

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**PRODUÇÃO DE MASSA VERDE E GANHO EM PESO DE  
PEIXES ORNAMENTAIS EM MINI SISTEMA DOMÉSTICO  
DE AQUAPONIA**

**WESLEY CLOVIS BARBIERI MENDONÇA**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2019**

# **PRODUÇÃO DE MASSA VERDE E GANHO EM PESO DE PEIXES ORNAMENTAIS EM MINI SISTEMA DOMÉSTICO DE AQUAPONIA**

**WESLEY CLOVIS BARBIERI MENDONÇA**

Orientador: Profa. Dra. Claucia Aparecida Honorato  
Co-Orientador: Luis Antônio Kiosh Oaki Inoue

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal da Grande Dourados, como  
parte das exigências para conclusão do curso de  
Engenharia de Aquicultura.

DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

M539p Mendonça, Wesley Clovis Barbieri

PRODUÇÃO DE MASSA VERDE E GANHO EM PESO DE PEIXES ORNAMENTAIS EM  
MINI SISTEMA DOMÉSTICO DE AQUAPONIA [recurso eletrônico] / Wesley Clovis Barbieri Mendonça. --  
2020.

Arquivo em formato pdf.

Orientadora: CLAUZIA APARECIDA HONORATO.

Coorientadora: Luis Antônio Kiosh Oaki Inoue.

TCC (Graduação em Engenharia de Aquicultura)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em: <https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. aquaponia. 2. Carassius auratus. 3. densidade de estocagem. 4. densidade de estocagem. I. Honorato, Claucia Aparecida. II. Inoue, Luis Antônio Kiosh Oaki. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte


**PRODUÇÃO DE MASSA VERDE E GANHO EM PESO DE PEIXES  
ORNAMENTAIS EM MINI SISTEMA DOMÉSTICO DE AQUAPONIA**


Por

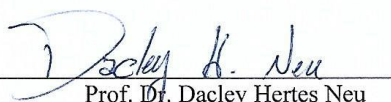
WESLEY CLOVIS BARBIERI MENDONÇA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para  
obtenção do título de ENGENHEIRO DE AQUICULTURA

Aprovado em: 24 de outubro de 2019.

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Cláudia Aparecida Honorato da Silva  
Orientador – UFGD/FCA

  
\_\_\_\_\_  
MSc. Marcos Paiva Scardua  
Membro da Banca – IFCE/ Campus Aracati

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Dacley Hertes Neu  
Membro da Banca – UFGD/FCA

## AGRADECIMENTOS

Agradeço as forças divinas que me guiam e a minha mãezinha Nossa Senhora Aparecida que sempre me cobriu com o seu manto nas horas que eu mais precisei.

Aos meus amados pais, que de alguma forma me fazem sentir cada dia mais forte, seja com palavras ou indagações sobre a graduação escolhida. Gratidão é a melhor palavra que me define hoje em relação a você minha mãe Mariuza Barbieri Mendonça e meu pai Clovis Gama Mendonça, a minha irmã Greicy Kelly Barbieri Mendonça que tanto admiro por ter concluído a sua graduação, tendo que trabalhar e estudar em tempo hábil. Dedico, in memória aos meus queridos avós, paterno, Moacir Soares Mendonça, Terezinha Gama Mendonça e à minha avó materna Waldemar Barbieri. E em geral a toda a minha família que torce por mim e acima de tudo acredita no meu futuro.

Aos meus queridos amigos da primeira turma de Engenharia de Aquicultura, que fizeram parte do dia a dia, Natieli Inácio (NATI), Fabrício Carneiro, Mario Olmedo, Leandro Freitas, Gustavo Ferri (FERRI), Paulo Vitor (PV), Tiago Pael (PAEL), Yasmim Casadias, Gabriela Bom, Amanda Held e Igor Oliveira.

E Aqueles amigos que nessa trajetória fizeram parte da minha formação ao meu parceiro David Banhara, a nossa grande amiga que levaremos para sempre em nossas vidas Rebeca Sousa (SOS), a amiga incentivadora Tábata Albuquerque, e aos demais amigos Jéssica Silva, Arypes Marcondes, Anderson Ferreira, Larissa Dorce, Jean Melo, Patrícia Gauer.

A toda equipe de laboratório da EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE, onde foram desenvolvido toda a área experimental, sendo assim, dedico também aos colegas pela vivencia e experiencia, ao meu coorientador Luís Inoue, Tarcila Silva, Erika Ota, Debora Bastos e o Sr Edson (...)

Em especial a minha orientadora Claucia Honorato, assim como ela, pessoas marcantes passam por nossas vidas a todo o momento, porém há aquelas que não se apagam, independentemente do tempo e a distância. Há também outras que você não sabe como explicar, mas sente total confiança nela desde o instante que a conheceu. Essa sensação pode se tratar de uma amizade de vidas passadas, alguém tão importante que marcou o seu espírito para sempre e que nesta vida, você teve o presente de reencontrá-la!

A Universidade Federal da grande Dourados, por todas as oportunidades. Aos meus professores pela minha formação até aqui.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

**Wesley Clovis Barbieri Mendonça**, filho de Clovis Gama Mendonça e Mariuza Barbieri Mendonça, nascido em 08 de fevereiro de 1990 na cidade de Dourados – MS, Brasil. Ingressou no ensino médio em 2006 concluindo em 2008. Em 2012 ingressou na faculdade, no curso de Ciências Biológicas, não concluído. Em 2016 ingressou no curso de Engenharia de Aquicultura na Universidade Federal da Grande Dourados, onde estou até o momento. Fui bolsista de Projeto Extensão – LIGA ACADEMICA DE ENGENHARIA DE AQUICULTURA, bolsista do CNPq na modalidade Científica – INICIAÇÃO CIENTÍFICA, vinculado a EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Atualmente participa do grupo de pesquisa Bioquímica Adaptativa.

## SUMÁRIO

	Página
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Sistemas Aquapônicos.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Peixes ornamentais em aquaponia .....</b>	<b>3</b>
<b>2.3. Plantas utilizadas em aquaponia .....</b>	<b>4</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1. Mini sistemas de aquaponia .....</b>	<b>5</b>
<b>3.2. Instalação e rotina do experimento .....</b>	<b>5</b>
<b>3.3. Cálculos e análises de dados.....</b>	<b>6</b>
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>7</b>
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>10</b>

**LISTA DE FIGURAS**

	Página
FIGURA 1. Composição do mini sistema aquapônico.....	5
FIGURA 2. Peixes utilizados nos mini sistema aquapônico .....	6
FIGURA 3. Produção de massa verde em mini sistema aquapônico .....	8



**LISTA DE TABELAS**

	Página
<b>Tabela 1.</b> Efeito da densidade de kinguios ( <i>Carassius auratus</i> ) na aquaponia sobre os organismos aquáticos e a massa verde (manjeriçã e salsa). .....	7

MENDONÇA, Wesley Clovis Barbieri. **Produção de massa verde e ganho em peso de peixes ornamentais em mini sistema doméstico de aquaponia**. 2019. 23p. Monografia (Graduação em Engenharia de Aquicultura) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

## RESUMO

A aquaponia é a integração da aquicultura com a produção vegetal, onde os resíduos da primeira atividade servem de insumos para a segunda, por meio de transformações biológicas que ocorrem no sistema. Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da densidade inicial de peixes ornamentais (*Carassius auratus*) em minis sistemas de aquaponia, compostos por aquários de 100 L e camas de cultivo com argila expandida (20 L). Foram avaliadas duas densidades (três e seis peixes por sistema), com três repetições. Cada cama de cultivo recebeu uma muda de manjeriço (*Ocimum basilicum*) e uma de salsa (*Petroselinum crispum*). Os peixes foram alimentados diariamente até a saciedade aparente com ração comercial de 32% PB, duas a três vezes por dia durante 103 dias. Os valores mais altos de ganho em peso dos peixes foram observados nos aquários com menor densidade. A produção de massa verde foi mais elevada nos sistemas de maior densidade inicial de peixes. Conclui-se que a maior densidade inicial de peixes proporcionou melhor produção de massa verde, apesar de apresentar menores índices de crescimento dos peixes.

**Palavras-chave:** aquaponia; *Carassius auratus*; densidade de estocagem; kinguio

## ABSTRACT

Aquaponics is the integration of aquaculture with crop production, where the residues of the first activity serve as inputs for the second, through biological transformations that occur in the system. The objective of this work was to evaluate the effect of the initial density of ornamental fish (*Carassius auratus*) in mini aquaponics systems, consisting of 100 L aquariums and expanded clay cultivation beds (20 L). Two densities (three and six fish per system) were evaluated with three replications. Each growing bed received one seedling of basil (*Ocimum basilicum*) and one of parsley (*Petroselinum crispum*). The fish were fed daily to apparent satiety with 32% CP commercial feed, two to three times daily for 103 days. The highest values of fish weight gain were observed in lower density aquariums. Green mass production was higher in systems with higher initial fish density. It was concluded that the higher initial density of fish provided better production of green mass, despite presenting lower fish growth rates.

**Keywords:** aquaponics; *Carassius auratus*; stocking density; kinguio

## 1. INTRODUÇÃO

A palavra “aquaponia” é a combinação entre “aquicultura” (produção de organismos aquáticos) e “hidroponia” (produção de plantas sem solo) e em suma é a junção destas duas (CARNEIRO et al., 2015). Neste sistema de produção os peixes são mantidos e alimentados em sistemas fechados, onde a água após passar por filtragem mecânica e biológica retorna ao sistema (RAHMATULLAH et al., 2010).

A aquaponia é um sistema de produção de alimento que articula a aquicultura e a horticultura em sistemas de recirculação de água e nutrientes (HUNDLEY & NAVARRO, 2013). Esta modalidade é uma opção para a produção de alimentos de forma sustentável com diminuição dos impactos ambientais pelas características de sustentabilidade (CELESTRINO e VIEIRA, 2018). Dentro do contexto de economia cíclica e de sustentabilidade, pequenos produtores podem produzir peixes e hortaliças utilizando-se pequenos recipientes, (DIVER, 2006).

Esta produção integrada de peixes e vegetais vem chamando a atenção em muitos países do mundo, especialmente em iniciativas da agricultura urbana que tem por finalidade estimular as pessoas a produzirem o próprio alimento ou pelo menos parte deste em espaços reduzidos (BRANCO e ALCÂNTARA, 2011; CARNEIRO et al., 2015). Nesse sentido, a aquaponia vem sendo empregada em diversas escalas, desde grandes projetos industriais como os já instalados nos Estados Unidos até unidades domésticas pequenas. Porém é um sistema que carece de maiores informações técnico-científicas como os efeitos da densidade inicial de peixes, a possibilidade de uso de peixes ornamentais ou ainda quais as limitações do uso desse tipo de animal aquático (HUSSAIN et al., 2015).

Dentre os peixes ornamentais que se destacam no sistema de produção está o kingio do gênero *Carassius*, pela docilidade e pela rusticidade diante das condições de confinamento em aquários (SIQUEIRA et al., 2018). A utilização de peixes ornamentais para o uso de aquaponia pode ser um atrativo principalmente para as hortas urbanas, uma vez que este peixe poderá ser comercializado e por ter maior valor agregado.

As políticas públicas de incentivo a hortas urbanas e periurbanas impulsionaram o desenvolvimento dessa estratégia de combate à pobreza (BRANCO e ALCÂNTARA, 2011), com o incentivo de alimentação mais saudável. Dentre os produtos de predileção das casas urbanas na sua produção estão os condimentos como: salsinha, cebolinha (ZÁRATE et al., 2006).

A utilização deste sistema pode ser realizada em ambientes domésticos enfatizando a educação ambiental associada à qualidade alimentar das famílias. Neste contexto, o uso de condimentos neste sistema é uma alternativa para ser utilizada em ambientes urbanos uma vez que há uma demanda crescente por alimentos saudáveis com procedência conhecida (CARRILHO, NETO e LEITE, 2017).

Assim, foi testado neste trabalho os efeitos da densidade inicial de peixes ornamentais, kinguio, em mini sistema de aquaponia recém-instalados. Os dados gerados contribuem para o avanço do conhecimento e manejo da aquaponia, bem como auxiliam no fortalecimento da aquaponia em escala doméstica.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Sistemas Aquapônicos

Sistemas aquapônicos são conhecidos por integrar técnicas inicialmente utilizadas nos sistemas de hidroponia, que é composto apenas por plantas. Com o surgimento da agricultura sustentável, houve uma mudança por aperfeiçoar os sistemas de hidroponia com a utilização animais aquáticos para melhor aproveitar os resíduos na água de cultivo de peixes por exemplo. Assim, a hidroponia com o cultivo de peixes tornou-se aquapônia, visando a melhoria da qualidade da água e produzir em segundo plano, hortaliças e peixes ao mesmo tempo (LOVE et al., 2014).

Existem diversos tipo de sistema aquapônicos, tanto para uso comercial quanto para uso doméstico, com peixes de produção como por exemplo a tilápia (GEISENHOFF et al., 2016), híbridos como tambatinga (LOPES et al., 2018) entre outros, com diversos tipos de hortaliças. Por tanto, o sucesso dos sistemas aquapônicos está relacionado com a produção de espécies de peixes e produção de plantas com maior aproveitamento de espaço (LOPES et al., 2018).

A aquaponia em outros países já se tornou uma técnica bastante difundida como Estados Unidos, Austrália e países europeus, em ralação ao Brasil, a aquaponia ainda está em menor escala de produção, desenvolvendo diferentes técnicas para agregar novos conhecimentos que visam aproveitar os recursos (GEISENHOFF et al., 2016).

### 2.2. Peixes ornamentais em aquaponia

A utilização de peixes ornamentais em sistemas de aquaponia está aumentando devido o valor comercial desses peixes. Entre os peixes utilizados, os que pertencem a família Cyprinidae são mais populares, como o peixe dourado, *Carassius auratus* (LINNAEUS, 1758), por apresentar beleza, rusticidade e crescimento rápido, assim como a carpa colorida (*Cyprinus carpio*). O uso desses peixes em aquaponia também pode ser um atrativo para fins educacionais ou em exposições tornando o cenário mais atrativo (SHETE et al., 2013; CARNEIRO et al., 2015). A alta capacidade de produzir resíduos em grande quantidade classificaram essas espécies como ideais para a aquaponia.

A capacidade de produzir grande quantidade de resíduos e a natureza resistente identificaram essas duas espécies como ideais para a aquaponia (NUWANSI et al., 2017)

### **2.3.Plantas utilizadas em aquaponia**

As plantas que vão compor os sistemas aquapônicos estão relacionadas com a espécie de peixes a ser cultivada. A melhor escolha é de plantas que possam se encaixar com os parâmetros de criação dos peixes para que o sistema possa beneficiar os cultivos e assim obter melhores resultados (CALÓ, 2011). As espécies mais adequadas a aquapônia são aquelas que já estão adaptadas aos sistemas hidropônicos (CARNEIRO et al. 2015).

Um das espécies mais cultivadas em sistemas hidropônicos é o alface (*Lactuca sativa* L.) (LOPES et al., 2018). No entanto existem diferentes plantas que podem ser utilizadas nesses sistemas como tomate (*Solanum lycopersicum*; SAUFIE et al., 2015), manjeriço (*Ocimum basilicum*; DELAIDE et al., 2017) e espinafre aquático (*Ipomoea aquatica*; ENDUT et al., 2016).

As plantas em sistemas hidropônicos e aquapônicos tendem a crescer mais rápido quando comparadas as que crescem em solo, pois os sistemas radiculares se mantem em contato direto na água e a absorção de nutrientes é mais eficiente (AZAD et al., 2013), pois com menor gasto de energia na captação dos nutrientes em meio aquoso do que no solo, esse energia é utilizada em função do crescimento da massa verde (SAUFIE et al., 2015).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Mini sistemas de aquaponia

Foram utilizados seis mini sistemas de aquaponia. Cada sistema era composto por uma caixa plástica de 100 L (75 x 40 x 55 cm), uma bomba submersa de aquário (500 L/h) e uma cama de cultivo com argila expandida (20 L), alojadas em caixa plástica adaptadas (55 x 35 x 15 cm), de forma a proporcionar a circulação da água (Figura 1).



FIGURA 1. Composição do mini sistema aquapônico

#### 3.2. Instalação e rotina do experimento

Foram testadas duas densidades de peixes (três e seis) por sistema, em triplicata. Os peixes ornamentais (*Carassius auratus*) (Figura 2) foram distribuídos de forma aleatória e alimentados de duas a três vezes ao dia até saciedade aparente, com ração comercial disponíveis no laboratório com 32% PB por 103 dias. Cada cama de cultivo recebeu uma muda de salsinha e outra de manjeriço, retiradas de bandejas de produção de mudas, as quais apresentavam plantas homogêneas em tamanho. Semanalmente os aquários eram sifonados até a metade para limpeza. Após a água era repostada.





FIGURA 2. Peixes utilizados nos minis sistemas aquapônico

Foram avaliados a massa verde das mudas e o crescimento dos peixes. A massa verde foi pesada no final do experimento logo após o corte na base das plantas. Os peixes foram contados, pesados e medidos no início e no final do experimento.

### 3.3.Cálculos e análises de dados

A partir dos valores de peso e comprimento total dos peixes no início e fim do experimento em cada mini sistema de aquaponia foram calculados:

- Biomassa inicial (g/caixa) = somatório do peso individual no início do experimento
- Biomassa final (g/caixa) = somatório peso individual no final do experimento
- Ganho de biomassa (g/caixa) = Biomassa final (g/caixa) – Biomassa inicial (g/caixa)
- Ganho em peso (g) = Peso médio final (g) – Peso médio inicial (g)
- Ganho em comprimento (cm) = Comprimento médio final (cm) – Comprimento médio inicial (cm).
- Sobrevivência = (número de peixes no final do experimento/densidade inicial) \*100
- *Fator de condição* (K) =  $\text{Peso} / \text{Comprimento}^b$  (Onde:  $b$  foi obtido através da equação alométrica da relação peso / comprimento ( $y = ax^b$ ).

Os dados foram submetidos ao teste U, não paramétrico de Mann-Whitney para a constatação diferença estatística ao nível de 95%.

#### 4. RESULTADOS

O ganho em peso dos peixes e fator de condição foi maior na densidade de três peixes por sistema (Tabela 1). Os valores de peso e comprimento apresentaram variações amplas já no início do experimento, devido à dificuldade de padronização inicial dos peixes, fato comum ao se trabalhar com uma espécie de peixe ornamental como o kinguio (*Carassius auratus*). O ganho de biomassa e ganho em comprimento aparentemente foram melhores na densidade de três peixes por aquário, mas as diferenças não foram significativas.

**Tabela 1.** Efeito da densidade de kinguios (*Carassius auratus*) na aquaponia sobre os organismos aquáticos e a massa verde (manjerição e salsinha).

Variáveis	Densidade (número de peixes/sistema)	
	3	6
Biomassa inicial (g/cx)	77,5±35,7	97,1±32,2
Biomassa final (g/cx)	135,5±35,7	142,0±37,6
Ganho de biomassa (g)	58,1±5,5	44,8±15,3
Peso inicial (g)	25,8±12,3	16,2±5,3
Peso final (g)	45,2±11,9	28,1±2,0
Ganho em peso (g)	19,4±1,8a	11,9±3,9b
Comprimento inicial (cm)	11,3±2,2	8,2±0,7
Comprimento final (cm)	14,0±1,8	9,6±0,1
Ganho em comprimento (cm)	2,7±0,8	1,4±0,9
Sobrevivência (%)	100	83±17
Fator de condição	5,52	3,28
Massa verde (g)	10,8±12,8a	73,9±50,3b

A produção de massa verde (Figura 3) apresentou-se pouco vigorosa em todos os sistemas de aquaponia até aproximadamente 90 dias provavelmente devido ao calor intenso do verão na região de Dourados, MS, além da recente instalação dos sistemas. Ao final do experimento, os valores de massa verde foram mais altos nos mini sistemas de aquaponia mantidos com seis peixes.



FIGURA 3. Produção de massa verde em mini sistema aquapônico

## 5. DISCUSSÃO

Este estudo demonstrou que, aumentando-se a densidade inicial de peixes na instalação de mini sistema de aquaponia com peixes ornamentais, foi possível aumentar a produção de massa verde, apesar de com isso ocorrer menor crescimento dos peixes na densidade mais alta. Os valores de biomassa final e ganho de biomassa estiveram próximos, sugerindo que os aquários chegaram próximos aos seus limites de capacidade de carga, ou seja, a máxima biomassa em que o sistema experimental podia suportar (SUMMERFELT e VINCI, 2004).

O aumento da densidade inicial de peixes nos minis sistemas de aquaponia não possibilitou a maior produção de biomassa de peixes, como esperado (INOUE et al., 2014). Por outro lado, o aumento da densidade de peixes a níveis limítrofes pode prejudicar o desempenho, devido ao aumento da competição entre os peixes por alimento e diminuição do consumo individual de alimento (MACIEL et al., 2013), estresse social (BALDWIN, 2010) e maior contato entre os animais, o que pode favorecer a disseminação de doenças (VALLADAO et al., 2015).

O ganho de peso mostrou que a densidade de peixes inicial mais baixa proporcionou melhores condições de crescimento. Porém quando se pretende fazer a integração com a produção vegetal, a densidade inicial de peixes muito baixa pode comprometer o cultivo de plantas, possivelmente devido à menor resposta dos peixes à alimentação artificial e liberação de resíduos na água. Consequentemente haveria subutilização das unidades de produção vegetal (GRABER e JUNGE, 2009). Peixes naturalmente possuem visão deficiente, o que podem ser relativamente beneficiados por interação social em cultivo, já que a informação da presença de alimento pode ser transmitida entre os animais (BALDWIN, 2010). Assim a

movimentação mais agitada de alguns indivíduos iniciada quando a ração cai na água podem estimular os outros peixes a terem a mesma reação de busca de alimento (BALDWIN, 2010).

Logo em aquaponia, a densidade mais alta de peixes pode beneficiar indiretamente a produção vegetal, proporcionando não somente melhor produção de massa verde, mas também o melhor uso econômico da água e do espaço (GRABER e JUNGE, 2009).

O bem-estar dos peixes no presente experimento foi avaliado pela correlação entre peso e comprimento denominada fator de condição. A relação peso/comprimento é utilizada para facilitar a estimativa de peso dos peixes e indicar sua condição, o bem-estar geral, o acúmulo de gordura ou o desenvolvimento gonadal (ROSSI–WONGTSCHOWKI, 1977). O fator de condição, segundo WEATHERLEY & GILL (1987), é uma forma de mensurar o grau de atividade alimentar da espécie, e se a fonte de alimento está sendo aproveitada. A modulação do fator de condição frente às variações de cultivo foi reportada de acordo com a correlação do peso e do comprimento desses peixes analisados.

## **6. CONCLUSÃO**

O aumento da densidade inicial de peixes parece ser uma estratégia para a maior produção vegetal em minis sistemas de aquaponia recém-instalados.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZAD, AK, K. ISHIKAWA, JC DIAZ-PEREZ, TE EATON E N. TAKEDA. Crescimento e desenvolvimento de komatsuna (*Brassica rapa* L. Nothovar) no sistema NFT (nutrient film técnica), influenciado por minerais naturais. **Agric. Sci. J.** 4: 1-7. 2013.
- BALDWIN, L. The effects of stocking density on fish welfare. **The Plymouth Student Scientist.** 4(1):372-383. 2010.
- CARRILHO, B. B. ; SILVA NETO, W. L. B. ; LEITE, D. T. C. . AGRICULTURA URBANA: IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA AQUAPÔNICO DE BAIXO CUSTO EM UMA RESIDÊNCIA DE SÃO PAULO.. Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente , v. XIX, p. XIX Engema, 2017.
- CALÓ, P. Introducción a la Acuaponia. Centro Nacional de Desarrollo acuícola (CENADAC). Ministerio de Agricultura, **Ganaderia y Pesca.** Argentina, 15 p. 2011.
- CARNEIRO, P. C. F.; MORAIS, C. A. R. S.; NUNES, M. U. C.; MARIA, N. A; FUJIMTO, R. Y. Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia. Aracaju: **Embrapa** Tabuleiros, 2015.
- CASTELO BRANCO M; ALCÂNTARA FA. 2011. Hortas urbanas e periurbanas: o que nos diz a literatura brasileira? *Horticultura Brasileira* 29: 421-428.
- CELESTRINO, R. B.; VIEIRA, S. C. Sistema Aquapônico. Uma forma de produção sustentável na Agricultura Familiar e em área periurbana. *Revista Eletrônica Competencias Digitais para Agricultura Familiar*, v.4, n.1, p.71-85, 2018.
- DELAIDE, B.; DELHAYEA, G.; DERMIENCE, M.; GOTT, J.; SOYEURT, H.; JIJAKLI, H. Plant and fish production performance, nutrient mass balances, energy and water use of the PAFF Box, a small-scale aquaponic system. **Aquacultural Engineering**, 78. p 130-39. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2017.06.002>
- DIVER, S. Aquaponics: integration of hydroponics with aquaculture. Butte: National Sustainable Agriculture Information Service, 2006.
- ENDUT, A; LANANAN, F; HAJAR, S; HAMID, A; JUSOH, A; NIK, W. N.WAN. Balancing of nutrient uptake by water spinach (*Ipomoea aquatica*) and mustard green (*Brassica juncea*) with nutrient production by African catfish (*Clarias gariepinus*) in scaling aquaponic recirculation system, **J. Desalination and Water Treatment**, p. 29531-29540, 2016. <https://doi.org/10.1080/19443994.2016.1184593>
- GEISENHOFF, L. O.; JORDAN, R. A.; SANTOS, R. C.; OLIVEIRA, F. C. DE; GOMES, E. P. Efeito de diferentes substratos na produção de alface aquapônica associada à criação intensiva de tilápia com recirculação de água. **Engenharia Agrícola**, v.36, p.291- 299, 2016. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric. v36n2p291-299/2016>

GRABER, A.; JUNGE, R. 2009. Aquaponic systems: Nutrient recycling from fish waste water by vegetable production. **Desalination**, p. 147-156, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.03.048>

HEREDIA ZÁRATE NA; SANGALLI CMS; VIEIRA MC; JORGE RPG; TORALES EP; SALLES NA. 2013. Produção agroeconômica do mangarito submetido a diferentes arranjos espaciais e tratos culturais. *Horticultura Brasileira* 31: 476-482.

HONORATO, C. A.; TESSER, M. B.; PORTELLA, M. C.; CARNEIRO, D. J. MICRODIETAS NA ALIMENTAÇÃO DA TILÁPIA DO NILO DURANTE A FASE DE REVERSÃO SEXUAL. *Nucleus Animalium*, v.4, n.1, p. 28-36, 2012.

HUSSAIN, T.; VERMA, A. K.; TIWARI, V. K.; PRAKASH, C.; RATHORE, G.; SHETE, A. P.; SARAHAN, N. Effect of water flow rates on growth of *Cyprinus carpio* and spinach plant in aquaponic system. **Aquac. Internat.** 23, 369-384. 2015.

HUNDLEY, G. M. C. et al. Aproveitamento do efluente da Produção de Tilápia do Nilo para o Crescimento de Manjeriço (*Origanum basilicum*) e Manjerona (*Origanum majorana*) em Sistemas de Aquaponia. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v.3, n.1, p.51-55, 2013.

INOUE, L. A. K. A.; BEZERRA, A. C.; MIRANDA, W. S.; MUNIZ, A. W.; BOIJINK, C. L. Cultivo de tabaqui em gaiolas de baixo volume: efeito da densidade de estocagem na produção de biomassa. **Cienc. Anim. Bras.** 15(4), 437-443. 2014.

LOPES, J. M.; SANTOS, A.S.; SILVA, R. R. S.; SOUSA, R. M.; FREITAS, J. R.B.; SILVA-MATOS, R. R. S.; SILVA, T. B. F.; PINTO, F. E. N.; PEREIRA, A. M. AQUAPONICS: tambatinga production associated with lettuce cultivation, **Journal of Multidisciplinary AARJMD**, 5, 4. 2018.

LOVE, D. C.; FRY, J. P.; GENELLO, L.; HILL, E. S.; FREDERICK, J. A.; LI, X.; SEMMENS, K. An International Survey of Aquaponics Practitioners. **PLoS ONE** 9(7): e102662. 2014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102662>

MACIEL, E.; FEITOSA, K. C.; CORRÊA-NETO, C. R.; MACEDO, F.; MATTIOLI, W.; ABIMORAD, E.; ABREU, J. Desempenho produtivo e parâmetros fisiológicos de juvenis de pacu criados em tanques-rede em diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.** 2013;14(1):185-194.

NUWANSI, K. K. T; VERMA, A. K; TIWARI, V. K; PRAKSH, C.; CHANDRAKAN, M. H. Satandartization of the stocking density ratios of Koi (*Cyprinos carpio* var: Koi): Goldfish (*Cassius auratus*) in polyculture Aquaponic Recirculation System, **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science**, 17:1271-1278, 2017. [http://doi.org/10.4194/1303-2712-v17\\_6\\_20](http://doi.org/10.4194/1303-2712-v17_6_20)

RAHMATULLAH, R.; DAS, M.; RAHMATULLAH, S. M. Suitable stocking density of tilapia in an aquaponic system. *Bangladesh J. Fish. Res.* 14(1-2), 29-35. 2010.

ROSSI-WONGSTSCHOWKI, C. L. D. B. Estudo das variações da relação peso total/comprimento total e função do ciclo reprodutivo e comportamento de *Sardinella*

*brasiliensis* (Steindachner, 1879) da costa do Brasil entre 23°S e 28°S. **Bol. Inst. Ocenogr.**, São Paulo, v. 26, p. 131-180, 1977.

SAUFIE, S.; ESTIM, A.; TAMIN, M.; HARUN, A.; OBONG, S.; MUSTAFA, S. Growth Performance of Tomato Plant and Genetically Improved Farmed Tilapia in Combined Aquaponic Systems. **Asian Journal of Agricultural Research**, 9 (3): 95-103, 2015.

SHETE, A. P.; VERMA, A. K.; TANDEL, R. S.; Prakash, C.; Tiwari<sup>1</sup>, V. K; Hussain, T. Optimization of Water Circulation Period for the Culture of Goldfish with Spinach in Aquaponic System., **Journal of Agricultural Science**, 5, (4), 2013.  
<http://dx.doi.org/10.5539/jas.v5n4p26>

SHETE, A. P; VERMA, A. K; KOHLI, M. P. S.; DASH, A.; TANDEL, R. Optimum Stocking Density for Growth of Goldfish, *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758), in an Aquaponic System. **The Israeli Journal of Aquaculture**, 910, (6), 2013.

SUMMERFELT, S. T.; VINCI, B. J. Avoiding water quality failures: Part 1 – Carrying capacity and water flow in intensive aquaculture systems. **J. World. Aquac. Soc.** 35(4), 6-8. 2004.

VALLADAO, G. M. R.; GALLANI, S. U.; PILARSKI, F. 2015. Phytoterapy as an alterative for treating fish disease. **J. Vet. Pharmacol. Therap.** 38, 417-428.

WEATHERLEY, A. H.; GILL, H. S. **The biology of fish growth.** Academic Press, 1987. 443p.