do Saco, sertão do Pajeú, Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 1, p. 153-158, 2015.

DA ROCHA, M. A. et al. Parâmetros de crescimento e suas correlações em idades entre 60 a 240 dias na carpa húngara (*Cyprinus carpio*). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 29-34, 2002.

DA ROS, M. M. C. S. **Produção integrada de alface (*Lactucas ativa*) e carpas coloridas (*Cyprinus carpio* var. *koi*) em sistema aquapônico.** Universidade Federal de Santa Catarina. 62 p. 2017.

DA SILVA, F. N. L. et al. Qualidade da água proveniente de poço artesiano em viveiro de piscicultura. **PUBVET**, v. 11, p. 646-743, 2017.

DELLOVA, D. et al. ANUÁRIO Peixe BR da Piscicultura 2019. **Peixe BR - Associação Brasileira da Piscicultura**, São Paulo, 2019. Disponível em:

<https://www.peixebr.com.-br/Anuario2019/AnuarioPeixeBR2019>. Acessado em: 23 julho de 2020.

DÍAZ, D. G. et al. Potencial económico de la captura de peces de ornato bajo protección federal en México. **Rev. biol. Tropical**, v. 65, n.1, San José, Jan./Mar. 2017.

DUARTE, E. **Calibração da solução nutritiva da alface em aquaponia com tilápia baseado em solução hidropônica**. Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Produção Vegetal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina - MG. 2019.

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

ENGLE, C. R. et al. **Economics of aquaponics**. 2016.

FÁBIO, A. C. Carpa ornamental custa até R\$ 10 mil; mercado movimentou R\$ 700 milhões/ano. **Economia-UOL**. 23 de fev. de 2014. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/agronegocio/noticias/redacao/2014/02/24/carpa-ornamental-custa-ate-r-10-mil-mercado-movimentou-r-700-milhoesano.htm?cmpid=copiaecola>. Acessado em 05 de novembro de 2020.

FARIA, P. M. C. A nova era dos peixes de estimação. **Revista Panorama da Aquicultura**, n. 165, 2018.

FARIA, P. M. C. et al. Espécies a serem utilizadas na Aquicultura Ornamental. **Revista Panorama da Aquicultura**. n. 156. 2016.

FILEP, R. M. et al. Study on building a small-scale aquaponic system and the outset of it. **Current Trends in Natural Sciences Vol**, v. 5, n. 9, p. 62-67, 2016.

FRANCA, F. **Aquaponia básica caseira**. 05 de agosto de 2017. Disponível em <<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/8e0895c7-7790-4c99-a68d-cab2a091d5ba/Aquaponia-básica-caseira?hl=pt-BR>>. Acessado em 11 de novembro de 2020.

FREITAS, M. C. de. **Caracterização da cadeia produtiva de peixes ornamentais de águas continentais nos estados do Ceará e Pernambuco**. 2012. 101 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

GODDEK, S., KÖRNER, O. **A fully integrated simulation model of multi-loop aquaponics: a case study for system sizing in different environments**. *Agric Syst* 171:143. 2019.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F. Tipos de Alface Cultivados no Brasil. **Embrapa**. Nov de 2009.

HUNDLEY, G. C. NAVARRO, R. D. Aquaponia: a integração entre piscicultura e a hidroponia. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 3, n. 2. p. 52-61, Dez. 2013.

- KAMAUDDIN, M. J. et al. Performance of water treatment techniques on cocopeat media filled grow bed aquaponics system. In: **E3S Web of Conferences**. EDP Sciences, 2019. p. 02001.
- KODAMA, G. **Viabilidade financeira em sistema de aquaponia**. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais). 62 f. Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- KUBITZA, F. Sistemas de Recirculação: Sistemas fechados com tratamento e reuso da água. **Panorama da aquicultura**, v. 16, n. 95, p. 15-22, 2006.
- KUHNEN, A. D. R. et al. **Recursos hídricos: Aquaponia como alternativa para o cultivo de peixes e hortaliças**. XIV ENEEA, II Fórum Latino e I SBEA. 2016.
- LEIRA, M. H. et al. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. **Pubvet**, v. 11, p. 1-102, 2016.
- LENNARD, W.; WARD, J. A comparison of plant growth rates between an NFT hydroponic system and an NFT aquaponic System. **Horticulturae**, v. 5, n. 2, p. 27, 2019.
- LIMA, L. C.; KEBUS, M. J. Aquicultura em Recirculação. **Revista panorama da aquicultura**. n. 109. Out. 2008.
- MAFFEZZOLLI, G.; DE OLIVEIRA NUÑER, A. P. Crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen* (Pisces, Pimelodidae), em diferentes concentrações de oxigênio dissolvido. Acta Scientiarum. **Biological Sciences**, v. 28, n. 1, p. 41-45, 2006.
- MARQUES, J. N. **Impactos ambientais causados pela produção de peixes nos sistemas de criação**. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia. Jul. 2014.
- MESQUITA, R. C. T. **Cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em sistemas de recirculação sem liberação de efluentes**. Universidade federal do rio grande sul. 22 p., 2010.
- MINELA, R. **Como iniciar uma produção de Peixes Ornamentais**. Panorama do MS. 06 de mai. de 2019. Disponível em: <<https://www.panoramadoms.com.br/2019/05/06/como-iniciar-uma-producao-de-peixes-ornamentais/>>. Acesso em: 20 de jun. de 2020.
- MONSEES, H. et al. Chronic exposure to nitrate significantly reduces growth and affects the health status of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in recirculating aquaculture systems. **Aquaculture Research**, v. 48, n. 7, p. 3482-3492, 2017.
- MORAVIA, W. G. et al. Caracterização microestrutural da argila expandida para aplicação como agregado em concreto estrutural leve. **Cerâmica**, v. 52, n. 322, p. 193-199, 2006.
- MOTTA, J. H. de S. **Desenvolvimento de protocolos para produção de larvas de carpa ornamental (*Cyprinus carpio*) em sistema de recirculação de água**.



Dissertação. 84 f. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. 2015.

NUNES, M. S., GEDANKEN, V. **Piscicultura: alimentação**. Coleção SENAR – 263. 2019.

NUWANSI, K. et al. Padronização das razões de densidade animal da carpa Koi (*Cyprinus carpio* var. Koi): Peixe dourado (*Carassius auratus*) no Sistema de Recirculação Aquapônica da Policultura. **Revista Turca de Pesca e Ciências Aquáticas**. 2017.

ODEMA, M. et al. Smart aquaponics system for industrial Internet of Things (IIoT). In: **International Conference on Advanced Intelligent Systems and Informatics**. Springer, Cham, p. 844-854. 2017.

OLIVEIRA, S. D. **Sistema de aquaponia**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Goiás. Curso de zootecnia. 20 p. 2016.

OLIVOTTO, I. et al. Advances in breeding and rearing marine ornamentals. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 42, n. 2, p. 135-166, 2011.

ONIGA, C. et al. Studies about the fish farming development in aquaponic systems: a review. **Scientific Bulletin**. Series F. Biotechnologies, v. 22, p. 237-246, 2018.

PANDEY, P. K.; MANDAL, S. C. Present status, challenges and scope of ornamental fish trade in India. In: **Conference: Aqua Aquaria India, at Mangalore**. 2017.

PANORAMA DA AQUICULTURA. Evento consagrado da sanidade da piscicultura volta a acontecer na Unesp de Jaboticabal. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 29, n. 171, 2019.

PAULO, F. P.; CAVICHIOLI, F. A. Aquaponia em sistema de produção fechado. **IX Sintagro – Simpósio Nacional de Tecnologia em Agronegócio**. Jun. 2017.

PAULY, D.; ZELLER, D. Comments on FAOs state of world fisheries and aquaculture (SOFIA 2016). **Marine Policy**, v. 77, p. 176-181, 2017.

PEREIRA, L.; MERCANTE, C. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. Uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, n. 1, p. 81-88, 2018.

QUEIROZ, J. F. et al. Boas práticas de manejo para sistemas de aquaponia. **Embrapa Meio Ambiente-Documentos** (INFOTECA-E), 2017.

QUEROL, M. V. M. et al. **Tecnologia de Reprodução de Peixes em Sistemas de Cultivo**: Indução hormonal através do extrato hipofisário da Palometa. UNIPAMPA. 2013.

RAKOCY, J. E., MASSER, M. P., LOSORDO, T. M. Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics - Integrating Fish and Plant Culture. **Oklahoma Cooperative Extension Service**. n. 454. p.12. 2016.

RAKOCY, J. Ten guidelines for aquaponic systems. **Aquaponics Journal**, v. 46, p. 14-17, 2007.

RECHI, E. **Carpa (*Cyprinus carpio*)**. Aquarismo paulista. abr/2017.

RIBEIRO, F. de A. S.; LIMA, M. T.; FERNANDES, C. J. B. K. Panorama do mercado de organismos aquáticos ornamentais. **Boletim Sociedade Brasileira de Limnologia**, v. 38, n. 2, p. 1-15, 2010.

RITTER, F. et al. Análise da viabilidade econômica do policultivo de carpas, jundiás e tilápias-do-nilo como uma alternativa de modelo de cultivo de peixes para pequenas propriedades. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 17, n. 2, p. 27-35, 2013.

RODRIGUES, D. A. **Produção de peixes ornamentais em sistema de recirculação de água**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Zootecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2013.

RODRIGUES, P. Novas cultivares de alface crespa suportam até 10 dias mais o calor. **Agro em dia**. ago/2019.

ROSA, G. M. **Desempenho zootécnico e parâmetros somáticos de carpa comum (*Cyprinus carpio*) alimentada com *Azolla Caroliniana***. 45 p. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, 2019.

ROSANOVA, C. et al. Monitoramento da aquicultura em reservatórios continentais por meio do índice de estado trófico. **Embrapa Pesca e Aquicultura**-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2019.

SALEM, L. Assessing Deep-Water Culture and Sand-Bed aquaponics Systems for lettuce (*Lactuca sativa*) yield and water consumption. The Center for Applied Research on the Environment and Sustainability – CARES. **Yield and Water Consumption**. 2019.

SALLENAVE, R. Important water quality parameters in aquaponics systems. NM State University, Cooperative Extension Service, College of Agricultural, **Consumer and Environmental Sciences**, 2016.

SANTOS, C. C. A. **Parâmetros da qualidade de água na piscicultura de água doce**. Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Zootecnia, Curso de zootecnia. 2018.

SANTOS, C. M. G. et al. **Qualidade de alface comercializada no município de Botucatu-SP**. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha**, v. 11, n. 1, p. 67-74, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/141004>>. Acessado em 12 de nov. de 2020.

SÁTIRO, T. M.; NETO, K. X. C. R.; DELPRETE, S. E. Aquaponia: Sistema que integra produção de peixes com produção de vegetais de forma sustentável. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 11, n. 1, p. 38-54, 2018.

SHEI, M. O que é aquicultura em sistema de recirculação de água. **Revista Aquaculture Brasil**. Ago. 2016.

SHETE, A. P. et al. Optimum stocking density for growth of goldfish, *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758), in an aquaponic system. **Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh**, v. 65, p. 1-6, 2013.

SILVA, M. L.; FONTES, A. A. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra. **Rev. Árvore**, v. 29, n. 6, Viçosa, Nov. 2005.

SILVA, T. D. S. et al. Aquaponia: Um novo olhar agrícola, **Anais do II Congresso Internacional das Ciências Agrárias**. COINTER. 2018.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA (SNA). **Produção de peixes no Brasil cresceu 4,5% em 2018**. 16 de abr. de 2019. Disponível em <<https://www.sna.agr.br/producao-de-peixes-no-brasil-cresceu-45-em-2018/>>. Acessado em 10 de out. de 2019.

SOMERVILLE, C. et al. Small-scale aquaponic food production: integrated fish and plant farming. **FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper**, n. 589, p. I, 2014.

TEIXEIRA, M. T. **Influência dos ajustes cardiorrespiratórios durante a respiração aérea do bagre africano (*Clarias gariepinus*) exposto à hipóxia**. Repositório UNESP. mar de 2014.

URTADO, E. S. et al. Aplicação do método do valor presente líquido (VPL) na análise da viabilidade econômica de projetos na indústria metal mecânica: um estudo de caso. **Encontro Latino Americano de Pós-graduação**, v. 9, p. 1-4, 2009.

VAREJO SA. **Você conhece a aquicultura ornamental?** 16 de março de 2020. Disponível em: <<http://revistavarejosa.com.br/voce-conhece-a-aquicultura-ornamental/>>. Acessado em 11 de novembro de 2020.

VIEIRA, R. B. et al. Zootechnical performance evaluation of the use of biofloc technology in Nile tilapia fingerling production at different densities. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 45, n. 4, 2019.

VILIZZI, L.; WALKER, K. F. The onset of the juvenile period in carp, *Cyprinus carpio*: a literature survey. In: **When do fishes become juveniles?**. Springer, Dordrecht, 1998. p. 93-102.

ZAINI, A.; KURNIAWAN, A.; HERDHIYANTO, A. D. Internet of Things for monitoring and controlling nutrient film technique (NFT) aquaponic. In: **2018**

**International Conference on Computer Engineering, Network and Intelligent Multimedia (CENIM)**. IEEE. p. 167-171. 2018.

ZENI, T. O.; OSTRENSKY, A.; WESTPHAL, G. G. C. Respostas adaptativas de peixes a alterações ambientais de temperatura e de oxigênio dissolvido. **Archives of Veterinary Science**, v. 21, n. 3, 2016.