

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) CULTIVADA EM AQUAPONIA PILOTO UTILIZANDO ÁGUAS NÃO TRATADAS

Evaluation of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) production cultivated in pilot aquaponics using untreated water

Rafael Nóbrega Bezerra Tomaz¹, Oriel Herrera Bonilla², Eliseu Marlônio Pereira de Lucena³, Carminda Sandra Brito Salmito-Vanderley⁴, Ana Carolina Correia de Oliveira⁵, Hamanda Brandão Pinheiro⁶, Natália Morena Fernandes Soltys⁷

¹Mestrando. Universidade Estadual do Ceará – UECE. E-mail: rn_bt@hotmail.com*

²Professor. Universidade Estadual do Ceará. E-mail: oriel.herrera@uece.br.

³Professor. Universidade Estadual do Ceará – UECE. E-mail: eliseu.lucena@uece.br.

⁴Professora. Universidade Estadual do Ceará – UECE. E-mail: Sandra.salmito@uece.br.

⁵Doutoranda. Universidade Estadual do Ceará – UECE. E-mail: anacarolinacorreiaoliveira@gmail.com.

⁶Graduanda. Universidade Estadual do Ceará – UECE. E-mail: hamandapinheiro2@hotmail.com

⁷Graduanda. Universidade Estadual do Ceará – UECE. E-mail: nataliamfsoltys@gmail.com

RESUMO

Para garantir a segurança hídrica são necessárias tecnologias que permitam otimizar o uso da água. A aquaponia é uma forma de criação sustentável permitindo a recirculação de água tratada através de filtros biológicos. Este trabalho teve como objetivo quantificar a produção de biomassa de peixes cultivados utilizando sistemas de aquaponia. Para isto foram realizadas coletas de dados em dois períodos, sendo utilizada água proveniente da estação chuvosa e o outro da estação seca. Foram instalados três tratamentos com água de diferentes fontes (abastecimento público, poço tubular profundo e riacho) e cada um foi povoado com 20 animais por taque. Os animais foram submetidos a biometrias e chipagem. Os resultados foram comparados com relação aos fatores tempo e aos tratamentos d'água. O crescimento dos peixes cultivados foi satisfatório quanto aos ganhos em massa e tamanho em ambos os períodos avaliados. A estação seca se destacou como sendo o de maior aumento em peso e tamanho. Os sistemas aquaponicos se mostraram viáveis quanto a possibilidade de tratamento de água para produção de tilápia nilótica, podendo ser utilizado em áreas com ocorrência de escassez hídrica.

Palavras-chave: Aquicultura, recirculação, biorremediação, biomassa, peixes.

ABSTRACT

To ensure water security, they must enforce the use of water. Aquaponics, which is a form of sustainable creation that works by recirculating treated water through biological filters. This work aimed to quantify the biomass production of fish cultivated sources using aquaponics systems. For this, data were collected in two periods, one using water from the rainy season and the other from the dry season. Three treatments were installed with water from different sources (public supply, artesian well and stream) and each one was populated with 20 animals per pond. The animals were submitted to biometrics and chip. The results were compared with respect to time factors and water treatments. The growth of cultivated fish was satisfactory in terms of mass and size gains in both periods evaluated. The dry season stood out as the one with the greatest increase in weight and size. Aquaponic systems proved to be viable in terms of the possibility of water treatment for the production of Nile tilapia, which can be used in areas with water shortages.

Keywords: Aquaculture, recirculation, bioremediation, biomass, fish.

INTRODUÇÃO

Ainda que o Brasil não se destaque entre os principais exportadores de pescado a nível internacional (Farias; Farias, 2018), o país tem condições favoráveis para ampliar a aquicultura devido ao seu imenso território, às condições climáticas e abundância de água. A produção de peixes e camarões são os principais focos da aquicultura na região Nordeste do país, sendo atividades em crescimento que fomentam a economia local (Kirchner *et al.*, 2016).

Os cultivos em sistema intensivo e semi-intensivo são os métodos mais utilizados para fins comerciais (Liranzo; Romagosa; Scorvo-Filho, 2011). Embora esses sistemas obtenham excelente produtividade e a água seja um recurso abundante, é necessário o constante aporte hídrico para que as condições físicas e químicas nos tanques sejam ideais à manutenção da vida (Arbeláez-Rojas; Fracalossi; Fim, 2002). Além disso, o despejo de efluentes e a entrada de nutrientes nos corpos d'água podem trazer riscos ao meio ambiente (Pistori *et al.*, 2010), podendo agravar em regiões acometidas pela escassez hídrica (Grilo *et al.*, 2016). Dessa maneira, tecnologias que permitam otimizar o uso da água a fim de garantir segurança hídrica são necessárias.

A aquaponia se apresenta como uma forma de criação sustentável em relação aos sistemas convencionais de produção de alimentos (Konig *et al.*, 2016), produzindo mais em uma área menor e com uso mínimo de água (Saseendran *et al.*, 2021). Funciona por recirculação de água proveniente dos tanques de aquicultura através de filtros biológicos e cultivos hidropônicos. A solução resultante das excretas dos peixes e restos de ração é tratada nos filtros biológicos e absorvida pelas plantas em forma de nutrientes e sais, resultantes da ciclagem da matéria orgânica. Assim, o descarte de água e dejetos se torna desnecessário, o que torna essa tecnologia atrativa do ponto de vista ambiental, social e econômico (Al-Hafedh; Alam; Beltagi, 2008).

Quanto à produtividade, os sistemas aquapônicos são ideias para estocar uma quantidade maior de peixes por metro cúbico sem oferecer riscos aos animais (Bibbiani *et al.*, 2016; Palm; Bissa; Knaus, 2014). Esses sistemas podem ser implantados, inclusive, nos centros urbanos. Assim, custos relacionados à logística são reduzidos com a produção ocorrendo próximo ao mercado consumidor (Love *et al.*, 2015). Para que seja possível melhor aproveitamento dos sistemas aquapônicos, é necessário que os processos de biofiltração estejam ocorrendo de maneira correta (FAO, 2014); tais processos são impulsionados pela ação de microrganismos, principalmente os que estão relacionados ao ciclo do nitrogênio (Wongkiew *et al.*, 2017).

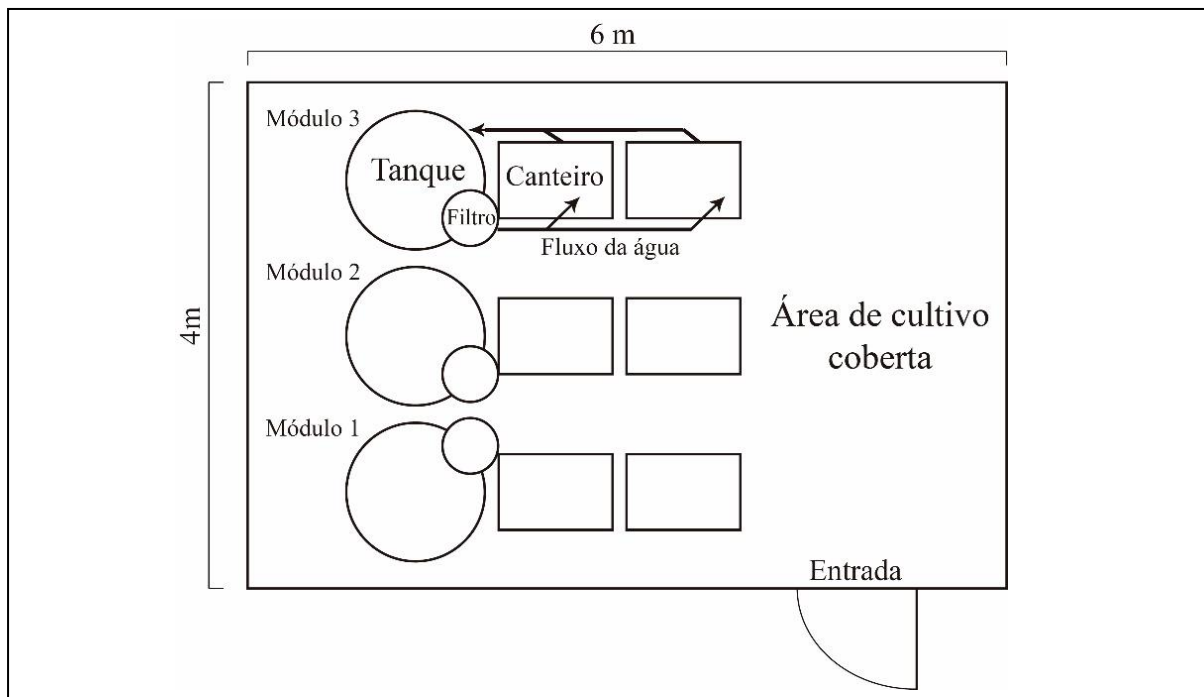
A biofiltração é um fator importante nos sistemas aquapônicos, pois permite que se utilizem águas não tratadas e até efluentes de esgoto doméstico à medida que a ciclagem dos nutrientes aportados ocorre (Junge-Berberovic; Graber, 2004), contanto que esses não carreguem metais pesados ou substâncias residuais que possam prejudicar a saúde humana (Rana *et al.*, 2011). Por tal característica, esses sistemas podem ser empregados em locais onde naturalmente ocorre situação de escassez hídrica com a finalidade de produção de animais aquáticos para consumo humano, garantindo a oferta de pescado em locais com dificuldades de produção e uma ampla variedade de vegetais frescos e de excelente qualidade (Azad; Salam; Azad, 2016).

Seja na zona rural ou nas grandes metrópoles, é possível utilizar águas não tratadas e até mesmo reutilizar águas servidas com fins de produção de alimentos (de Las Heras; Islas-Espinoza; Chávez, 2016). Esse tipo de prática pode garantir segurança alimentar e minimizar impactos relacionados à produção de alimentos e ao desperdício de água (Konig *et al.*, 2016). Dessa forma, este trabalho teve como objetivo quantificar a produção de biomassa de peixes cultivados em diferentes fontes de água utilizando sistemas de aquaponia.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências do Núcleo de Estudos e Práticas Permaculturais do Semiárido da Universidade Estadual do Ceará (3°47'23.30"S; 38°33'21.55"O). Foram montados três módulos com estruturas idênticas (Figura 1). Cada módulo foi composto de um tanque de 500 litros (0,5 m³), um filtro mecânico e dois canteiros do tipo fluxo e refluxo utilizando sifões de sino para as descargas periódicas de água. Foram utilizadas eletrobombas de máquina de lavar tendo as mesmas a potência de 3000 L/h, uma para cada módulo com capacidade total de 600 litros de água.

Figura 1 – Croqui da estrutura com os módulos aquapônicos



Os módulos foram protegidos da por uma estrutura coberta por Lona para Estufas Difusoras NORTENE Cristal Transparente Anti-UV 8X105 REF150. A cobertura utilizada teve finalidade de proteger os cultivos e os tanques de exposição às chuvas a fim de manter as características das águas utilizadas durante o experimento.

A condução do experimento foi realizada em dois períodos de noventa dias de duração cada (estação chuvosa e estação seca). O primeiro abrangeu coleta de água proveniente da quadra chuvosa, sendo conduzido entre os meses de março a junho de 2018 e o segundo coletou água da temporada de estiagem, compreendendo os meses de julho a outubro de 2018. O período chuvoso foi denominado “estação chuvosa” e o período de estiagem foi denominado “estação seca”. A temperatura atmosférica variou entre 22°C e 32° C na estação chuvosa e 22°C e 33°C na estação seca segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2018).

Em cada módulo/tanque foi introduzido água proveniente de uma fonte diferente, sendo água do abastecimento público (3°47'23.78"S; 38°33'21.10"O), água do riacho Alto da Coruja (3°47'25.91"S; 38°33'22.12"O) e água de poço tubular profundo (3°47'24.01"S; 38°33'22.09"O). Todas as fontes de água se localizam nas dependências do Núcleo de Estudos e Práticas Permaculturais do Semiárido da Universidade Estadual do Ceará. O sistema com água do abastecimento público (AP) foi escolhido como controle, uma vez que a Concessionária (Cagece) garante a potabilidade da água fornecida, considerando que a empresa realiza constante monitoramento e controle de qualidade dos serviços prestados. Tomaz *et al.* (2020) avaliaram as concentrações iniciais e finais dos marcadores Cromo, Cobre, Manganês e Zinco, onde foi observada a presença de Mn e Zn nas amostras iniciais dos período seco e chuvoso para os tratamentos com água do Abastecimento Público, Poço e Riacho.

A ordem da localização dos tratamentos foi estabelecida através de sorteio, sendo na estação chuvosa os tratamentos na ordem abastecimento público, poço e riacho e na estação seca a ordem foi riacho, abastecimento público e poço. Foi utilizada água destilada para repor a água perdida por evapotranspiração. A água destilada teve a finalidade de não interferir nos parâmetros da água de cada tanque de acordo com o método de Rana *et al.* (2011).

Para a formação da rizosfera foram cultivados tomate (*Solanum lycopersicum* L. var. ceasiforme), quiabo (*Abelmoschus esculentus* L. var. Santa Cruz 47) e cúrcuma (*Curcuma longa* L.). Foram plantadas 8 mudas de cada espécie por módulo, totalizando 48 mudas para cada fonte de água.

O ganho em biomassa vegetal foi avaliado por Tomaz *et al.* (2020), onde observou-se que o módulo no qual foi utilizada água do riacho apresentou os melhores resultados, tanto para a estação seca quanto para a estação chuvosa.

Os tanques foram povoados com 20 tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus*) com, aproximadamente, 100g cada. Foi escolhida a variedade GIFT pela rusticidade e crescimento rápido (Silva *et al.*, 2022), além da vasta quantidade de informação disponível a respeito desse peixe. Os animais selecionados foram indivíduos previamente revertidos sexualmente adquiridos através de criador profissional.

A ração utilizada foi do tipo extrusada (Aquamix PR 600), adquirida em casas de produtos agropecuários. Foi administrada diariamente sob as especificações de acordo com as demandas nutricionais dos animais em virtude da fase de desenvolvimento. A ração industrializada foi utilizada por conta da fácil aquisição e por seguir o padrão técnico das criações de pequeno, médio e grande porte, comerciais ou não.

Os animais foram submetidos a biometrias a fim de avaliar o ganho em biomassa para cada tratamento. Para a pesagem dos peixes foi utilizada balança de precisão eletrônica portátil (10g a 50kg – graduação 5g) do tipo gancho presa em suporte de madeira. Para a acomodação dos peixes foi utilizado um balde de 10L contendo 5L d'água. O balde devidamente cheio com água foi pendurado na balança e realizou-se a tara da mesma e feita a introdução dos peixes para pesagem. A medição dos animais foi feita com uso de régua em superfície plana e utilizado um paquímetro para medir a largura.

Os dados foram coletados quinzenalmente durante noventa dias, para cada período avaliado, totalizando sete biometrias por período. Foi calculada a média a cada cinco indivíduos por biometria realizada totalizando quatro repetições por tratamento de água a fim de averiguar

diferenças significativas de ganho de biomassa animal entre os tratamentos. Para isto, foram avaliados os fatores referentes ao comprimento padrão (extremidade anterior da cabeça à extremidade final do corpo), comprimento total (extremidade anterior da cabeça à extremidade final da cauda), largura do tronco acima da nadadeira dorsal e peso dos indivíduos.

Foram calculadas as médias de ganho em comprimento padrão, comprimento total e largura dos animais em centímetros ao dia (cm/dia) e as médias de peso ao dia em gramas (g/dia). Os resultados foram comparados com relação aos fatores tempo e aos tratamentos d'água.

Para acompanhamento individual, foi necessário realizar a chipagem dos peixes. Foram selecionados espécimes respeitando o tamanho mínimo para o procedimento de chipagem (Ouedraogo *et al.*, 2014). Foram utilizados *transponders (microchips)* do modelo ISO FDX-B, 134,2 Khz, com camada anti-migratória (Parylene C), medindo aproximadamente 12 mm x 2 mm, encapsulados em Bio-vidro (BIOglass). Para a leitura dos chips foi utilizada a leitora RT 100 V8.

Para a realização da chipagem e biometrias (Figura 2), os animais foram submetidos à anestesia (Oliveira *et al.*, 2009; Rezende *et al.*, 2017) através da utilização da solução de eugenol a concentração de 7,5 mg L (Vidal *et al.*, 2008) diluído em álcool etílico, por se tratar de um produto natural, conhecido, seguro e eficaz, comumente utilizado durante o manejo de peixes (Deriggi; Inoue; Moraes, 2006). A utilização do eugenol teve como finalidade reduzir o estresse dos peixes e garantir o bem-estar animal, além de reduzir a mortalidade de animais em decorrência dos procedimentos de manejo (Anschau *et al.*, 2014). Também foi utilizado cloreto de sódio na concentração de 8g/L, sendo ministrado como banho rápido, a fim de induzir os animais a serem mais resistentes ao estresse do manejo durante as biometrias (Urbinati; Carneiro, 2006).

Foram realizadas 4 coletas de água por estação, sendo a primeira (T1) realizada no ato do enchimento dos tanques, sem recirculação, plantio ou povoamento, bem como após 30 (T2), 60(T3) e 90(T4) dias, para análise de nitrito, nitrato, amônia e fósforo através da metodologia de análise Standard Methods 23^aed (APHA, 2017). A temperatura foi medida semanalmente através do aparelho Micro Conductivity Meter FE 287 – EDT Instruments. Os resultados obtidos foram confrontados com os valores máximos permitidos pela legislação através da Resolução n° 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA a fim de caracterizar os tipos de água utilizados e o comportamento durante o cultivo e tratamento aquopônico.

O comprimento padrão, comprimento total, peso e largura dos peixes e parâmetros da água foram comparados com relação as estações (chuvosa e de estiagem); a procedência da água (abastecimento público, poço e riacho) e as campanhas de coleta de dados. Os dados obtidos foram avaliados através de análise de variância em fatorial de 2x3x7 pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, a fim de obter informações concisas sobre as diferenças de produção de biomassa. Os dados coletados foram submetidos à avaliação estatística através do programa Sistema Para Análises Estatísticas (ESTAT 2.0) da UNESP – FCAV – Campus Jaboticabal.

Figura 2 – Tilápia nilótica GIFT durante a biometria



RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características de desenvolvimento foram avaliadas de acordo com as estações de chuva e seca, ao tipo de água utilizados em cada tratamento e as campanhas de coleta de dados. De acordo com as análises estatísticas realizadas, foram encontradas diferenças significativas para as medidas avaliadas entre as interações estações – fonte da água e estações – número de coletas.

Isso implica que os tipos de água tiveram relação com o desempenho dos módulos quanto fator influenciador no desenvolvimento dos animais em relação aos tipos de água e as campanhas de coleta. Esse padrão de resultados se repetiu em comprimento padrão, comprimento total, peso e largura. Os resultados obtidos para os valores médios relação aos ganhos em comprimento padrão, comprimento total, peso e largura a respeito da interação estações – águas (Tabela 1) apresentaram padrão similar.

Tabela 1 – Valores médios para os ganhos diários (Média/90) de peso (g/dia) e medidas (cm/dia) dos peixes, de acordo com as estações e fonte de água (interação estações – água). AP – Abastecimento público; P – Poço; R – Riacho

Comprimento padrão (cm/dia)			
Estações	Fonte da água		
	AP	P	R
Chuva	0,15646	0,16583	0,15734
Seca	0,19353	0,16345	0,17924
Comprimento total (cm/dia)			
Estações	Fonte da água		
	AP	P	R
Chuva	0,18750	0,19773	0,18916
Seca	0,23468	0,19611	0,21777
Peso (g/dia)			
Estações	Fonte da água		
	AP	P	R
Chuva	0,96230	1,05158	0,95436
Seca	1,80754	1,10912	1,51269
Largura (cm/dia)			
Estações	Fonte da água		
	AP	P	R

De maneira geral, os resultados obtidos para o comprimento total foram visualmente similares aos obtidos para o comprimento padrão, dentre as estações e tratamentos avaliados. O mesmo comportamento se repetiu com o peso e largura, demonstrando uma tendência em comum entre as quatro medidas avaliadas neste trabalho. Ainda assim, foram encontradas sutis diferenças nos resultados obtidos entre esses parâmetros, com ênfase na interação estações – campanhas de coleta.

Conforme ilustra a Figura 3, as letras minúsculas representam as variáveis peso (g), comprimento padrão (cm), comprimento total (cm) e largura (cm); enquanto letras maiúsculas representam a variável tipo/tratamento de água (Abastecimento Público, Poço ou Riacho); ambas as variáveis em grau de importância crescente, divididas em a/A, b/B ou c/C. Valores médios seguidos pela mesma letra minúscula ou maiúscula no mesmo tipo de água não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O peso nos tratamentos referentes ao abastecimento público (162,6786g – aA) durante o período seco e ao poço (94,6429g – aA) no período chuvoso foram os maiores resultados atingidos para suas respectivas estações.

Ainda com relação ao peso, observa-se que durante o período seco houve diferença entre os tratamentos, sendo o tratamento do abastecimento público o que apresentou maior ganho (94,6429g – aA), seguido pelo tratamento do Riacho (86,6071g – bA) e, por fim, pelo tratamento

com água do poço (85,8929g - cA). As letras maiúsculas iguais em importância indicam que não houve diferença significativa para a variável peso entre os tratamentos, ainda que os valores por tratamento representados pelas letras minúsculas obtidos diferiram entre si. Para o período chuvoso, não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos com água do riacho (85,8929g - bA) e abastecimento público (86,6071g - bA). Os resultados dos valores médios em ganho de peso ao dia (Tabela 1) destacaram a estação seca como sendo o período com maior ganho em todos os tratamentos.

No que diz respeito ao comprimento padrão, para a interação estações - fonte de águas, a análise demonstrou melhores resultados no tratamento utilizando água do poço (14,9250cm - aA) para a estação chuvosa e no tratamento utilizando água do abastecimento público (17,4179cm - aA) na estação seca (Figura 3). Na estação chuvosa, as médias obtidas nos tratamentos abastecimento público (14,0821cm - bA) e riacho (14,1607cm - bA) obtiveram valores próximos, não diferindo significativamente entre si. Entretanto, ambas as médias diferiram significativamente do resultado obtido no tratamento com água do poço, sendo este o maior valor.

Em relação à estação seca, ainda sobre a interação estações - águas, quanto ao comprimento padrão, houve diferença significativa entre as médias encontradas para os três tratamentos contendo água do abastecimento público, água do poço e água do riacho, respectivamente. Dentre as estações, a estação seca obteve o tratamento que melhor apresentou ganhos significativos foi o do abastecimento público (17,4179cm - aA), seguido do tratamento com água do riacho (16,1321cm - bA) e, por fim, do tratamento com água do poço (14,7107cm - cA). Não houve diferenças significativas entre os tipos de água na estação seca, embora se observou diferença significativa entre os tratamentos por estação.

A respeito da interação estações - campanha de coleta para o comprimento padrão (Figura 3), com relação à quadra chuvosa, foi possível observar o aumento gradual do ganho em tamanho por tratamento de água. Já na estação seca esse crescimento se deu de maneira mais sutil, tendo um aumento em tamanho considerável na última coleta de dados (17,5667cm - aA). Ainda assim, os resultados na estação seca foram melhores que os resultados na estação chuvosa. Não foi observada nenhuma queda nos valores para o comprimento padrão, nem em relação à interação estações - águas, nem em relação à interação estações - campanhas de coleta.

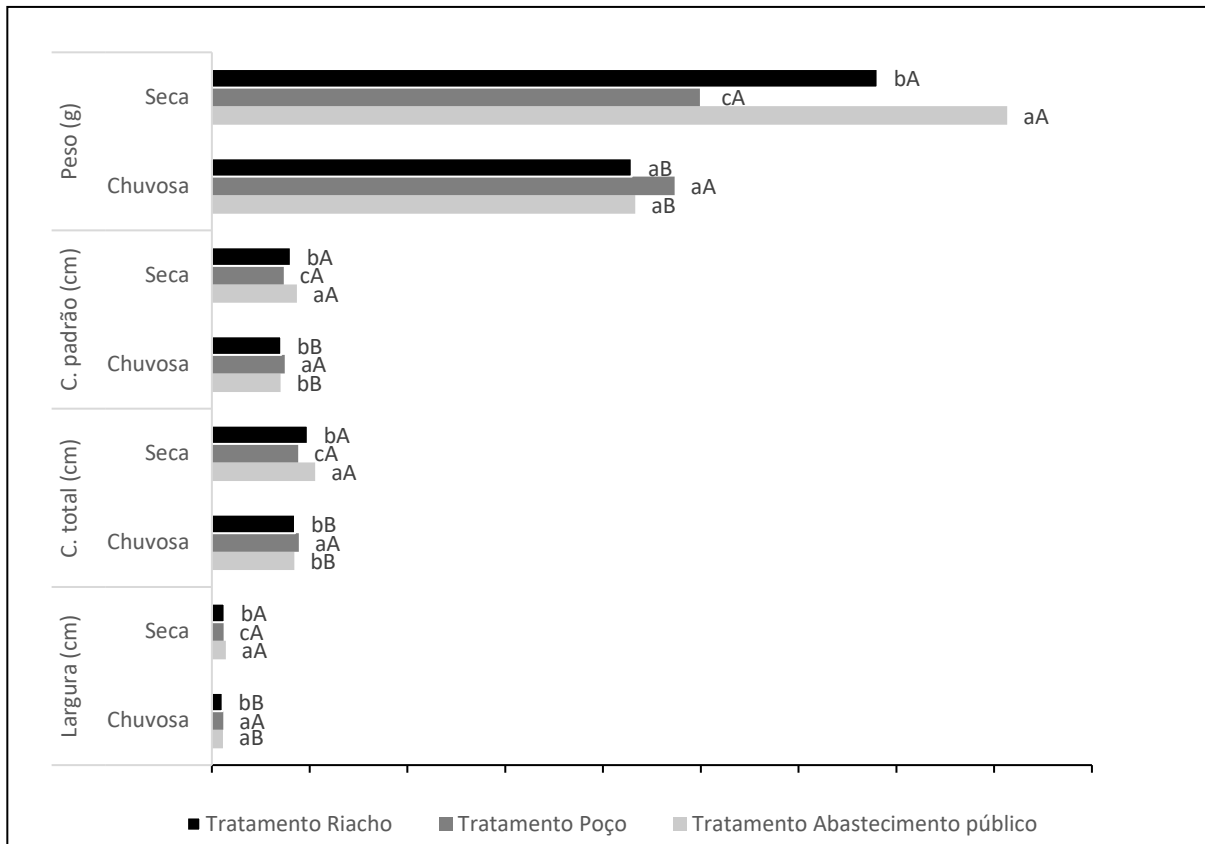
Quando valores médios obtidos por este trabalho foram confrontados com as médias diárias (Tabela 1) da interação estações - águas (Figura 3) e comparados aos valores encontrados na literatura (Tabela II), foi possível observar que os maiores ganhos diários em comprimento padrão ocorreram na estação seca, no sistema com água proveniente do abastecimento público (0,19cm/dia).

O valor obtido para este trabalho foi similar ao valor encontrado por Salomão et al. (2017) na temperatura de 30° C (0,19cm/dia) e superou o valor obtido a 28° C (0,17cm/dia). Entretanto, quando as médias obtidas pelo mesmo autor para ambas as temperaturas foram comparadas ao maior valor encontrado na estação chuvosa, sendo este o tratamento com água do poço (0,16cm/dia), o comprimento padrão se mostrou inferior ao citado na literatura (Tabela 2).

No que se refere à média encontrada por Marengoni et al. (2015) para viveiro escavado (0,16cm/dia), todos os valores para a estação seca superaram ou se igualaram à mesma. Na estação chuvosa, com exceção do tratamento com água do poço, os valores médios diários para os tratamentos com água do abastecimento público e riacho não obtiveram valores maiores que a média para sistema semi-intensivo tipo viveiro escavado, conforme o autor supracitado.

Foi possível observar que a interação estações - águas (Figura 3) da estação chuvosa para o comprimento total obteve melhor desempenho no tratamento com água do poço (17,7964cm - aAa), seguida do tratamento riacho (17,0250cm - bB) e abastecimento público (16,8750cm - bB). No período seco o tratamento com água do abastecimento público (21,1214cm - aA) obteve melhor desempenho entre as estações, seguido do tratamento riacho (19,6000 - bA) e, por fim, do tratamento poço (17,6500cm - cA). Não houve diferença significativa entre o tratamento com água do abastecimento público e água do riacho no período chuvoso. No período seco houve diferença significativa entre todos os tratamentos quanto aos tipos de água. Não houve diferença significativa no crescimento entre o tratamento utilizando água do poço na estação chuvosa e os três tratamentos da estação seca.

Figura 3 – Incremento de peso e medidas (comprimento padrão, comprimento total e largura) em interação com diferentes tratamentos de água (riacho, poço e abastecimento público), através das estações seca e chuvosa



Para a interação estações – campanhas de coleta referente ao comprimento total, os valores no período chuvoso se mostraram crescentes até a última coleta de dados (T7). Os resultados encontrados para a estação seca, assim como para a chuvosa, foram similares aos resultados encontrados para o comprimento padrão, embora ocorreu uma queda na média em T6 (19,6333cm - bCA) em comparação à medição anterior T5 (19,7500cm - bA).

As médias de ganho diário para o comprimento total (Tabela I) referentes aos tratamentos com água do abastecimento público, poço e riacho diferiram estatisticamente entre si, tal como os resultados encontrados na interação estações – águas (Figura 3). O ganho de comprimento diário se aproxima de outros trabalhos como experimento utilizando sistema aquaponico, cuja média encontrada para o comprimento total foi 0,20cm/dia (KNAUS; PALM, 2017) e um sistema com dimensionado a fim de estocar altas densidades (1600 peixes/ha), que obtiveram o ganho de 0,19 cm/dia (Tabela II) para tilápia (SALAM; ASADUJJAMAN; RAHMAN, 2013).

Em experimento que avaliou o desenvolvimento de juvenis de tilápia nilótica através de três tipos diferentes de alimentação no estágio final do desenvolvimento o valor médio para ganho de comprimento total em centímetros foi de 0,28cm/dia para peixes alimentados com ração comercial (MOREIRA *et al.*, 2012). Em um sistema semi-intensivo de tanque escavado o aumento foi ainda maior, estabelecendo 0,36cm/dia para comprimento total (MARENGONI *et al.*, 2015).

Na estação chuvosa as médias para o abastecimento público e riacho (Tabela I) para a interação estações – águas (Figura 3) foram as que obtiveram os valores mais baixos, estando esses abaixo do valor (Tabela II) encontrado por Salam *et al.* (2013). O tratamento com água do poço foi o único que obteve resultado similar ao trabalho citado anteriormente, tendo isso ocorrido durante as estações chuvosa e seca. A estação seca exibiu os melhores resultados, sendo o tratamento com água do abastecimento público o que atingiu a maior média diária (Tabela I), seguido do tratamento do riacho e poço, respectivamente.

Nenhum resultado para comprimento total ultrapassou o que foi obtido por Marengoni *et al.* (2015) e Moreira *et al.* (2012), entretanto, foram encontrados resultados superiores aos de Salam *et al.* (2013) e Knaus e Palm (2017), estando esses nos tratamentos com água do abastecimento público e riacho no período seco. Dessa forma, os resultados encontrados neste trabalho estão próximos ou de acordo com os resultados encontrados na literatura (Tabela II).

Rakocy *et al.* (RAKOCY *et al.*, 2004) obteve o valor do ganho de peso ao dia de 4,4g/dia para um sistema comercial com o total de 111,196,47L de água em recirculação. Os tanques maiores foram povoados com tilápias nilóticas, tendo sido a produção total por tanque de 61,5kg/m³ por colheita para esse peixe, tendo sido estocados 77 peixes/m³. O trabalho realizado por Delaide *et al.* (2017) utilizando sistema aquaponico de pequeno porte obteve uma taxa de crescimento no valor de 1g/dia. Neste caso, 200 animais com a média de peso de 73,9g ± 20,8 foram estocados em dois tanques de 380L, sendo a capacidade total de água em recirculação através de filtros, tanques e cultivos para o sistema de 2673L.

Palm *et al.* (2014) chegaram ao ganho de 1,97 g/dia utilizando dois sistemas aquaponicos de pequena escala com o total de 3700L cada. Cada tanque tinha 1800L. O experimento teve duração total de 93 dias. Knaus e Palm (2017) cultivaram tilápias nilóticas em sistema aquaponico com o total de 3810L, sendo o tanque de criação de 1800L, a uma temperatura média de 27,3°C e obtiveram a taxa de crescimento de 0,82 g/dia, valor menor que os encontrados por outros autores (Tabela II).

Em um experimento para examinar o desempenho de crescimento da tilápia do Nilo em sistema aquaponico aprimorado com espirulina, Siringi *et al.* (2021) puderam identificar desempenho de crescimento de *O. niloticus* maior pela inclusão de 8g de espirulina/kg na dieta dos peixes, obtendo crescimento de 0,42g/dia contra 0,24g/dia em sistemas testemunha (sem adição de espirulina). Para sistema integrado com bioflocos e aquaponia com pimentão para criação da tilápia GIFT, foi constatada taxa de sobrevivência de 100% tendo taxas de crescimento específico entre 1,6 a 2,03g/dia (SASEENDRAN *et al.*, 2021).

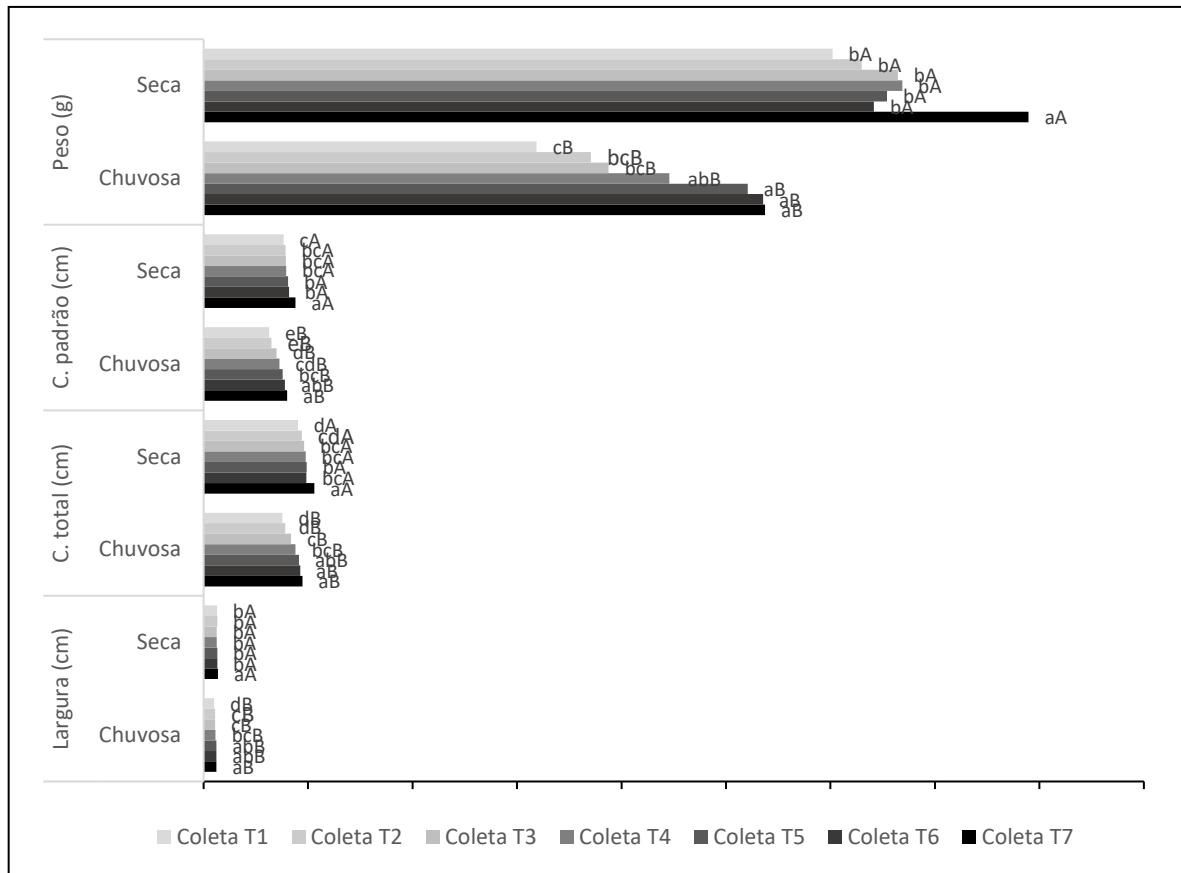
Na Figura 4 as letras minúsculas representam as variáveis peso (g), comprimento padrão (cm), comprimento total (cm) e largura (cm); enquanto as letras maiúsculas representam a variável Tempo de Coleta. Visto que foram realizadas 7 (sete) coletas, as mesmas foram divididas e representadas pelos tempos de coleta T1 a T7. A interação entre as variáveis de crescimento e tempos de coleta estão classificadas em grau de significância decrescente, representadas por a/A, b/B, c/C, d/D, e/E, f/F e g/G, podendo haver diferentes interações entre elas. Tempos de coleta que porventura apresentaram duas letras minúsculas seguidas (exemplo bcA) representam valores intermediários.

Desta maneira, observou-se a tendência de ganho de peso e crescimento no decorrer das sete coletas realizadas, com incremento gradual das variáveis abordadas neste estudo, demonstrando a viabilidade do sistema quanto à produção de biomassa animal. Destacou-se o período seco como o que apresentou os melhores resultados.

No que diz respeito ao parâmetro peso, conforme os resultados observados no Figura 4, as médias encontradas para a estação seca apresentaram os maiores valores. Na estação chuvosa houve um decréscimo em T5 (130,8333g - bA) e T6 (128,3333g - bA), indicando, ainda que visualmente, uma suave diminuição no desempenho do ganho desse parâmetro, não havendo diferenças significativas entre os valores para os tempos de coleta supracitados. O tempo de coleta T7 (157,9167g - aA) foi o valor máximo obtido, demonstrando uma recuperação do ganho de peso para essa estação.

Em comparação aos resultados expostos nos parágrafos anteriores, em comparativo à literatura supracitada (Tabela 2), dos resultados encontrados neste trabalho (Tabela 1) para a interação estações – águas (Figura 5), o tratamento com água do abastecimento público na estação (≈1,8 g/dia) obteve a melhor taxa de crescimento, sendo esta próxima aos valores obtidos em outros trabalhos. A estação seca se destacou quanto às taxas de crescimento mais altas e acima de 1g/dia obtidos por Delaide *et al.* (2017) em ambiente controlado. Ainda que esse valor seja menor que o encontrado por Palm *et al.* (2014), é resultado de uma produção em pequena escala que ocupa uma área reduzida.

Figura 4 – Incremento de peso e medidas comprimento padrão, comprimento total e largura em interação com a variável tempos de coleta (Coleta T1 a Coleta T7), através das estações seca e chuvosa.



Em sistemas de tanques escavados, o valor encontrado para a tilápia GIFT pode chegar a uma taxa de crescimento de 1,96g/dia (Marengoni *et al.*, 2015), muito próxima da taxa de crescimento encontrada por Palm *et al.* (2014). Para este trabalho, o tratamento com água do abastecimento público no período seco (Tabela 1) alcançou valores próximos dos encontrados para sistemas semi-intensivos de viveiros escavados, coincidindo com a maior temperatura entre todos os tratamentos e períodos.

Os tratamentos com água do poço e riacho na estação seca obtiveram a terceira e segunda maiores médias para peso, respectivamente (Tabela 1). O período chuvoso apresentou valores abaixo de 1g/dia. Apenas a média do tratamento utilizando água do poço ultrapassou ganho 1 g/dia. As demais se aproximaram dos valores obtidos por Knaus e Palm (2017). Nenhum resultado obtido neste trabalho foi próximo aos obtidos por Rakocy *et al.* (2004) em sistema aquaponico comercial.

O melhor desempenho quanto ao aumento da largura se deu na estação seca na interação estações – águas (Figura 3). Para largura, a estação chuvosa se comportou de maneira similar a todos os parâmetros citados anteriormente. Dessa forma, o tratamento com água do abastecimento público (2,8268cm - aA) foi o que apresentou melhor resultado quanto ao aumento da largura dos animais, seguido do tratamento com água do riacho (2,6071cm - bA) e do tratamento com água do riacho (2,3714cm - cA). Na estação chuvosa o menor valor foi obtido no tratamento que utilizou água do riacho (2,2054cm - bB), sendo o maior valor obtido no tratamento que utilizou água do poço (2,3357cm - aA).

Tabela 2 – Comparativo entre valores máximos obtidos para comprimento padrão, comprimento total, peso e largura, e valores encontrados na literatura

Ganho diário para comprimento padrão (cm/dia)			
Fonte	Ganho diário máximo	Fonte	Ganho diário máximo
Autor	0,19	Marengoni <i>et al.</i> (2015)	0,16
		Salomão <i>et al.</i> (2017)	0,19
Ganho diário para comprimento total (cm/dia)			
Fonte	Ganho diário máximo	Fonte	Ganho diário máximo
Autor	0,23	Salam, Asadujjaman e Rahman (2013).	0,19
		(Knaus e Palm,(2017)	0,20
		(MOREIRA <i>et al.</i> , 2012)	0,28
		Marengoni et al (2015).	0,36
Ganho diário para peso (g/dia)			
Fonte	Ganho diário máximo	Fonte	Ganho Diário máximo
Autor	1,8	Rakocy et al (2004)	4,4
		Delaide <i>et al.</i> (2017)	1.0
		Palm <i>et al.</i> (2014)	1,9
		Siringi et. al. (2021)	0,4
		Saseendran et al (2021).	2,3
		Marengoni et al (2015)	1,9
Ganho diário para largura (cm/dia)			
Fonte	Ganho diário máximo	Fonte	Ganho diário máximo
Autor	0,03140	Marengoni <i>et al.</i> (2015)	0,022
		Porto <i>et al.</i> (2015)	0,057

De maneira geral, não houve diferenças entre os três tratamentos de água quanto ao aumento da largura para os dois parâmetros da interação (águas-estações), não destoando dos resultados obtidos para comprimento padrão e comprimento total, onde foi observado o mesmo padrão de significância entre os tratamentos (Figura 3).

Com relação à interação estações – campanhas de coleta (Figura 4), a estação seca demonstrou maior aumento da largura. Também foi a estação mais estável, apresentando diferença significativa somente no tempo T7. Houve uma baixa no ganho em largura para T3 e T4 sendo retomado o crescimento de T5 em diante, embora a perda não tenha sido estatisticamente relevante em comparação aos demais. Como supramencionado, todos os parâmetros avaliados neste trabalho para o crescimento e ganho de massa dos animais foram similares quanto aos resultados.

Moesch *et al.* (2016) em experimento para avaliar o desenvolvimento de alevinos de tilápias GIFT em sistemas de recirculação com tanques de estocagem com a capacidade de 500L, para o tratamento controle (sem adição de glicerol na alimentação) obtiveram o aumento em largura de 0,053cm/dia a uma temperatura aproximada de 27,5°C.

No trabalho em sistema semi-intensivo realizado por Marengoni *et al.* (2015), para a largura foi obtido o aumento no crescimento em 0,022cm/dia. Das médias encontradas para o período de alevinagem por Porto *et al.* (2015) em estudo sobre melhoramento genético, o crescimento em largura para tilápia GIFT correspondeu a 0,057cm/dia. Neste trabalho foram encontrados valores (Tabela 1) inferiores aos encontrados por Moesch *et al.* (2016) e Porto *et al.* (2015), embora todos os valores obtidos para as estações seca e chuvosa ultrapassaram a média obtida por Marengoni *et al.* (2015). Isso pode estar relacionado à fase de desenvolvimento dos animais, pois alevinos tem desenvolvimento acelerado em comparação a peixes em tamanho de recria, como foi o caso dos animais utilizados neste trabalho.

Com relação a qualidade de água, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, águas caracterizadas como classe 2 podem ser empregadas em aquicultura, enquanto as de classe 3 não são apropriadas para este fim. Sendo assim, as médias que ultrapassaram os VMPs (Valores

Máximos Permitidos) foram listadas (Tabela 3) e, dessa forma, foi possível caracterizar os três tratamentos como apropriados ou não para a criação de peixes, sendo levados em consideração os possíveis riscos à sanidade dos animais, por consequência a interferência quanto ao desenvolvimento.

T1 foi a primeira coleta realizada, tendo sido as amostras retiradas no ato do primeiro enchimento dos tanques para cada estação. Quanto aos parâmetros que ultrapassaram os VMPs (Tabela 3), foi possível observar a presença do nitrito, nitrato e do fósforo em ambos os períodos. Não foi observado excedente na concentração de amônia em nenhum tempo de coleta para ambos os períodos. No período chuvoso apenas T3 não apresentou nenhum valor acima do VMP. As concentrações de fósforo no período chuvoso foram bem menores que no período seco. O nitrato no período chuvoso ultrapassou o VMP apenas em T3 nos tratamentos com água do poço e riacho. No período seco os valores do fósforo se mostraram acima do VMP para este elemento em todas as campanhas de coleta avaliadas, para todos os tipos de água utilizados no experimento. O parâmetro nitrato se manteve acima do VMP a partir de T2 até o final das coletas. Em T2, o nitrito apresentou valor acima do VMP no tratamento utilizando água do poço. Valores encontrados para o nitrito, nitrato e fósforo durante os dois períodos caracterizaram as águas afetadas como classe 3 (Tabela 3).

Segundo a Resolução CONAMA 357 (2005), as médias dos parâmetros avaliados neste trabalho (Tabela 2) ultrapassaram os valores definidos para águas de classe 2, sendo o efluente do sistema aquaponico caracterizado como de classe 3 mediante os valores máximos permitidos estabelecidos pela mesma. Segundo a legislação local os trabalhos de Knaus e Palm (2017) (P), Diem *et al.* (2017) (NH4 e P) e Palm *et al.* (2014) (P) ultrapassaram os VMPs estabelecidos por lei para águas tipo 2. Os trabalhos de Salam *et al.* (2013) e Moreira *et al.* (2012) não ultrapassaram os VMPs estabelecidos por lei para águas do tipo 2, as quais são destinadas à criação de animais aquáticos. Neste estudo os mesmos parâmetros (Tabela III) foram observados como excedentes aos VMPs.

CONCLUSÃO

O presente estudo avaliou o incremento de variáveis relacionadas ao ganho de peso e crescimento de *Oreochromis niloticus* variedade GIFT através de sistemas aquaponicos utilizando águas não tratadas durante os períodos seco e chuvoso. Os melhores resultados (aA) foram obtidos no período seco, destacando-se o tratamento referente à água do abastecimento público. No período chuvoso sobressaiu-se o tratamento onde se utilizou água do poço, não havendo diferenças significativas entre os demais tratamentos averiguados.

Foi possível constatar o incremento em peso e medidas através das sete campanhas de coleta de dados (T1 a T7), realizadas durante execução do experimento, reiterando o período seco como o que alcançou os maiores resultados. Os resultados obtidos para o crescimento e ganho de peso estiveram de acordo com a literatura consultada para este trabalho, demonstrando que os módulos experimentais podem ser considerados viáveis para a produção de peixes nas condições avaliadas.

Com relação aos parâmetros químicos, foi observado o acúmulo do nitrato e do fósforo com o passar do tempo. Entretanto, ainda que as médias relacionadas aos parâmetros químicos tenham caracterizado o tipo de água como sendo classe 3 pela legislação local, o sistema foi capaz de se recuperar dos picos vistos em T1 e T3, demonstrando a capacidade de incorporar os nutrientes acumulados.

Dessa maneira, o sistema aquaponico se mostrou viável para produção de peixes em águas sem tratamento prévio, demonstrando ser uma ferramenta produtiva e apta a ser utilizada em locais com baixa disponibilidade de água, através do uso de águas não tratadas em recirculação.

Tabela 3 – Médias (mg/L) dos parâmetros cujos valores que excederam os respectivos VMPs de acordo com a Resolução 357/2005 do CONAMA para a águas de classe 2. AP – Abastecimento público; P – Poço; R – Riacho. T1 a T4 – Tempos de coleta de água. Valores Máximos Permitidos (VMP) de acordo com a Resolução 357/2005 do CONAMA para as classes de água 2 e 3 (Tomaz *et al.*, 2020).

Chuva	Coleta												CONAMA 357/2005	
	T1			T2			T3			T4			VMP mg/L pH 7,5	
Águas	AP	P	R	AP	P	R	AP	P	R	AP	P	R	Classe 2	Classe 3
Nitrito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Nitrato	-	-	-	-	-	-	-	12,100	16,090	-	-	-	10	10
Amônia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,7	13,3
Fósforo	0,219	0,101	4,260	0,636	0,206	0,238	4,260	5,340	3,860	0,02	0,05	0,05	0,02	0,05
Seca	Coleta												CONAMA 357/2005	
Águas	T1			T2			T3			T4			VMP mg/L pH 7,5	
Águas	AP	P	R	AP	P	R	AP	P	R	AP	P	R	Classe 2	Classe 3
Nitrito	-	-	-	-	1,150	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Nitrato	-	-	-	19,940	25,750	18,930	11,040	13,150	11,820	10,460	10,490	12,900	10	10
Amônia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,7	13,3
Fósforo	0,500	0,530	1,670	12,666	5,667	8,670	4,100	9,030	9,770	8,230	19,000	8,100	0,02	0,05

REFERÊNCIAS

- Al-Hafedh, Y. S.; Alam, A.; Beltagi, M. S. Food Production and Water Conservation in a Recirculating Aquaponic System in Saudi Arabia at Different Ratios of Fish Feed to Plants. *Journal of the World Aquaculture Society*. [s.l.: s.n.].
- Anschau, D. L. *et al.* Produtos anestésicos para juvenis de carpa húngara (*Cyprinus carpio*). *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 15, n. 2, p. 406–414, 2014.
- Apha. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 23. ed. Washington: American Public Health Association, 2017.
- Arbeláez-Rojas, G. A.; Fracalossi, D. M.; Fim, J. D. I. Body Composition of Tambaqui, *Colossoma macropomum*, and Matrinxã, *Brycon cephalus*, When Raised in Intensive (Igarapé Channel) and Semi-Intensive (Pond) Culture Systems. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 3, p. 1059–1069, 2002.
- Azad, K. N.; Salam, M. A.; Azad, K. N. Aquaponics in Bangladesh: current status and future prospects. *Journal of Bioscience and Agriculture Research*, p. 669–677, 2016.
- Bibbiani, C. *et al.* Aquaponic as sustainable innovation for food production. *Rivista di Studi sulla Sostenibilità*, v. 2016, n. 2, p. 249–258, 2016.
- CONAMA, C. N. DO M. A. *Resolução CONAMA N° 357*, de 17 de março de 2005. Brasil, 17 mar. 2005.
- De Las Heras, A.; Islas-Espinoza, M.; Chávez, A. A. Pollution: The Pathogenic and Xenobiotic Exposome of Humans and the Need for Technological Change. *Encyclopedia of Environmental Management*, n. January, p. 1–10, 2016.
- Delaide, B. *et al.* Plant and fish production performance, nutrient mass balances, energy and water use of the PAFF Box, a small-scale aquaponic system. *Aquacultural Engineering*, v. 78, n. November 2016, p. 130–139, 2017.
- Deriggi, G. F.; Inoue, L. A. K. A.; Moraes, G. Stress responses to handling in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) assessment of eugenol as an alternative anesthetic. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, p. 6, 2006.
- FAO. *Small-scale aquaponic food production: Integrated fish and plant farming*. [s.l.: s.n.]. v. 222
- Farias, A. C. da S.; Farias, R. B. A. Desempenho comparativo entre países exportadores de pescado no comércio internacional: Brasil eficiente? *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 56, n. 3, p. 451–466, 1 jul. 2018.
- Grilo, J. A. *et al.* Avaliação do efluente do dessalinizador e da tilapicultura em São José Do Seridó-Rn. *Holos*, v. 7, n. 6938, p. 194, 2016.
- INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. *Agrometeorologia*. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/>>.

Junge-Berberovic, R.; Graber, A. Wastewater Treatment in the Urban Environment. *Acta Horticulturae*, v. 643, p. 249–255, 2004.

Kirchner, R. M. *et al.* Análise da produção e comercialização do pescado no Brasil. *Revista Agro@Mambiente On-Line*, v. 10, n. 2, p. 168, 19 jul. 2016.

Knaus, U.; Palm, H. W. Effects of the fish species choice on vegetables in aquaponics under spring-summer conditions in northern Germany (Mecklenburg Western Pomerania). *Aquaculture*, v. 473, p. 62–73, 20 abr. 2017.

Konig, B. *et al.* On the sustainability of aquaponics. *Ecocycles*, v. 2, n. 1, p. 26–32, 2016.

Lirano, A. D. De S.; Romagosa, E.; Scorvo-Filho, J. D. Desempenho produtivo de *Pseudoplatystoma corruscans* estocados em sistemas de criação: Semi-intensivo (viveiro escavado) e intensivo (tanque-rede). *Ciência Rural*, v. 41, n. 3, p. 524–530, 2011.

Love, D. C. *et al.* Commercial aquaponics production and profitability: Findings from an international survey. *Aquaculture*, v. 435, p. 67–74, 1 jan. 2015.

Marengoni, N. G. *et al.* Morphological traits and growth performance of monosex male tilapia GIFT strain and Saint Peter®. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 5, p. 3399–3410, 1 set. 2015.

Moesch, A. *et al.* Growth, body composition and hepatopancreas morphology of Nile tilapia fingerlings fed crude glycerol as a replacement for maize in diets. *Animal Feed Science and Technology*, v. 219, p. 122–131, 1 set. 2016.

Moreira, R. L. *et al.* Crescimento e índices gastrintestinais de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes dietas. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, v. 34, n. 3, p. 223–229, jul. 2012.

Ngo Thuy Diem, T.; Konnerup, D.; Brix, H. Effects of recirculation rates on water quality and *Oreochromis niloticus* growth in aquaponic systems. *Aquacultural Engineering*, v. 78, p. 95–104, 1 ago. 2017.

Oliveira, J. R. *et al.* Cloreto de sódio, benzocaína e óleo de cravo-da-índia na água de transporte de tilápia-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 7, p. 1163–1169, 2009.

Ouedraogo, C. *et al.* Minimal Body Size for Tagging Fish with Electronic Microchips as Studied in the Nile Tilapia. *North American Journal of Aquaculture*, v. 76, n. 3, p. 275–280, 2014.

Palm, H. W.; Bissa, K.; Knaus, U. Significant factors affecting the economic sustainability of closed aquaponic systems. Part II: fish and plant growth. *AAFL Bioflux*, v. 7, n. 3, p. 162–175, 2014.

Pistori, R. E. T. *et al.* Influence of aquaculture effluents on the growth of *Salvinia molesta*. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 22, n. 02, p. 179–186, 2010.

Porto, E. de P. *et al.* Respostas à seleção de características de desempenho em tilápia-do-

nilo. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, v. 50, n. 9, p. 745–752, 2015.

Rakocy, J. *et al.* Aquaponic Production of Tilapia and Basil: Comparing A Batch And Staggered Cropping System. *Acta Horticulturae*, n. 648, p. 63–69, fev. 2004.

Rana, S. *et al.* Reclamation of municipal domestic wastewater by aquaponics of tomato plants. *Ecological Engineering*, v. 37, n. 6, p. 981–988, jun. 2011.

Rezende, F. P. *et al.* Sedação de tilápia-do-nilo com óleos essenciais: Melaleuca, cravo, eucalipto e menta. *Revista Caatinga*, v. 30, n. 2, p. 479–486, 2017.

Salam, M. A.; Asadujjaman, M.; Rahman, M. S. Aquaponics for Improving High Density Fish Pond Water Quality Through Raft and Rack Vegetable Production. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, v. 5, n. 3, p. 251–256, 2013.

Salomão, R. A. S.; Dos Santos, V. B.; Mareco, E. A. Influence of Rearing Temperature on Muscle Growth and Adipose Tissue in Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) Strains. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 40, p. 35686–35686, 2017.

Saseendran, S. *et al.* Enhanced growth response and stress mitigation of genetically improved farmed Tilapia in a biofloc integrated aquaponic system with bell pepper. *Aquaculture*, v. 533, p. 736200, 2021.

Silva, R. R. da, *et al.* Desempenho Zootécnico de Tilápia Imperial Gift Criada Em Sistema de Bioflocos Sob Diferentes Densidades. *Research, Society and Development*, v. 11, p. e37111931958, 2022.

Siringi, J. O.; Turoop, L.; Njonge, F. Growth and biochemical response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to spirulina (*Arthrospira platensis*) enhanced aquaponic system. *Aquaculture*, v. 544, p. 737134, 15 nov. 2021.

Tomaz, R. N. B. *et al.* Produção de Biomassa Vegetal Hortícola Através de um Sistema de Aquaponia Associada ao Cultivo de Tilápia *Oreochromis Niloticus* – Variedade GIFT. *Brazilian Journal Of Development*, v. 6, n. 12, p. 93808-93828, 2020.

Urbinati, E. C.; Carneiro, P. C. F. Sodium chloride added to transport water and physiological responses of Matrinxã *Brycon amazonicus* (Teleost: Characidae). *Acta Amazonica*, v. 36, n. 4, p. 569–572, 2006.

Vidal, L. V. O. *et al.* Eugenol como anestésico para a tilápia-do-nilo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 8, p. 1069–1074, 2008.

Wongkiew, S. *et al.* Nitrogen transformations in aquaponic systems: A review. *Aquacultural Engineering*, v. 76, p. 9–19, 2017.