



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA
FACULDADE DE AGRICULTURA
CURSO DE ENGENHARIA DE AQUACULTURA

Monografia Científica

Avaliação do efeito de fertilizantes (orgânico e inorgânico) no desempenho zootécnico de Juvenis de Tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) cultivados em diferentes densidades de estocagem.

Monografia a ser apresentada e defendida como requisito para a obtenção do grau de
Licenciatura em Engenharia de Aquacultura

Autor: Dário Samuel Benete

Tutor: Agostinho Júnior Mahanjane, MSc

Co-Tutor: Eng^o. Dércio Hirondina Mapande, MSc

Lionde, Junho de 2021



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Monografia sobre **Avaliação do efeito de fertilizantes (orgânico e inorgânico) no desempenho zootécnico de Juvenis de Tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) cultivados em diferentes densidades de estocagem**. A ser Apresentado e defendido ao Curso de Engenharia de Aquacultura na Faculdade de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia de Aquacultura.

Tutor: Agostinho Júnior Mahanjane, MSc

Co-Tutor: Engº Dércio Hirondina Mapande, MSc

Lionde, Junho de 2021

ÍNDICE

Conteúdos	Páginas
ÍNDICE.....	III
DECLARAÇÃO.....	VI
DEDICATÓRIA.....	VII
AGRADECIMENTOS.....	IX
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Problema de estudo e justificação.....	3
1.1. OBJECTIVOS.....	4
1.1.1. Geral.....	4
1.1.2. Específicos.....	4
1.2. Hipóteses de Estudo.....	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. Origem e historial da Tilápia nilótica.....	5
2.2. Classificação taxonómica da Tilápia Nilótica.....	5
2.3. Características e importância da espécie estudada.....	5
2.4. Densidades de estocagem.....	6
2.5. Idade dos Juvenis.....	8
2.6. Desinfecção e calagem.....	8
2.7. Adubação Química.....	9
2.8. Adubação Orgânica.....	9
2.9. Biometria.....	10
2.10. Qualidade de Água em Aquacultura.....	10
2.10.1. Variáveis da qualidade da água.....	11
2.10.2. Variáveis químicas.....	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
3.1. Local de estudo.....	19
3.2. Desenho experimental.....	20
3.3. Procedimento experimental.....	21
3.3.1. Instalação da unidade experimental.....	21
3.3.2. Povoamento.....	21
3.3.3. Fertilização dos tanques e troca de água.....	21
3.3.4. Alimentação.....	22
3.3.5. Determinação dos parâmetros de qualidade de água.....	22
3.3.5.1. Parâmetros de qualidade de água mensurados na unidade experimental.....	22

3.3.5.2.	Parâmetros Laboratoriais	23
3.3.6.	Biometria	24
3.4.	Análise estatística	28
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1.	Comportamento dos parâmetros físico-químicos	29
4.1.1.	Temperatura e pH.....	29
4.1.2.	Oxigénio dissolvido (OD) e transparência	32
4.1.3.	Nitrito, nitrato e a amónia	34
4.2.	Biometria	36
4.2.1.	Comprimento.....	37
4.2.2.	Largura	37
4.2.3.	Peso	38
4.2.4.	Peso médio final.....	40
4.3.	Desempenho zootécnico	41
4.4.	Desempenho zootécnico final	42
5.	CONCLUSÕES.....	45
6.	RECOMENDAÇÕES	46
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Classificação taxonómica da Tilápia Nilótica.	5
Tabela 2:	Características físicas e químicas do solo	9
Tabela 3:	Comportamento das biometrias	36
Tabela 4:	Crescimento em peso, comprimento e factor condição.....	41
Tabela 5:	Desempenho zootécnico final.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Mapa demonstrativo do local de implementação de pesquisa.....	19
Figura 2:	Desenho da Unidade Experimental	20
Figura 3:	Variação do pH e Temperatura durante o período de realização do estudo.	Erro! Marcador não definido.
Figura 4:	Comportamento e transparência do Oxigénio Dissolvido durante o período de experimento.	32

Figura 5: Comportamento e quantificação dos nitritos, nitratos e a amónia durante a realização do experimento..... 35

LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Descrição
ISPG	Instituto Superior Politécnico de Gaza
DBC	Delineamento em Blocos Casualizado
Uh	Unidade de Hasen
Pt-Co	<i>Platino cobalte</i>
p^H	Potencial Hidrogeniónico
INAQUA	Instituto Nacional de Aquacultura
H₀	Hipótese Nula
H₁	Hipótese Alternativa
Há	Hectare
FAO	<i>Food and Agriculture organization of United Nations;</i> (organização das Nações Unidas para agricultura e Alimentação)
Km²	Kilómetros quadrados
M²	Metro quadrado
M³	Metro cúbico
°c	Graus Celcius
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural
H	Horas
NTU	<i>Nephelometric Turbidity Units</i>
OD	Oxigénio Dissolvido
DAP	Dias Após o Povoamento



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DECLARAÇÃO

Declaro por minha honra que este trabalho de iniciação científica é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do(s) meu(s) tutor(es), o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, aos _____ de _____ de 2021

(Dário Samuel Benete)

DEDICATÓRIA

Dedico

*A Deus que iluminou meu caminho nessa missão. À minha família
pelo incentivo e pelo apoio.*

Aminha esposa Dinercia Claudina e a minha filha Laisa Dário Benete.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter guiado e conduzido meus passos nessa caminhada;
Agradeço a toda minha família, por terem me ensinado os valores da ética e honestidade;
Agradeço aos meus orientadores, Agostinho Júnior Mahanjane, Dércio Mapande pelos conselhos, orientação e paciência, mas, principalmente, por ter se lançado comigo na investigação e domínio dessa tecnologia; A todos docentes e funcionários do ISPG, pelos ensinamentos, convivência e principalmente, ao Departamento de Engenharia de Aquacultura, pela oportunidade de obter o grau de Licenciatura nesta área; Aos colegas Cleidy Renato, Ibraimo Mairosse, Tonecas Marrime, Alberto Chimonso, que me auxiliaram no desenvolvimento do experimento; A todos os estudantes que compartilharam comigo os conhecimentos adquiridos e foram para mim uma fonte da juventude; Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a minha conquista.

Muito obrigado!

RESUMO

A presente pesquisa objetivou avaliar o efeito de fertilizante orgânico e inorgânico no desempenho zootécnico de juvenis de Tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) cultivados em diferentes densidades de estocagem. Neste âmbito, foram utilizados 120 Juvenis de Tilápia nilótica com um peso médio inicial de $10,02 \pm 0,08$ gramas, povoados em hapas inseridas em 2 tanques terras de 750 m^2 , onde aplicou-se diferentes fertilizantes, esterco de aves de postura (fertilizante orgânico) e outro NPK (fertilizante inorgânico). Na totalidade utilizaram-se 8 unidades experimentais, com 12 m^3 de volume cada, estocadas com Densidades diferentes 20 e 40 peixes. Os juvenis foram distribuídos em hapas com 12 m^3 , cada tanque foi alocado quatro hapas, sendo duas com 20 juvenis e as outras duas com 40 para cada tanque. Durante um período de 45 dias fez-se avaliação usando o disco de Secch da produtividade primária dos tanques, acompanhado da mensuração diária dos parâmetros físico-químicos da água (Temperatura, Oxigênio dissolvido e pH,) e quinzenalmente a mensuração dos Nitritos, Nitratos e Amônia, índices de desempenho zootécnico (Taxa de sobrevivência, peso médio, biomassa final, taxa de crescimento específico, ganho de comprimento, ganho de peso) O presente estudo foi montado num esquema factorial do tipo 2x2, onde foram aplicados 2 tratamentos e 2 repetições assentes num Delineamento de Blocos casualizado, sendo a unidade experimental composta por dois tanques com quatro hapas cada foi conduzido na unidade piscícola LucSeba Lda, onde os fertilizantes foram alocados de forma aleatória, incorporados dentro de Sacos porosos cuja a renovação era feita quinzenalmente. Os dados foram organizados no Microsoft Excel e avaliados estatisticamente mediante o pacote estatístico Minitab versão 18 e a diferença pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os parâmetros físico-químicos nos 45 dias variaram dentro dos intervalos estabelecidos para a garantia de bom desempenho da tilápia. No que concerne o desempenho zootécnico foi verificada uma diferença estatisticamente significativa a nível de significância de 5%, no que concerne ao peso, comprimento e largura em função da densidade de estocagem e tipo de fertilizante, a este respeito o tratamento na base de Fertilizantes orgânicos na hapa com 20 Juvenis apresentou melhor desempenho.

Palavras-chaves: NPK, Amônia, Nitritos, Nitratos.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the effect of organic and inorganic fertilizer on the zootechnical performance of juveniles of Nilotic Tilapia (*Oreochromis niloticus*) grown in different stocking densities. In this context, 120 juveniles of Nilotic Tilapia were used with an initial average weight of 10.02 ± 0.08 grams, populated in hapas inserted in 2 750 m² land tanks, where different fertilizers, laying manure of birds were applied (organic fertilizer) and another NPK (inorganic fertilizer). In total, 8 experimental units were used, each with 12 m³ of volume, stocked with different densities of 20 and 40 fish. The juveniles were distributed in 12 m³ hapas, each tank was allocated four hapas, two with 20 juveniles and the other two with 40 for each tank. During a 45-day period, the primary productivity of the tanks was evaluated using the Secch disk, accompanied by the daily measurement of the physical-chemical parameters of the water (temperature, dissolved oxygen and pH,) and fortnightly the measurement of Nitrites, Nitrates and Ammonia, zootechnical performance indexes (Survival rate, average weight, final biomass, specific growth rate, length gain, weight gain) The present study was set up in a 2x2 factorial scheme, where 2 treatments and 2 repetitions were applied based on a randomized block design, the experimental unit being made up of two tanks with four hapas each, was conducted at the LucSeba Lda fish unit, where the fertilizers were randomly allocated, incorporated into porous bags whose renewal was done every two weeks. The data were organized in Microsoft Excel and evaluated statistically using the Minitab version 18 statistical package and the difference by the Tukey test at 5% significance level. The physical-chemical parameters in the 45 days varied within the established intervals to guarantee the good performance of the tilapia. With regard to zootechnical performance, a statistically significant difference was found at a 5% level of significance, with regard to weight, length and width depending on stocking density and type of fertilizer, in this respect, treatment A with 20 individuals of stand and application of organic fertilizer showed better performance.

Key-words: NPK, Ammonia, Nitrites, Nitrates.

1. INTRODUÇÃO

A produção mundial de pescado em 2018, alcançou um índice recorde de 96.4 milhões de toneladas, sendo que 12 milhões de toneladas, correspondentes a águas interiores, sendo seu maior registo histórico, seguindo uma crescente lenta, mas consistente, a pesca marinha, voltou de 2004-2005, com 84,4 milhões de toneladas, sendo a média dos anos 2010-2017 foi de 79 milhões. Na aquicultura, são 82,1 milhões de toneladas, sendo 51,3 em águas interiores e 30,8 no mar (IBDMAR, 2018).

Os peixes são os organismos aquáticos mais cultivados, com uma produção de 49,6 milhões de toneladas, seguidos pelos moluscos, com 16,1 milhões de toneladas e crustáceos, com 6,9 milhões de toneladas. E, dentre os peixes, os de águas interiores são os mais produzidos, com 43,6 milhões de toneladas (FAO, 2016).

Ao nível de África, a produção da aquicultura foi de cerca de 1,7 milhões de toneladas, sendo o Egipto o maior produtor, com cerca de 1,1 milhões de toneladas (66,49%), seguido da Nigéria, com 313 mil toneladas correspondentes a 18,30% (FAO, 2016). Ao nível dos países da região da África Austral, Moçambique ocupava em 2013, a oitava posição, com 721 toneladas (SADC, 2016).

As primeiras iniciativas de produção comercial em aquicultura em Moçambique, tiveram início nos finais da década de 1990, nas províncias de Cabo Delgado, Zambézia e Sofala, viradas para o cultivo de camarão e algas marinhas, destinada, principalmente, ao mercado externo (INAQUA, 2012).

Face ao cenário de baixo investimento na aquicultura e decréscimo da produção que se registava, o sector desenhou e implementou o Plano de Acção para Massificação da Piscicultura (PAMP-2011-2014) que permitiu maior divulgação e expansão da actividade aquícola ao nível nacional. Apesar dos esforços do Governo, o desenvolvimento da aquicultura não conheceu crescimento desejado devido, principalmente, à insuficiência de ração e alvinos, limitados investimentos para

pesquisa e investigação, fraco acesso aos serviços de extensão, reduzido número de técnicos e extensionistas e limitado acesso ao crédito (INAQUA, 2012).

Para colmatar o problema da baixa produção aquícola, foi criado, por um lado, o Centro de Pesquisa em Aquacultura (CEPAQ), o qual será a plataforma para o estabelecimento de uma indústria de aquacultura em Moçambique, que vai produzir alvinos geneticamente melhorados e matrizes de qualidade, com uma capacidade instalada de cerca de 30 milhões de alvinos por ano. O centro irá, também, formar e capacitar pessoal para prestar assistência técnica e serviços de extensão. Por outro lado, para fazer face ao problema de escassez da ração, o Governo isentou impostos e taxas aduaneiras relativas à importação da farinha de peixe e taxas aduaneiras, na importação da ração ao nível dos países da SADC (INAQUA, 2012).

Para trazer um novo cenário, através de lições apreendidas com a implementação dos planos e programas sectoriais de desenvolvimento da aquacultura, surgiu a necessidade de desenhar o Plano de Acção para Desenvolvimento da Aquacultura (PADA), que visa impulsionar o desenvolvimento de uma aquacultura comercial (INAQUA, 2012).

Neste âmbito, as estatísticas mundiais da FAO (2016), mostram que o crescimento da produção de produtos da pesca é de cerca de 3,2% ao ano, o que representa o dobro do crescimento anual da população. A produção de aquacultura é aquela que mais cresce, com cerca de 6,5% anual. Os avanços observados nas actividades da aquacultura mostram que até 2030 a aquacultura será responsável por mais de 60% da produção mundial de pescado para consumo humano. Assim, prevê-se que a tendência dos últimos anos deve continuar nas próximas décadas, com a aquacultura sendo a maior responsável por atender a crescente demanda de pescado ao nível mundial.

Com o objectivo de suprir a demanda da ração, pela crescente empresarial no ramo da aquacultura, torna-se alternativo aplicar os fertilizantes orgânicos, pois, a sua utilização acresce a vantagem de diminuir as concentrações de oxigênio dissolvido, podendo significar a perda dos peixes ou uma diminuição na produtividade (Barrero, 2006).

O ideal é fazer aplicações diárias, mas em viveiros sem aeração não se devem aplicar mais de 50 a 75 kg de esterco seco/ha/dia. Caso seja possível fornecer fertilizante a cada dia, podem-se fazê-las uma vez por semana (Ostrensky & Boeger, 1998).

Face a esta situação, as tilápias têm seu potencial elevado para piscicultura devido a suas qualidades: alimentam-se dos itens básicos da cadeia trófica, aceita uma grande variedade de alimentos, respondem com a mesma eficiência à ingestão de proteínas de origem vegetal e animal e apresentam resposta positiva à fertilização (adubação) dos viveiros (Ferreira & Gontijo, 1984).

1.1. Problema de estudo e justificação

O custo de aquisição dos fertilizantes inorgânicos tem influenciado negativamente no desenvolvimento da actividade aquícola. O estudo dos métodos alternativos como é o caso dos fertilizantes orgânicos de fácil acesso (esterco cortiçado de Aves) já comprovado, é uma alternativa acessível, que por sua vez vem mostrando resultados satisfatórios na maximização dos custos de produção, padronização das variáveis limnológicas e o incremento da renda. Estes métodos consistem no reaproveitamento dos compostos existentes a nossa volta.

O estudo dos métodos alternativos de fertilização vem sendo uma variável determinante na qualidade final do peixe e na rentabilidade do sistema. O conhecimento deste método ajuda na redução dos custos de aquisição dos fertilizantes, no planeamento e otimização da produção. Estudos visando encontrar métodos alternativos e de baixo custo para a fertilização vem sendo levados a cabo, utilizando diversos compostos como é o caso de esterco cortiçado de Suínos, Gado bovino, cuninos etc. Porém, os resultados obtidos determinaram a avaliação de seu desempenho em condições distintas, estimulando programas de pesquisa para avaliar os resultados em diferentes climas e condições de cultivo.

Uma vez que a piscicultura em Moçambique vem crescendo a um ritmo acelerado e há pouca divulgação de métodos alternativos para a rentabilização desta, e com os elevados preços aplicados pelos vendedores dos insumos aquícolas, despertou o interesse para a realização do presente estudo, de modo a definir os métodos alternativos para a fertilização dos tanques escavados e

definir o melhor intervalo de fertilização neste sistema de cultivo em Moçambique em função das diferentes densidades de alocação de juvenis.

1.1. OBJECTIVOS

1.1.1. Geral

- ✚ Avaliar os efeitos de fertilizantes (orgânico e inorgânico) no desempenho zootécnico de Juvenis de Tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) cultivados em diferentes densidades de estocagem.

1.1.2. Específicos

- ✚ Descrever a variabilidade dos parâmetros limnológicos;
- ✚ Correlacionar os índices de desempenho Zootécnico com os Parâmetros de qualidade de água;
- ✚ Determinar os índices de desempenho zootécnico (taxa de mortalidade, ganho de peso, crescimento em comprimento e largura, ganho de biomassa, e ganho de comprimento);
- ✚ Identificar a melhor combinação entre o tipo de adubação e a densidade de estocagem;

1.2. Hipóteses de Estudo

Hipótese nula (H_0): Não existe diferença no desempenho zootécnico de juvenis de Tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) cultivados em diferentes densidades de estocagem usando dois tipos de fertilizantes (orgânicos e inorgânicos).

Hipótese alternativa (H_1): Existe diferença no desempenho zootécnico de juvenis de Tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) cultivados em diferentes densidades de estocagem usando dois tipos de fertilizantes (orgânicos e inorgânicos).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origem e historial da Tilápia nilótica

De acordo com DE FARIA (2013), a Tilápia nilótica é originária do continente Africano, sendo que registos históricos mostram que os egípcios começaram com a criação desta espécie. Acredita-se que a aquacultura teve origem no Egipto, onde inscrições em tumbas evidenciam a piscicultura como actividade de lazer e produção de alimentos no Egipto antigo e actualmente é uma das principais actividades comercial da produção animal (Freitas, 2011).

2.2. Classificação taxonómica da Tilápia Nilótica

Com base em Poggere & Rondon (2009), a tilápia nilótica, ocupa a seguinte classificação taxonómica:

Tabela 1: Classificação taxonómica da Tilápia Nilótica.

Reino	Animália
Filo	Chordata
Classe	Actimopterygii
Ordem	Perciformes
Subordem	<i>Percoidei</i>
Família	<i>Cichlidae</i>
Género	<i>Oreochromis</i>
Espécie	<i>Oreochromis niloticus</i>

Fonte: (Poggere & Rondon, 2009).

2.3. Características e importância da espécie estudada

A Tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), depois da carpa, é a espécie de peixe de água doce mais cultivada no mundo, pelas suas características desejáveis como rápido desenvolvimento, precocidade reprodutiva, alta rusticidade, alta resistência a doenças, tolerância a diferentes sistemas de produção, facilidade de obtenção de alevinos, bem como pela sua grande importância na alimentação humana, pelas qualidades nutritivas e organolépticas do seu filé e pelo seu alto teor proteico, o que a permite ter grande aceitação no mercado consumidor (Menezes *et al.*, 2009).

2.4. Densidades de estocagem

Para se alcançar níveis ótimos de produtividade por área numa determinada região, faz-se necessário desenvolver uma tecnologia de produção para cada espécie de peixe, sendo um dos primeiros passos a verificação da densidade de estocagem Brandão *et al.*, (2004). O consumo de alimento e o crescimento podem ser influenciados pela densidade, dependendo do comportamento relacionado com interações sociais, desenvolvimento de hierarquia e estabelecimento de limites territoriais (Lambert & Dutil, 2001).

O termo densidade de estocagem refere-se à quantidade ou peso de peixes (larvas, ou ovos) por volume de água, sendo expressa por número de exemplares / volume (juvenis / m³ ou larvas / L, por exemplo) ou por biomassa / volume (kg / m³, por exemplo) (Lambert & Dutil, 2001).

Segundo Gomes & Schindwein (2000), são amplos os fatores de produção afetados por não se ter um controle da densidade de peixes, essenciais para uma ótima exploração e rápida expansão da piscicultura. Uma densidade de estocagem ótima é representada pela maior quantidade de peixes produzida eficientemente por unidade de área ou volume. Produção eficiente não significa necessariamente o peso máximo que pode ser produzido, mas sim o peso que pode ser atingido com uma baixa conversão alimentar, num período de tempo relativamente curto e com peso final aceito comercialmente (Schimittou, 1997).

Porém, o aumento da densidade de estocagem proporciona redução no desempenho individual dos peixes, possivelmente devido à diminuição do espaço físico e a maior competição por alimento entre os peixes, conforme observado por Krumenauer *et al.*, (2006). Quando se analisa os efeitos da densidade de estocagem sobre o desempenho dos peixes, normalmente a densidade na qual se obtém o maior peso individual geralmente não é a mesma em que se consegue a maior produtividade ou a melhor conversão alimentar.

Vários estudos demonstraram uma correlação negativa entre densidade de estocagem e ganho de peso e peso final (Bernardes *et al.*, 1998; Silva *et al.*, 2002; Widanarni *et al.*, 2012). Todavia, os mesmos autores demonstram uma correlação positiva para os parâmetros biomassa final e ganho de biomassa.

Nos sistemas atuais de cultivo, a utilização de maiores densidades de estocagem em viveiros com a finalidade de se alcançar maior produtividade é prática muito utilizada, pois agrega maior quantidade de peixe produzido por área, ocasionando, contudo, aumento de resíduos oriundos dos metabólitos dos peixes e do arraçoamento Boyd (1997). Considera que fatores abióticos e bióticos no ambiente aquático estão em constante interação dentro do sistema, com isso não se pode estudar separadamente cada elemento. Entre esses fatores, a qualidade de água nos tanques é fundamental para o sucesso da produção aquícola. Os efeitos da má qualidade da água são agravados pelo confinamento e grande adensamento aos quais os peixes são submetidos, pois, no ambiente natural, os peixes têm a opção de procurar por locais com melhores condições, Ribeiro; Arana, 2001; Apud, Boyd, (1997).

Sistemas de produção

É conveniente lembrar que os sistemas de produção não funcionam da mesma maneira, muitos estão baseados em idéias tradicionais enquanto outros mesclam conceitos novos e alta tecnologia. Tais sistemas estão diretamente relacionados às condições climáticas e sociais de cada lugar. Os sistemas podem ser classificados de várias maneiras, sendo cada um com suas particularidades, assim como vantagens e desvantagens. Um dos critérios de classificação é a maneira como a água é utilizada, sendo os sistemas abertos aqueles em que o meio é utilizado como local de cultivo, sem a necessidade de bombeamento de água; os semi-fechados, em que a água é direcionada de uma fonte até um local com infra-estrutura designada para a produção, sendo parte da água parcialmente recirculada por meio de bombeamento; e os fechados, em que a água é totalmente reutilizada no sistema após uma série de tratamentos (Landau, 1992).

Produção em viveiros

O cultivo de peixes em viveiro é o sistema produtivo mais antigo na aquacultura. Os viveiros são áreas escavadas sem qualquer revestimento interno, Em países onde o custo da terra é baixo, a mão-de-obra é barata e a temperatura ambiental é propícia, estes são os sistemas mais empregados, sendo necessárias grandes áreas alagadas para a produção comercial de peixes. O cultivo em viveiros é conduzido de forma extensiva e semi-intensiva, sendo variável o grau de tecnificação,

o uso de equipamentos de suporte e aspectos construtivos que otimizem o manejo, como caixas de despesca e monges. A forma extensiva é praticada tipicamente por famílias que consomem a maior parcela da produção e vendem o restante. Utilizam cultura de machos e fêmeas e, muitas vezes, espécies diferentes no mesmo viveiro com baixa densidade de estocagem (1000 a 2000 peixes/hectare com ganho de 300 para 700 kg/ha/colheita). Nesse tipo de criação, necessita-se de água para o enchimento dos viveiros e para a reposição das perdas causadas por infiltrações e evaporação. Em muitos países em desenvolvimento, esse tipo de produção tem um baixo status sócio-econômico-cultural, além de acesso limitado à tecnologia, mercados e crédito (Queiroz, 2003).

2.5. Idade dos juvenis

A segunda Alevinagem, com base em Maeda (2006), tem como principal objectivo aumentar o peso dos alevinos de 10g a 30,0 g, garantindo assim maior sobrevivência destes, por se apresentarem mais fortes e resistentes para a fase seguinte. Quando se inicia o cultivo com alevinos pós-reversão (0.8 á 1g), são necessárias três etapas, já quando se inicia com juvenis (20 á 30g) são necessárias apenas duas etapas para produzir-se tilápias de 0.8 á 1kg (Kubitza, 2003).

2.6. Desinfecção e calagem

O processo da caiagem visa corrigir o pH do solo e estimular o ciclo de produção de nutrientes no tanque. A cal virgem e hidratada são produtos mais recomendados para a desinfecção do solo, e não para a correção do solo (Oliveira & Boerger, 2007).

A quantidade de calcário a ser aplicada depende do tipo de material, da sua pureza e grau de moagem (textura) e da acidez a ser neutralizada (Tabela 2). As recomendações para as doses iniciais de calcário agrícola, são calculadas em função dos valores de pH de uma mistura solo. A dose inicial deve ser aplicada a lanço sobre o fundo do viveiro ainda seco. Uma a duas semanas após os tanques e viveiros terem sido enchidos confere-se a alcalinidade total da água. Se este valor ainda for menor que 30 mg CaCO₃/L, aplica-se uma nova dose de calcário agrícola ao redor de 50 a 100 kg/1.000 m², uniformemente sobre a superfície do viveiro. No uso da cal hidratada e cal virgem é prudente aguardar 1 a 2 semanas após o enchimento dos tanques para a estocagem dos peixes (Cyrino *et al.*, 2010).

Tabela 2: Características físicas e químicas do solo

P ^H do solo	kg de CaCO/ha		
	Argiloso	Argilo-arenoso	Arenoso
4	14.320	7.160	4.475
4,0 - 4,5	10.780	5.370	4.475
4,6 - 5,0	8.950	4.470	3.580
5,1 - 5,5	5.370	3.580	1.790
5,6 - 6,0	3.580	1.790	896
6,1 - 6,5	1.790	1.790	0
> 6,5	0	0	0

Fonte: Oliveira & Boerger (2007).

2.7. Adubação Química

Segundo Oliveira (2007), há três formas de aplicar os fertilizantes químicos. O importante é nunca jogar os fertilizantes diretamente nos viveiros, especialmente aqueles á base de fósforo. É que o solo tem grande capacidade de reter nutrientes. Dessa forma, eles não estarão disponíveis para o fitoplâncton, mas sim serão perdidos. O método mais recomendado é aquele em que os fertilizantes são dissolvidos ou diluídos antes de ser aplicado. O segundo método envolve construir uma pequena plataforma de madeira, ou bambu ou qualquer material não-tóxico para os peixes. A plataforma fica uns 30cm da superfície. O vento irá se encarregar de distribuir os nutrientes pelo viveiro. O terceiro consiste na colocação de fertilizante no próprio saco ou um saco poroso fixado em uma estaca dentro do viveiro.

2.8. Adubação Orgânica

Segundo Focken *et al.*, (2000), uma das maneiras de se alcançar melhores índices económicos nesse sistema é por meio de criação de espécies que utilizem o alimento natural presente na água, minimizando o gasto com ração que sabidamente engloba de 60 a 70% do custo produtivo. Em sistemas desse tipo, utilizam-se fertilizantes para aumentar a produção de alimento natural (produção primaria) e compor o alimento dado ao peixe.

2.9. Biometria

Biometria é um método pelo qual parte dos peixes cultivados e amostrada, prática usada para avaliar o andamento da produção em tempo real, e com isso, corrigir possíveis problemas que estejam a ocorrer, avaliar a qualidade e corrigir a quantidade de ração a ser fornecida, calcular as taxas de crescimento, avaliar o estado sanitário dos peixes (Cyrino *et al.*, 2010).

Biometria é um procedimento que consiste em capturar, medir o tamanho e pesar uma amostra representativa de peixes do viveiro de forma a acompanhar o desenvolvimento dos peixes, e deve ser observado periodicamente (a cada três semanas ou uma vez ao mês) (Faria *et al.*, 2013).

De acordo com Oliveira & Boerger (2007), a amostragem é uma técnica que consiste na retirada de uma amostra dos peixes de um viveiro e o cálculo dos principais parâmetros zootécnicos (peso e comprimentos mínimos e máximos, peso e comprimento médio da população, ganho de peso, taxa de conversão alimentar).

O mesmo autor afirma ainda que, o número de peixe a serem capturados, depende da quantidade de peixes que existe no viveiro, pois quanto maior a densidade, mais exemplares devem ser capturados para que a amostra seja representativa da população de peixes cultivados, todavia, de forma geral, o número máximo deve ser em torno de 30 peixes, este número é o suficiente para avaliar o estado de saúde dos peixes e o próprio andamento do cultivo (Pinto, 2011).

Para a pesagem, pode ser utilizada qualquer balança disponível na propriedade, já para medir os peixes, o produtor pode montar um ictiômetro (duas tábuas de tamanhos diferentes fixadas em forma de L, que na base maior é fixado um pedaço de fita métrica, ou marcada a distância de centímetro em centímetro) (Cyrino *et al.*, 2010).

2.10. Qualidade de Água em Aquicultura

A qualidade da água é observada de acordo com as variáveis físicas, químicas e biológicas através do monitoramento, práticas indispensáveis na piscicultura, tendo em vista que características como oxigênio dissolvido, gás carbônico, temperatura, pH, alcalinidade, dureza, amônia, nitrito e transparência da água interferem nos processos fisiológicos do animal, refletindo no ganho da

biomassa final (Oliveira *et al.*, 2010; Lima *et al.* 2013). Guimalhães (2012), reforça que para um bom cultivo a água deve existir em qualidade e quantidade, sempre que possível deve-se conhecer a sua origem, bem como, arredores de sua propriedade, observando se existem águas poluídas por defensivos agrícolas, resíduos industriais e esgotos que possam contaminar o plantel de cultivo.

Segundo Sidonio *et al.*, (2012), produzir com eficiência exige-se bom planejamento, porém, dentre os principais desafios apontado pelo crescimento e desenvolvimento do setor encontra-se em termos burocráticos relacionados a regularização da atividade, incluindo os processos de licenciamento ambiental e recursos hídricos, além dos desafios na regulamentação para o comércio do produto. Diante dos desafios enfrentados pela piscicultura, chamam atenção para a escassez de água, fator este, limitante para todas as atividades agropecuárias (Oliveira & Santos, 2015).

Inúmeras são as variáveis e processos que influenciam a qualidade da água (Oliveira, 2009). Segundo, o monitoramento da temperatura, transparência, oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade, salinidade, gás carbônico, dureza, nitrito e amônia são fatores intimamente ligados a qualidade do cultivo. Irregularidades na água do cultivo podem afetar a produção da tilápia e, até mesmo a sua qualidade. Portanto, o piscicultor sempre deve estar a observar o viveiro, verificando aspectos ou variáveis que possam interferir na produtividade, evitando assim, futuros transtornos (Apolinário *et al.*, 2015).

2.10.1. Variáveis da qualidade da água

Segundo (Tundisi & Tundisi, 2008), a aquacultura pode chegar, em determinados casos a tornar-se um sério fator de poluição do meio ambiente. Tudo que entra nas unidades de cultivo (ração, fertilizantes, medicamentos, entre outros.) retorna de alguma forma ao meio ambiente. O aporte desordenado desses insumos pode gerar uma má qualidade de água prejudicando não só a flora e a fauna aquática, como a população que vive do abastecimento.

Segundo (Oliveira, 2001), é de vital importância conhecer as características físicas, químicas e biológicas da água, pois os peixes dependem da água para realizar todas as suas funções, ou seja: respirar, se alimentar, reproduzir e excretar. Para um bom desenvolvimento dos organismos aquáticos e uma produção economicamente viável, tem que ter certo controle da água dos tanques

onde são cultivados, os parâmetros de qualidade de água são físicos, químicos e biológicos. Os parâmetros físicos são divididos em (Temperatura, transparência, cor, turbidez, condutividade serie de sólidos.) os parâmetros químicos são, oxigênio dissolvido pH, Amônia, Matéria Orgânica, Demanda bioquímica de Oxigênio, Demanda química de Oxigênio, e salinidade e os parâmetros Biológicos são coliformes e algas, os peixes influenciam na qualidade da água por meio de processos como eliminação de dejetos e respiração (Ferreira *et al.*, 2005).

Alguns estudos relatam que a quantidade de ração fornecida também influencia diretamente na qualidade da água; ao oferecer grande quantidade de alimento aos peixes, ocorrerá a poluição do tanque. O conhecimento para se analisar e interpretar os resultados dos parâmetros da qualidade da água é de grande importância para os piscicultores. Fatores como oxigênio dissolvido e temperatura, entre outros, estão diretamente relacionados com o desenvolvimento dos peixes (Mallasen *et al.*, 2008).

Alguns fatores como pH, alcalinidade, dureza e transparência também afetam o peixe, mas não são tóxicos. Os fatores da qualidade de água interagem uns com os outros. Essa interação pode ser complexa; o que pode ser tóxico e causar mortalidades em uma situação, pode ser inofensivo. A importância de cada fator, o método de determinação e frequência do monitoramento dependem do tipo e intensidade do sistema de produção usado (Ross *et al.*, 2011).

Temperatura

Segundo Ross *et al.*, (2011), a temperatura da água é um dos fatores mais importantes nos fenômenos químicos e biológicos existentes em um Tanque. Os peixes ajustam sua temperatura corporal de acordo com a temperatura da água. Cada espécie tem uma temperatura na qual melhor se adapta e se desenvolve, sendo essa temperatura chamada de temperatura ótima. As temperaturas acima ou abaixo do ótimo influenciam de forma a reduzir seu crescimento. Em caso de temperaturas extremas, podem acontecer mortalidades. A temperatura tem um efeito pronunciado nos processos químicos. De uma maneira geral, a velocidade das reações químicas dobra ou triplica para cada 10° C de aumento na temperatura. Isso significa que os organismos aquáticos usarão 2 ou 3 vezes mais oxigênio dissolvido a 30°C dissolvem-se mais rapidamente (decomposição de

matéria orgânica), colaborando para o aumento do consumo de oxigênio. Os peixes apresentam uma baixa tolerância às variações bruscas de temperatura (choque térmico).

O choque térmico é extremamente perigoso para os ovos, larvas e alevinos, podendo haver problemas com variações bruscas de mais ou menos 5°C. O metabolismo dos peixes é maior à medida que aumenta a temperatura. Os peixes de águas tropicais geralmente vivem bem com temperaturas entre 20 – 28°C e seu apetite máximo será entre 24 – 28°C; entre 20 – 24°C, eles se alimentam bem, mas abaixo desse patamar o apetite decresce rapidamente e acima de 28°C perdem-no totalmente, podendo ocorrer mortalidade em temperaturas superiores a 32°C.

Transparência

A transparência é determinada pela ação da turbidez e da cor aparente da água, e é medida através da visibilidade do disco de Secchi. Não existe uma turbidez planctônica ideal para piscicultura. Como regra geral, visibilidades do disco de Secchi é entre 30 e 45cm estão associadas com boa produtividade de peixes e com sombreamento do ambiente adequado para o controle do crescimento de macrófitas aquáticas. Visibilidades inferiores a 30cm estão associadas a problemas de falta de oxigênio no período noturno devido ao excesso de algas, e acima de 45cm, favorável ao crescimento exagerado de plantas aquáticas pelo baixo sombreamento, e à baixa produtividade (Castagnolli, 1992).

Esse equipamento pode ser de madeira ou ferro, com um peso para poder ir ao fundo, apresentando 4 quadrantes, dois com uma cor branca e dois com a cor preta, suspensos por uma corda com graduação a cada centímetro (fita métrica, por exemplo) ou com uma escala (régua). A faixa ideal para a profundidade de Secchi, dependendo da profundidade do tanque e desde que o fundo não esteja visível, está em torno de 20 a 40 cm. Para medidas inferiores a 20 cm, recomenda-se cessar a fertilização dos tanques da piscicultura. Para peixes que preferem águas turvas e são criados em ambiente com alta transparência, isso poderá causar um estresse, afetando, a sobrevivência e a taxa de crescimento (Mallasen *et al.*, 2008).

2.10.2. Variáveis químicas

Os parâmetros químicos são mais importantes que caracterizam a qualidade da água e compõem os indicadores e índices para que se estabeleçam seus múltiplos usos. Através deles podemos relacionar valores que nos permitam, por exemplo: Avaliar o equilíbrio bioquímico necessário para manutenção da vida aquática e emular as necessidades de nutrientes, tais como compostos de nitrogênio, fósforo, sílica, ferro e de cofatores enzimáticos.

Segundo Leonardo *et al.*, (2014), a qualidade química da água pode ser avaliada pelo seu conteúdo orgânico, pela sua força iônica, pelas concentrações de gases dissolvidos, pela existência de nutrientes relacionados com a produtividade primária, pela presença de micronutrientes e metais traços, modificadores de tensão superficial, e pelo seu conteúdo radioativo. Muitos dos parâmetros químicos utilizados para caracterizar a qualidade da água são sub-rogatórios em virtude da vasta quantidade de produtos químicos existentes numa amostra de água.

Oxigênio dissolvido

O oxigênio é o gás mais importante para os peixes, por isso, é a ele que devemos dar maior importância. Difusão direta, mediante contato e penetração direta do ar atmosférico na água da atmosfera, o O₂ entra na água principalmente por mistura mecânica provocada pela ação dos ventos, por correntes naturais de massas hídricas e agitações causadas pela topografia do terreno. A concentração do oxigênio na água varia com a sua temperatura (relação concentração/temperatura está intimamente ligada), bem como a solubilidade desse gás depende ainda da pressão atmosférica e da salinidade da água. A solubilidade do oxigênio na água diminui à medida que a temperatura aumenta; em temperatura alta, os peixes logo utilizam o O.D. da água, podendo ocorrer mortalidade por asfixia; Solubilidade de O.D. diminui com a redução da pressão atmosférica; solubilidade do O.D. na água baixa com o aumento da solubilidade (Oliveira, 2001).

Segundo Polli *et al.*, (2004), normalmente, o nível de OD aumenta a partir do início da manhã, atingindo os níveis mais altos ao final da tarde; com a chegada da noite, começa a cair, chegando aos níveis mais baixos ao amanhecer. Isso ocorre em função dos processos fotossintéticos realizados pelas microalgas (fitoplâncton) que, na presença da luz, retiram o gás carbônico (CO₂)

do ambiente aquático e adicionam o oxigênio dissolvido (O₂). À noite, com a ausência da luz, retiram o oxigênio e adicionam o gás carbônico (CO₂).

O nível recomendado de oxigênio dissolvido em produção de tilápias é Acima de 4mg/l. A capacidade de suportar baixas concentrações de oxigênio parece ser uma qualidade de todas as espécies de tilápias, podendo inclusive sobreviver em níveis tão baixos quanto 1mg/litro. A concentração de 0,1mg/litro tem sido considerada como letal para *O. Niloticus* e *O. Mossambicus* Polli *et al.*, (2004). Parâmetros para mensuração: reação de Winkler (mg/l) e oxímetro Eletrônico.

A concentração de oxigênio dissolvido na água depende dos coeficientes de troca do oxigênio entre a atmosfera e a superfície da água (Porto *et al.*, 1991; Tundisi & Matsumura Tundisi, 2008). O padrão de distribuição de oxigênio em ecossistemas aquáticos é inverso ao gás carbônico. Este fato é mais evidente durante um dia ensolarado, quando ocorre na zona eufótica um intenso consumo de gás carbônico devido à fotossíntese, ao mesmo tempo em que ocorre uma produção considerável de oxigênio. Por outro lado, na zona afótica, devido à atividade microbiana (decomposição da matéria orgânica), há uma alta produção de gás carbônico e correspondente consumo de oxigênio.

pH

Segundo Sousa (2011), A concentração de bases e ácidos na água determina o pH. Os peixes sobrevivem e crescem melhor em água com pH entre 6-9 (ml/L). Se o pH sair dessa faixa, seu crescimento será afetado; por exemplo, se ocorrer valores abaixo de 4,5 ou acima de 10, poderá ocorrer mortalidades. Para determinar este valor usamos o multiparamento.

Consoante os valores do pH, as águas classificam-se em:

- Águas ácidas, cujos valores do ph são menores do que 7 (ml/L¹);
- Águas neutras, cujo valor do ph é igual a 7 (ml/L);
- Águas alcalinas, cujos valores do pH são maiores do que 7 (ml/L¹).

O pH, para além de controlar a maior parte das reações químicas na natureza, controla, também, a atividade biológica que é, na maior parte dos casos, apenas possível para valores de pH compreendidos em 6 e 9 (ml/L¹) (Sousa, 2011).

Segundo Minello *et al.*, (2010), A respiração, fotossíntese, adubação, calagem e poluição são os cinco fatores que causam a mudança de pH na água. Alterações no pH da água podem provocar até mesmo altas mortalidades em peixes, especialmente em espécies que apresentam maior dificuldade de estabelecer o equilíbrio osmótico ao nível das brânquias, o que determina grandes dificuldades respiratórias.

De manhã, o nível de dióxido de carbono está alto e o pH do viveiro é baixo, e isso é resultado da respiração que ocorreu durante a noite (dióxido de carbono forma um ácido fraco quando dissolve na água). Como o dióxido de carbono é removido da água, o pH aumenta. O baixo pH do dia é tipicamente associado ao baixo nível de oxigênio dissolvido. Já o alto pH do dia está associado com o alto nível de oxigênio dissolvido Vidal (2016).

Os processos oxidativos, como a respiração, causam fortes diminuições na curva de oxigênio na água. A respiração leva também a aumento da concentração de gás carbônico. As águas fortemente poluídas podem tornar-se ricas em gás carbônico, além de outros gases que, se desprenderem do fundo do viveiro sob forma de bolhas, como o gás sulfídrico, provocará a ocorrência do aumento das reações da decomposição, devido ao excesso de matéria orgânica que ocorre no fundo do viveiro. Em águas muito ácidas, os peixes apresentam um excesso de produção de muco enquanto que em águas alcalinas o muco é ausente. Durante o processo de fotossíntese este que é tido como um processo químico realizado pelas plantas, as algas e certos microorganismos, mediante o qual a energia solar é capturado e convertida em energia química na forma de ATP ,elevando o pH, durante o dia, com a respiração, ocorre a acidificação da água pela produção do mesmo gás (Minello *et al.*, 2010).

Segundo Esteves (2011), o pH interfere na interdependência entre as comunidades vegetais e animais e o meio aquático devido a seus efeitos na fisiologia de diversas espécies. Este fenômeno ocorre na medida em que as comunidades aquáticas interferem no pH quando verifica-se a

acidificação das mesma em torno de valores como (6,5,4 (ml/L) etc), assim como o pH interfere de diferentes maneiras no metabolismo destas comunidades. Sobre as comunidades, o pH atua diretamente nos processos de permeabilidade da membrana celular, interferindo, portanto, no transporte iônico intra e extracelular e entre os organismos e o meio.

Amônia

Segundo Morais *et al.*, (2009), amônia não ionizada (NH_3) é um parametro importatissimo na piscicultura. Em níveis elevados pode levar os peixes a morte. Garantido o fornecimento de oxigênio, a produtividade do sistema será limitada pela concentração de amônia na água. É recomendável que a concentração de amônia não ionizada não exceda 0,05 mg/l. Para peixes tropicais e 0,012 mg/l para salmonídeos. Exposição dos peixes a concentrações de amônia acima destes limites pode resultar em reduzido crescimento e baixa eficiência alimentar.

Águas com pH neutro ou ligeiramente ácido (6,0 a 7,0) permitem uma maior capacidade de suporte, visto que a concentração de amônia não ionizada aumenta com a elevação do pH. A quantidade de amônia excretada pelos peixes pode ser calculada com base na quantidade de proteína consumida. Em média, cerca de 40% da proteína bruta (PB) presente em uma ração completa é utilizada como energia, resultando na produção de amônia. A pontencialidade da sua toxicidade é devida ao alto pH em torno de (8 a 14 ml/l que é ácido e letal) e a alta temperatura da água. Por isso é importante renovar parte da água do tanque em criações intensivas para a retirada do excesso dessa amônia. A amônia (NH_3 e NH_4) tem várias origens no meio aquático, principalmente sendo pela decomposição da matéria orgânica, pelos excrementos dos peixes, decomposição da proteína contida nas sobras de ração e pela morte de microalgas, quando estas crescem excessivamente. A concentração de amônia. ideal para criação de peixes de baixo de 0,05 (mg/L) (Morais *et al.*, 2009).

Segundo Kubitzka (2017), A amônia pode estar presente na água como um íon NH_4 (forma pouco tóxica) ou como um gás NH_3 (forma muito tóxica). Com os kits de análise de água mensuramos a concentração total de amônia (amônia total), ou seja, NH_4 + e NH_3 juntos. O pH da água determina o percentual da amônia total que está na forma de NH_3 ou de NH_4 +. A forma não ionizada NH_3 é

uma molécula de menor tamanho e sem carga. Assim, consegue atravessar membranas celulares mais facilmente (por simples difusão).

Por esse motivo o NH_3 é tido como mais tóxico que o NH_4 quando presentes na água. Mas, no sangue e tecidos dos peixes, onde o pH é de 7,4 a 8,0, a maior parte do gás amônia (NH_3) gerado no metabolismo ou absorvido da água, se converte em NH_4 . Em excesso no sangue e nos tecidos, o íon NH_4 ocupa o lugar do íon K e assim interfere na transmissão dos impulsos nervosos (entre os neurônios) e na contração dos músculos. Distúrbios nervosos e espasmos musculares são alguns dos principais sintomas da intoxicação por amônia nos peixes Long, (2015).

Nitrito

É o produto intermediário da transformação da amônia em nitrato, por ação de bactérias do gênero Nitrossomonas e suas concentrações estão relacionadas à decomposição de componentes das proteínas da matéria orgânica. Exposição contínua a concentrações sub-letais de nitrito (0,3 a 0,5 mg/L) pode causar redução no crescimento e na resistência dos peixes à doença. O nitrito (NO^-2) é produzido pela oxidação da amônia. Concentrações de NO_2 que causam toxidez aos peixes variam de 0,3 a 0,5mg/L. O nitrito é muito tóxico aos peixes devido a sua combinação com a hemoglobina do sangue que resulta na meta-hemoglobina, diminuindo a eficiência do transporte de oxigênio, resultando na morte do animal, Itaipu (2009).

Nitratos

Um dos elementos que constituem as proteínas é o Nitrogênio. Quando se apresenta em forma de Nitratos, estes são mais facilmente assimilados pelas plantas, tanto terrestres como aquáticos. Portanto, os Nitratos são importantes para o desenvolvimento do Fitoplâncton, pois, após serem absorvidos, são transformados em proteínas. Sua acidez pode ser reduzida pela adição de cálcio e cloretos ao meio. O limite de tolerância do nitrato para peixes é de 5,0 mg/L. O nitrato não é tóxico para os peixes, mesmo em elevadas concentrações, por isso, não representa qualquer risco para a piscicultura, (Cetesb, 2010).

Fonte: Inumanos Service & Consultory S.A (2020).

3.2. Desenho experimental

Foram aplicados dois tratamentos num fatorial to tipo 2x2 assentado num Delineamento de Blocos Casualizado com dois tratamentos (orgânica e inorgânica) e duas repetições, sendo a unidade experimental composta por dois tanques com quatro hapas cada, onde cada tanque apresentava duas hapas com uma densidade de estocagem correspondente a 20 Juvenis em 12 m³ e as outras duas contendo uma densidade de 40 Juvenis em 12 m³, neste âmbito os tanques foram aplicados esterco de aves de postura (poedeira) para os fertilizantes orgânicos (80 kg em 750 m²) e NPK para fertilizantes Inorgânicos (30 kg em 750 m²).

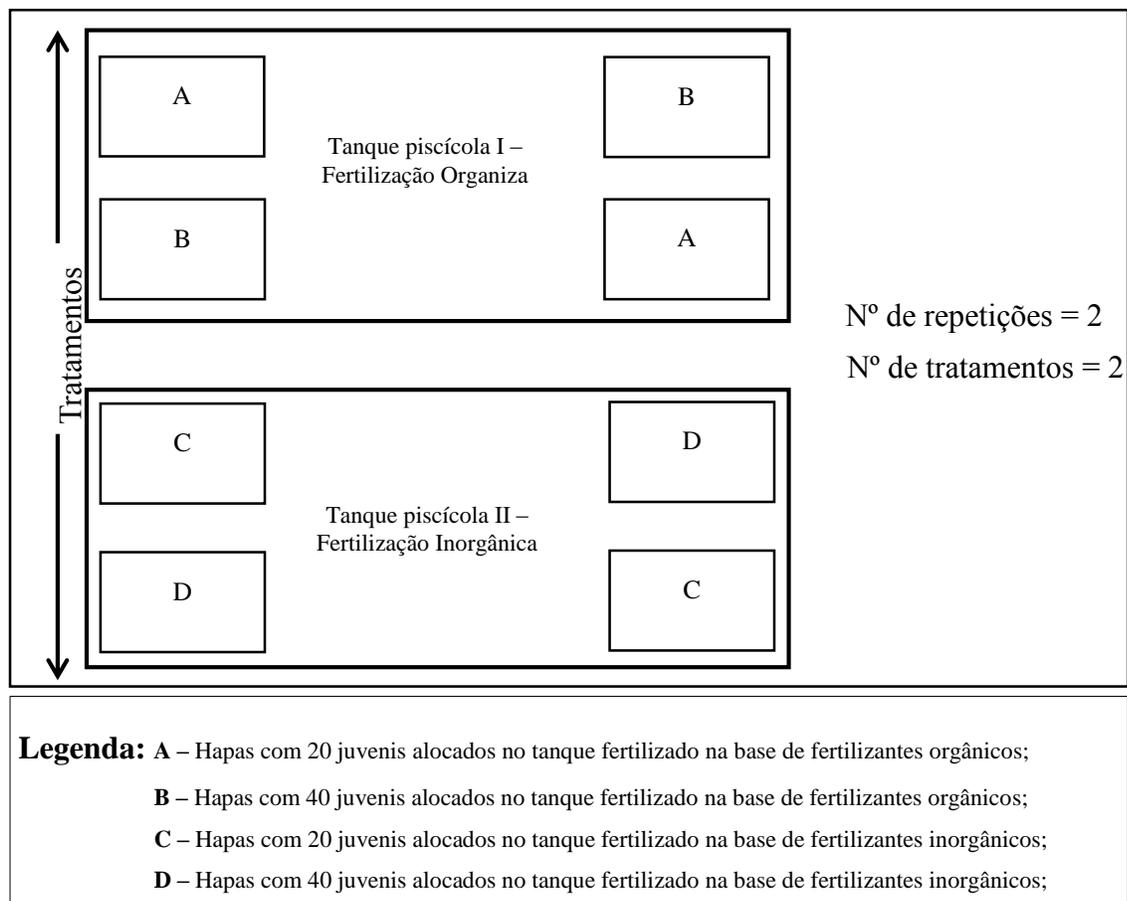


Figura 2: Desenho da Unidade Experimental.

3.3. Procedimento experimental

Durante a realização do experimento foram realizadas actividades sequenciadas da seguinte forma: (i) preparação dos tanques e hapas, (ii) fertilização dos tanques, (iii) povoamento e (iv) a determinação dos parâmetros limnológicos e biométricos.

3.3.1. Instalação da unidade experimental

No princípio, fez-se a montagem da unidade experimental, antecedida pelo esvaziamento dos tanques (tanque I e tanque II) com uma área de 750 m² cada, seguida pela limpeza com o intuito de remover os materiais indesejados, matéria orgânica e a manutenção de filtros e telas de proteção. De seguida fez-se a calagem através da aplicação da Cal hidratada a uma proporção de 500g /m² conforme recomendado por Moreira *et al.*, (2001).

Após a calagem, passado 7 dias após a calagem procedeu-se com o enchimento dos tanques por gravidade onde nas secções de entrada havia-se acoplado sacos contendo Área servindo de filtros biológicos, servindo de filtros onde enchia-se o taque até a superfície. A alocação das hapas com uma extensão de 2x4x1.5 m³ equivalente a 12 m³ construídos à base de rede Náilon. E para garantir a disponibilidade básica dos nutrientes fez-se a adubação basal com estérico de aves de postura para o tanque I e o tanque II com o NPK.

3.3.2. Povoamento

Fez-se o povoamento dos juvenis de *Oreochromis niloticus* (Tilápia nilótica) com um peso médio de 10,02 ± 0,08 g. Estes foram adquiridos na Unidade piscícola PIA AGROPECUS, sediada em Zavala.

3.3.3. Fertilização dos tanques e troca de água

Foram realizadas quatro fertilizações e trocas de água quinzenalmente durante o período de estudo (45 dias), onde em cada troca de água os tanques eram fertilizados da seguinte forma:

- (i) **Tanque I:** em cada tanque alocava-se um saco poroso, contendo 20 kg de esterco de aves de postura (fertilizante orgânico) correspondente a 80 kg para todas as hapas;

- (ii) **Tanque II:** em cada tanque alocava-se um saco produzido com filmes de plásticos contendo 7.5 kg de fertilizante inorgânico (NPK) para cada, correspondente a 30kg para todas as hapas.

3.3.4. Alimentação

Depois da fertilização basal, os Juvenis foram povoados nas respectivas hapas, onde, atendendo um dos intuitos da presente pesquisa foram administrados os fertilizantes orgânicos e inorgânicos de 15 em 15 dias, nas extremidades dos tanques.

3.3.5. Mensuração dos parâmetros de qualidade de água

A mensuração dos parâmetros de qualidade de água foi realizada no local de experimento (temperatura, oxigênio dissolvido, pH e transparência e no laboratório Provincial de Higiene de Águas e Alimentos (LPHAA)) nitritos, nitratos e amônia).

3.3.5.1. Parâmetros de qualidade de água mensurados na unidade experimental

Na unidade experimental foram mensurados alguns parâmetros físico-químicos da água dos tanques através da leitura direta, tais como: (i) Temperatura, (ii) Oxigênio dissolvido, (iii) pH e (iv) transparência. Durante o período da realização do experimento (45 dias) os parâmetros foram mensurados três vezes ao dia (06:00 min, 12:00 mim e 17:00mim), obedecendo a metodologia descrita abaixo por IAL (2010).

Temperatura

A determinação da temperatura foi realizada com base no Termómetro de mercúrio acoplado num multiparâmetro (Pocket Pro + Multi 2), onde, atendendo a profundidade do tanque (superior a 1 metro mergulha-se o aparelho a uma certa profundidade.

pH

Este parâmetro foi mensurado por meio de um pHmetro digital de marca HANNA, Extech-600 onde inicialmente o eléctrodo era calibrado e incorporado na água do tanque seguida pela leitura do valor equivalente ao pH da água.

Transparência

Com base no Disco de Secchi, foram feitas leituras da transparência da água, incorporando o disco no tanque até verificar a baixa visibilidade das faixas brancas contidas no disco e a sua leitura era feita em centímetros no cabo de náilon graduado acoplado ao disco.

Oxigênio Dissolvido

Na unidade experimental era feita a leitura direta do oxigênio dissolvido com base no Oxímetro portátil Extech-600.

3.3.5.2. Parâmetros Laboratoriais

A mensuração dos nitritos, nitratos e amônia foi realizada 2 vezes, sendo no dia 0 e após os 45 dias da realização do experimento, seguindo os procedimentos descritos abaixo:

Coleta de amostras

As amostras de água foram coletadas e alocadas em frascos de vidro polietileno em triplicata e identificadas em função da sua origem (tanques I ou II) conforme recomendado por Florianópolis (2009), e após eram encaminhadas numa caixa de isopor ou térmica para o laboratório a temperatura ambiente logo após a sua coleta garantindo a realização da análise dentro do prazo de validade da amostra e as análises foram realizadas seguindo a metodologia descrita por Kindlein (2010), fornecida pelo LPHAA¹.

Nitratos

Fez-se a neutralização de 100 mL, para o pH em torno de 7, transferiu-se para uma cápsula de porcelana evaporou-se até a secura em banho-maria. Após a evaporação o resíduo foi agitado com o auxílio de um bastão de vidro, adicionando 2 mL de fenoldissulfônico, a fim de dissolver todos os sólidos. Foi diluído com cerca de 20 mL de água destilada, adicionando-se sob agitação 7 mL de hidróxido de amônia até que a cor se desenvolvesse ao máximo. A solução foi levada ao volume final de 100 mL em balão volumétrico. Junto com as amostras foi efectuada uma prova em branco, que foi usado para zerar o equipamento e por fim efectuou-se uma leitura no espectrofotómetro

¹ Laboratório Provincial de Higiene Águas e Alimentos

com um comprimento de onda de 410 nm. Após a leitura do valor correspondente foi calculado com base na equação 1.

Equação 1: Determinação de concentração de nitritos (NO_3)

$$\text{mg/L de NO}_3 = \frac{\text{absorbância} - 0.0181}{0.3996}$$

Nitritos

Ajustou-se o pH para ficar na faixa de 5 a 9, com uma solução de ácido clorídrico 1N ou hidróxido de amônia para 50 mL da amostra adicionando-se 2 mL do reagente de coloração e homogeneizou-se entre 10 minutos a 2 horas e mediu-se a absorbância num espectrofotômetro a 543 nm. Após a leitura do valor correspondente foi calculado com base na equação 2.

Equação 2: Determinação de concentração de nitritos (NO_3)

$$\text{mg/L de NO}_2 = \frac{\text{absorbância} - 0.0004}{3.2692}$$

Amônia

A amônia é tamponada a um pH de 9,5 com um tampão borato de modo a diminuir a hidrólise dos cianetos e dos compostos orgânicos nitrogenados e destilada para eliminar as interferências sendo recolhida em ácido bórico. Após a destilação, a amônia é complexada na forma de bissulfato de amônio, reage em solução ligeiramente alcalina e a amônia liberada forma um complexo de coloração amarela com o reagente de Nessler, a intensidade de cor desenvolvida é proporcional à concentração de N-NH_3 e é medida através de um espectrofotômetro na região do visível a um comprimento de onda de 425 nm.

3.3.6. Biometria

A largura, o peso e o comprimento constituem os parâmetros biométricos mensurados quinzenalmente (0 Dias depois de Povoamento, 15 Dias após o povoamento, 30 Dias após o povoamento e 45 Dias após o povoamento) durante a realização do experimento utilizando-se uma amostragem de 50% (10 juvenis) para hapas que continham 20 juvenis no seu total e 50% (10 juvenis) para as hapas que continham 40 juvenis. Fez-se a mensuração da largura e comprimento

com base num paquímetro de marca (Vernier Caliper 0-15mm) e o peso com base numa balança e os índices de desempenho zootécnico foram realizada com base nas equações estabelecidas por Neto *et al.*, (2016); Mainardes-Pinto *et al.*, (2006) & Oliveira *et al.*, (2007), descritos a seguir:

(i) **Taxa de sobrevivência**

Equação 1: Taxa de sobrevivência

$$TS(\%) = \frac{NPf}{NPi} * 100$$

Onde:

TS (%) - percentagem da taxa de sobrevivência;

NPf – Número dos peixes no final;

NPi – Número de peixes no início.

(ii) **Peso médio**

Equação 2: Peso médio

$$Pm (g) = \frac{\epsilon p (g)}{NP}$$

Onde:

Pm – peso médio;

ϵp – Somatório dos peixes;

NP – número total dos peixes;

(iii) **Biomassa final**

Equação 3: Biomassa final

$$Bf (g) = Pf * Nf$$

Onde:

Bf – Biomassa final;

Pf – peso final;

Nf – Número de peixes

(iv) Taxa de crescimento específico

Equação 4: Taxa de crescimento específico

$$TCE (\% \text{ dias}) = \left(\frac{\ln \mu f - \ln \mu l}{t} \right) \times 100$$

Onde:

TCE(%dias) – Taxa de crescimento Específico;

Ln- Limite Natural.

t- Correspondente ao tempo;

(v) Ganho de Comprimento

Equação 5: Ganho de Comprimento

$$Gc (\text{cm}) = Cd * Cf$$

Onde:

Gc – Ganho de Comprimento;

Cd- Crescimento diário;

Cf - Crescimento Final.

(iii) Ganho de peso

Equação 6: Ganho de peso

$$GP (g) = pf - pi$$

Onde:

GP – Ganho de peso;

Pf – Peso final;

pi – peso inicial

3.4. Análise estatística

Num experimento factorial do tipo 2x2, foram aplicados 2 tratamentos assentes num Delineamento de Blocos casualizado, sendo a unidade experimental composta por dois tanques com quatro hapas cada, onde cada tanque apresentava duas hapas contendo 20 alevinos e as outras duas contendo 40 alevinos. Os dados foram organizados na planilha do Microsoft Excel – 2016 e submetidos a análise de variância (ANOVA), nos casos de efeitos significativos ($p < 0,05$) dos tratamentos em 4 fases (0, 15, 30 e 45 dias) determinados pelo teste de Tukey, a nível de significância de 5%, usando o pacote estatístico Minitab 16.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir estão apresentados os resultados da presente pesquisa de forma sequencial, sendo: (i) comportamento dos parâmetros limnológicos, (ii) Correlação dos índices de desempenho zootécnico com os parâmetros de qualidade de água, (iii) Determinação dos índices de desempenho zootécnico (peso, taxa de mortalidade, comprimento, largura e ganho de biomassa e (iv) Identificação da densidade de povoamento que garante o melhor desempenho zootécnico usando fertilizantes orgânicos e fertilizantes inorgânicos.

4.1. Comportamento dos parâmetros físico-químicos

Abaixo está apresentado o comportamento dos parâmetros físico-químicos verificados durante o período de realização do experimento, conforme descritos abaixo:

4.1.1. Temperatura e pH

O comportamento da temperatura e do pH durante os 45 dias de realização do experimento, neste âmbito observou-se que a temperatura comportou-se dentro dos intervalos estabelecidos para o cultivo da Tilápia nilótica sendo em torno da faixa entre 20°C e 28°C (Júnior, 2006; Imbiripa *et al.*, 2007), onde, no presente experimento variou em tornos de 19 a 24.5°C, com uma média de 21,75°C em todos os tratamentos, não apresentando diferenças significativas ($p < 0,05$). No mesmo âmbito, os dois tratamentos, desde o dia 0, verificou-se uma redução da temperatura no tratamento B (tanque 2 que continha fertilizante inorgânico) e na segunda semana de produção, ultrapassando em 1 algarismos (19°C) a temperatura mínima estabelecida. E depois comportou-se normalmente para os restantes dias da realização do experimento, excepto na sexta semana onde novamente verificou-se uma redução abaixo da temperatura mínima recomendável no tratamento B, onde este cenário deve estar associado a precipitação que verificou-se durante aquela semana.

Estatisticamente demonstra que independentemente de ter se verificado uma redução da temperatura na segunda e na sexta semana para o tratamento B, não houveram diferenças estatisticamente significativas entre os dois tratamentos ($p < 0,05$), acrescido a isto, considera-se que a redução da temperatura no tratamento B não teve nenhuma influência no crescimento dos juvenis da tilápia nilótica quando comparado com o tratamento A, assumindo que o efeito temperatura em A foi a

mesma em B. Neste âmbito, Kubitzka (2000), defende que o crescimento da Tilápia nilótica é mais rápido em temperaturas mais elevadas (27°C a 29°C) e mais lentas em temperaturas mais baixas, com a faixa ótima de crescimento entre 26°C a 28°C conforme citado por: Júnior 2006, Leonardo *et al.*, (2009) e Imbiripa *et al.*, 2007). Embora a temperatura da água, no presente estudo, estivesse abaixo da faixa de conforto, não provocou redução do apetite nos peixes, tendo sido verificado pelo bom desenvolvimento dos parâmetros biométricos.

Referente as oscilações do potencial hidrogeniônico (pH), que ocorreram ao longo dos 45 dias de criação estão apresentados na figura 3, tendo-se comportado dentro dos padrões registados na literatura numa faixa em tornos de 6 e 9 (Costa, 2014), tendo apresentado valores correspondentes a 6,83 para o tratamento que aplicou-se o adubo orgânico (A) a 8,60 para o tratamento com adubo inorgânico (B). Quando comparados estatisticamente demonstram que a variação diária dos valores de pH não apresentaram uma diferença significativa nos dois tratamentos ($p < 0,05$). Neste âmbito, assume-se que o pH também esteve nos intervalos que permitem o desenvolvimento normal na produção dos juvenis da Tilápia nilótica.

Segundo New (1990), o pH da água de criação de tilápias é o mesmo observado para outras espécies de peixes, e valores de 6,0 a 8,5 são considerados ótimos para o bom desenvolvimento dessas.

Efeito de fertilizantes (orgânico e inorgânico) no desempenho zootécnico de Juvenis de Tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) cultivados em diferentes densidades de estocagem

Comportamento da variação da Temperatura e pH durante o período da realização do experimento ilustrado na figura 3.

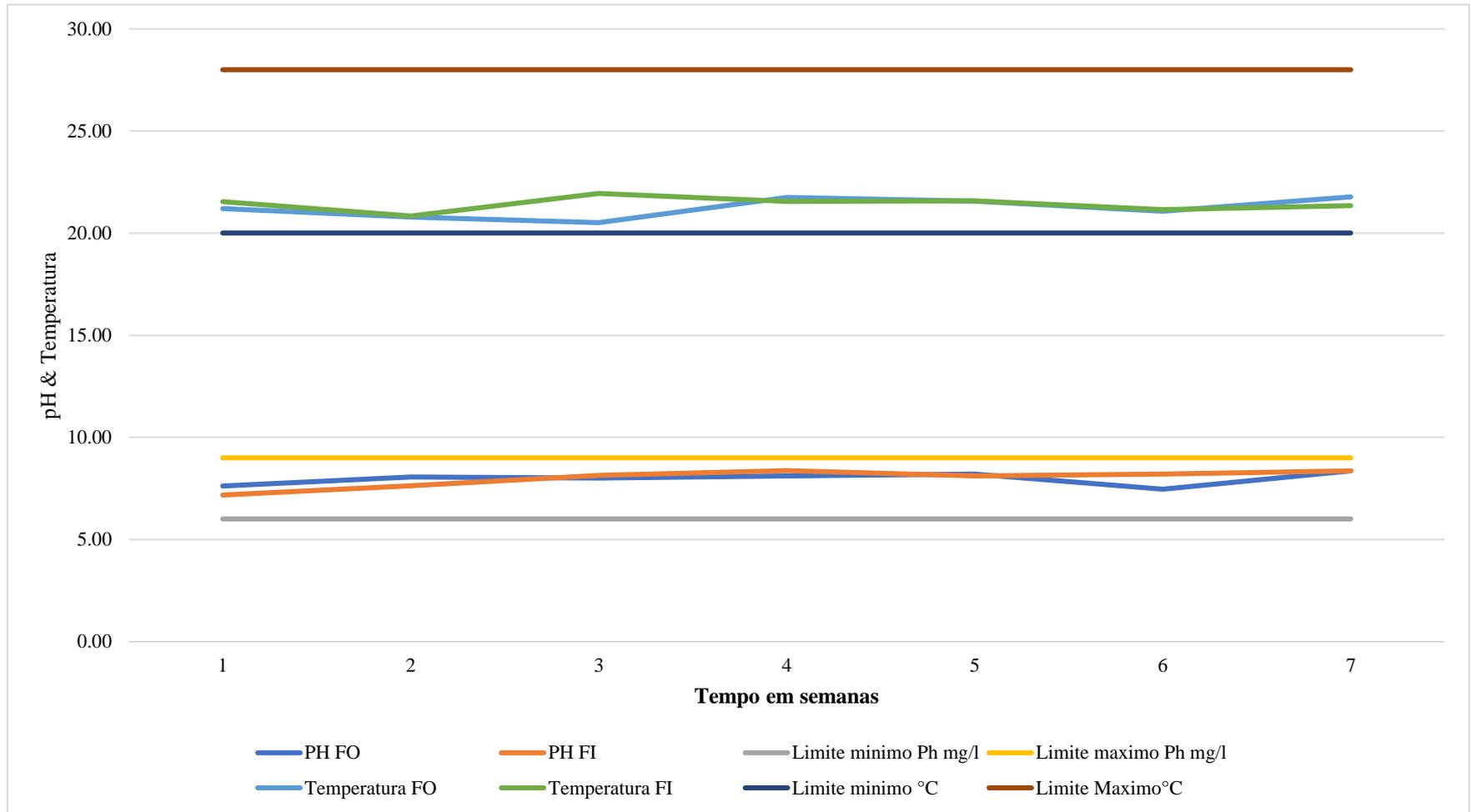


Figura 3: Variação do pH e Temperatura durante o período de realização do estudo.

4.1.2. Oxigênio dissolvido (OD) e transparência

O comportamento do oxigênio dissolvido e da transparência durante a realização do experimento estão apresentados na figura 4.

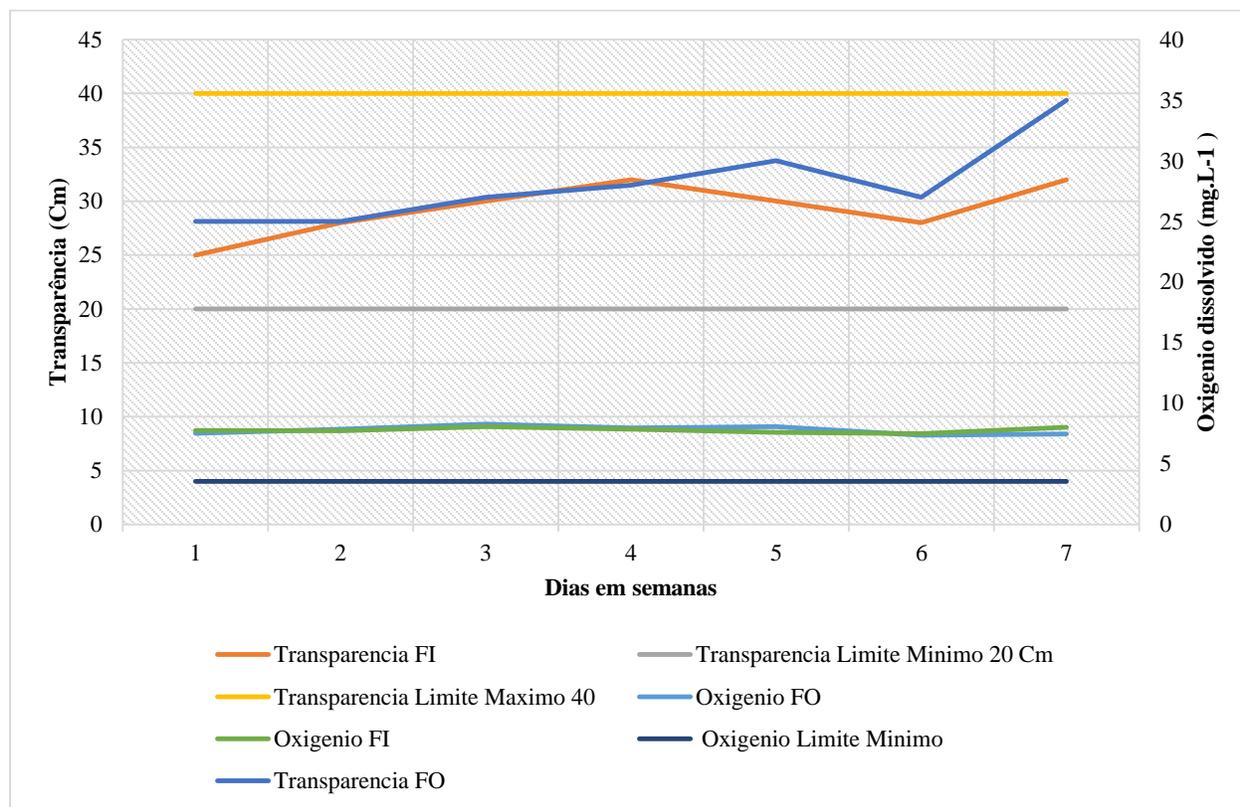


Figura 4: Comportamento da transparência e do Oxigênio Dissolvido durante o período de experimento.

A transparência da água durante a realização do experimento está ilustrada na figura 4, onde verificou-se uma variação em torno dos intervalos estabelecidos para uma produção piscícolas, sendo em tornos de 20 cm min. a 40 cm máx Costa (2014), nos dois tratamentos respectivamente, onde em média 28,14 cm para o tratamento A e 29,29 cm para o tratamento B e quando comparadas, não apresentam diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$). Mesmo ocorrendo essa variação, esses resultados estão dentro da faixa aceitável (20 a 70 cm) em tanques piscícolas, segundo Moreira *et al.*, (2001).

No que diz respeito ao oxigênio dissolvido durante a realização do experimento os valores referentes a sua concentração variaram de 7,04 mg.L⁻¹ a 13,73 mg.L⁻¹, com uma média equivalente a $8,79 \pm 1,05$ mg.L⁻¹ para o tratamento A e 6,28 mg.L⁻¹ a 10,21 mg.L⁻¹, com uma média equivalente a $8,73 \pm 0,65$ mg.L⁻¹ para o tratamento B. Mesmo com essas variações, nos dois tratamentos verificou-se que o OD esteve na faixa ótima recomendado para a produção de *Oreochromis niloticus*, sendo acima de 4 mg.L⁻¹ (Costa, 2014), conforme ilustrado na figura 4. Os valores encontrados nos dois tratamentos, quando comparados não apresentam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

Neste âmbito, segundo Carmo (2003), a flutuação na concentração de oxigênio dissolvido ocorre diretamente em função da temperatura e da biomassa planctônica. Embora não tenha sido feita análise de clorofila e nem tão pouco de biomassa fito planctônica, neste experimento pode-se observar diferenças na tonalidade da água nos dois tratamentos. No tratamento com adubo inorgânico a resposta ao processo de fertilização foi rápida, deixando a água dos tanques com tonalidade verde clara cinco dias após a adubação, com a intensidade da coloração aumentando gradativamente até o 10º dia e mantendo-se inalterada até o final do experimento dia, ocorrendo em seguida a diminuição gradativa da intensidade da coloração.

Segundo Boyd (1990), a aplicação de fertilizantes químicos aumenta a produtividade do fitoplâncton, a abundância do zooplâncton e da biomassa, contribuindo, dessa maneira, para o incremento do alimento natural.

Já no tanque que receberam adubo orgânico, os valores de oxigênio foram menores (Figura 4), provavelmente devido à o excesso da matéria orgânica dentro do ecossistema factor esse que esta associado na redução dos índices de oxigênio , uma vez que esses só estarão disponíveis após a decomposição do adubo, pois de acordo com Tacon (1988), adubos orgânicos possuem uma parte de alimento in natura, que pode ser utilizada diretamente como alimento pelos peixes, e uma parte digerida, que se decompõe e libera nutrientes inorgânicos.

4.1.3. Nitrito, nitrato e a amónia

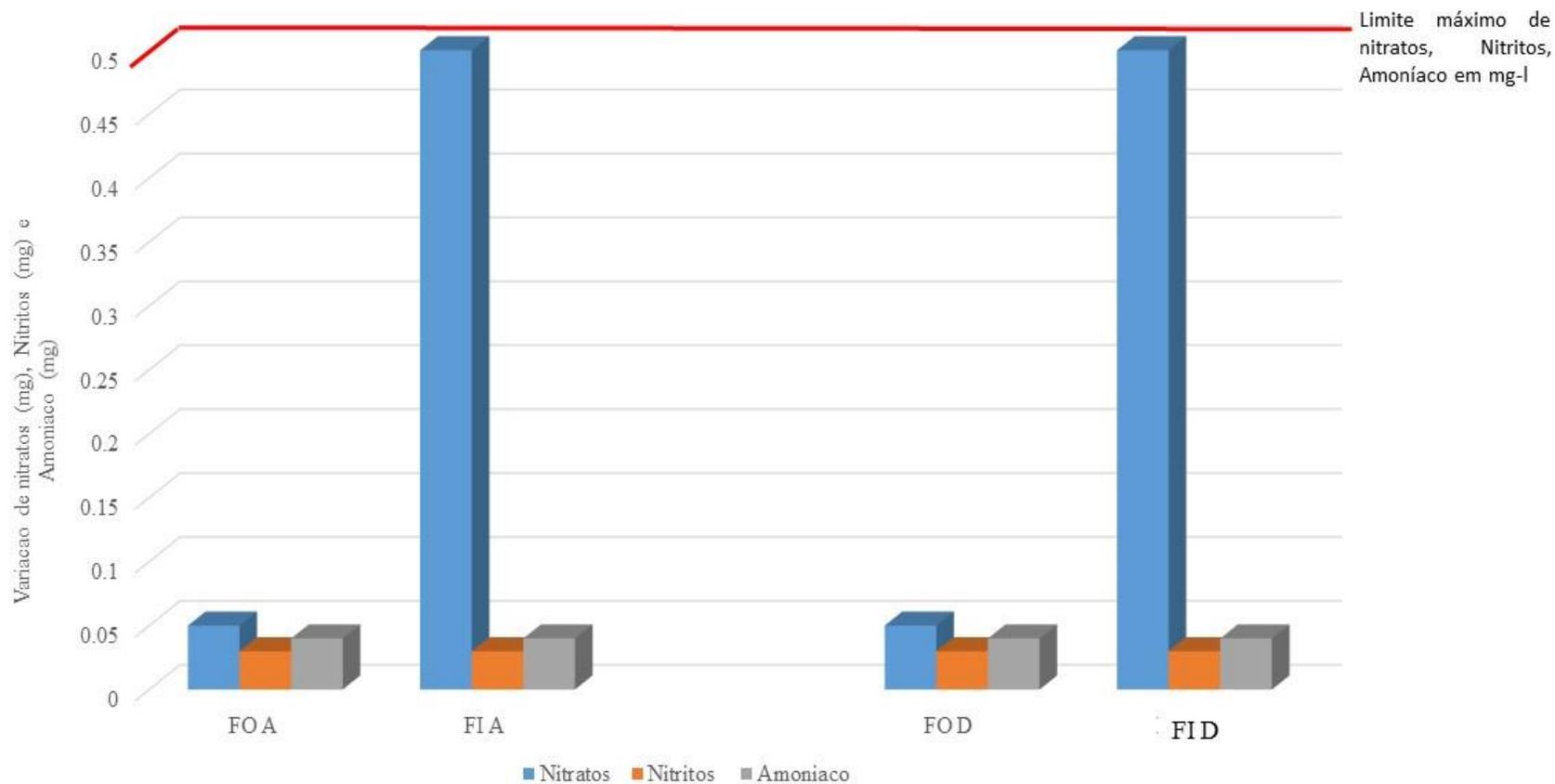
A figura 6 apresenta o comportamento e a quantificação dos nitritos, nitratos e a amónia na água verificados durante a realização do experimento. Neste âmbito, verificou-se que a variação dos três parâmetros comportaram-se abaixo do limite máximo recomendado para a produção piscícola, sendo em tornos de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ Costa (2014), neste âmbito, quando comparadas estatisticamente não foram verificadas diferenças significativas ($p < 0,05$).

A este respeito, quinze (15) dias após o povoamento, os teores de nitratos apresentaram uma variação em função dos tratamentos, tendo-se verificado $0,04 \text{ mg/L}$ para o tanque fertilizado à base de fertilizante orgânico (A) e $0,49$ para o tanque fertilizado à base de fertilizante inorgânico (B), o mesmo cenário foi verificado após a passagem dos 45 dias.

Concernente ao teor de nitritos, não foram verificadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos nos dois sistemas de adubação, nas duas fases de colheita de amostras de água, aos 15 e 45 dias após o povoamento, sendo em tornos de $0,025$, respectivamente.

Observou-se também que a concentração de amónia não teve variações significativas entre os tratamentos, aos 15 e 45 dias após o povoamento, sendo em tornos de $0,03 \text{ m.L}^{-1}$ respectivamente, o que não comprometeu a qualidade de água ou o desenvolvimento dos peixes. Valores similares mas dentro dos parâmetros estabelecidos correspondentes a $0,002 \text{ m.L}^{-1}$ foram obtidos por Leonardo (2009), no seu experimento sobre “*qualidade da água e desempenho produtivo de juvenis de Tilápia do nilo em viveiros, utilizando-se três sistemas de alimentação*”.

Efeito de fertilizantes (orgânico e inorgânico) no desempenho zootécnico de Juvenis de Tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) cultivados em diferentes densidades de estocagem



Legenda: FO A – tratamento A (fertilização orgânica); FO D – tratamento B (fertilização inorgânica).

Figura 5: Comportamento e quantificação dos nitritos, nitratos e a amónia durante a realização do experimento.

Efeito de fertilizantes (orgânico e inorgânico) no desempenho zootécnico de Juvenis de Tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) cultivados em diferentes densidades de estocagem

4.2. Biometria

Variação dos parâmetros biométricos durante a realização do experimento ilustrada na figura 7. Sendo comparadas em quatro partes, sendo no dia 0, após 15 dias, 30 dias e 45 dias.

Tabela 3: Comportamento das biometrias

Tempo de experiment	Tratamento	Largura (Cm)	Comprimento (Cm)	Peso (g)
0 Dias	A	2.48 ± 0.28 ^a	10.54 ± 0.85 ^a	9.74 ± 2.46 ^a
	B	2.49 ± 0.24 ^a	10.29 ± 0.74 ^a	9.81 ± 0.93 ^a
	C	2.41 ± 0.25 ^a	10.32 ± 0.70 ^a	10.23 ± 0.83 ^a
	D	2.61 ± 0.31 ^a	10.79 ± 0.56 ^a	11.13 ± .80 ^a
15 Dias	A	3.08 ± 0.29 ^b	11.35 ± 0.56 ^b	12.02 ± 1.63 ^b
	B	2.95 ± 0.33 ^b	11.55 ± 0.80 ^b	12.17 ± 0.79 ^b
	C	3.10 ± 0.24 ^b	13.10 ± 0.84 ^a	13.67 ± 0.76 ^a
	D	3.54 ± 0.44 ^a	13.75 ± 0.74 ^a	14.42 ± 0.93 ^a
30 Dias	A	3.45 ± 0.54 ^a	12.02 ± 1.28 ^a	19.02 ± 3.12 ^a
	B	3.32 ± 0.48 ^a	12.18 ± 0.81 ^a	17.50 ± 2.97 ^{ab}
	C	2.68 ± 0.26 ^b	11.73 ± 0.89 ^a	13.73 ± 1.17 ^c
	D	2.62 ± 0.34 ^b	12.83 ± 0.62 ^a	15.45 ± 1.85 ^{bc}
45 Dias	A	3.43 ± 0.34^a	12.08 ± 0.95^a	22.10 ± 3.88^a
	B	3.12 ± 0.23 ^b	11.87 ± 0.71 ^a	20.15 ± 2.79 ^{ab}
	C	3.30 ± 0.22 ^{ab}	12.62 ± 0.30 ^a	18.08 ± 0.30 ^{ab}
	D	3.21 ± 0.20 ^{ab}	12.09 ± 0.67 ^a	17.45 ± 1.78 ^b

Letras diferentes na mesma coluna e no mesmo tempo indicam diferenças significativas ao nível de significância de 5% de pelo teste de Tukey. Legenda: **A: hapa com 20 indivíduos fertilizado na base de fertilizantes orgânicos**; B: Tanque terra com 40 indivíduos fertilizado na base de fertilizantes orgânicos; C: Tanque terra com 20 indivíduos fertilizado na base de fertilizantes inorgânicos; D: Tanque terra com 40 indivíduos fertilizado na base de fertilizantes inorgânicos.

4.2.1. Comprimento

Os resultados de mensuração do comprimento estão ilustrados na tabela 3 e indica que os juvenis alocados em todos os tratamentos no dia 0 apresentava um comprimento médio correspondente a 10.54 ± 0.85 cm, neste âmbito, não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre os juvenis usados em todas as hapas garantido a partida ideal para a realização da actividade.

Após os 15 dias foram verificadas diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) dos comprimentos dos juvenis nos tratamentos, sendo o A e B, a apresentar menores médias correspondentes a 11.35 ± 0.56 cm & 11.55 ± 0.80 cm respectivamente e os tratamentos C & D a apresentar maiores médias correspondentes a 13.10 ± 0.84 cm & 13.57 ± 0.74 cm respectivamente, esta diferença, deve estar associado ao tipo de adubo aplicado no tanque dos tratamentos C & D, sendo que o adubo químico, proporcionou o maior crescimento do comprimento, devido a presença de maiores concentrações de nutrientes na sua composição.

30 Dias depois, não foram verificadas diferenças significativas ($p < 0,05$) no que tange o comprimento entre os quatro tratamentos, sendo o tratamento D a apresentar maior média com 12.83 ± 0.62 cm e A com menor média equivalente a 12.2 ± 0.74 cm respectivamente.

Aos 45 dias também não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$), mas com o tratamento C a apresentar maior comprimento com uma média equivalente a $12,67 \pm 0.30$ cm e o tratamento B com $11,87 \pm 0.71$ cm respectivamente. Cenários diferentes foram verificados por Leonardo (2014), pois no seu estudo, havendo redução de crescimento significativa entre a maior (200 peixes/m³) e menor (100 peixes/m³) densidade de estocagem, devido a competição por espaço físico pode ter proporcionado este resultado, como já havia sido observado por Maeda *et al.*, (2006) com juvenis de Tilápia.

4.2.2. Largura

Os valores da largura apresentados na tabela 3 mostram que não tiveram uma variação considerável no dia 0, ou melhor, no início os juvenis alocados em todos os tratamentos apresentavam uma

variação estatisticamente igual ($p < 0,05$), onde as suas médias compreendem numa faixa entre 2,41cm á 2,61cm, sendo em média 2.51 cm.

A variação da largura estatisticamente considerável entre os tratamentos foi verificada 15 dias depois, onde o tratamento D apresentou maior média, correspondente a $3,54 \pm 0,44$ cm quando comparado com os tratamentos A, B e C, que não apresentaram uma variação estatisticamente considerável entre eles, apresentando as seguintes médias $2,48 \pm 0,28$; $2,49 \pm 0,24$ e $2,41 \pm 0,25$ cm respectivamente ($p < 0,05$).

Aos 30 dias de produção foi verificado um cenário diferente, onde o tratamento A e B não apresentaram diferenças estatisticamente consideráveis entre eles, apresentando maiores médias $3,45 \pm 0,54$ e $3,32 \pm 0,48$ cm respectivamente ($p < 0,05$). E os tratamentos C e D não apresentaram variações estatisticamente consideráveis, apresentando menores médias com $2,68 \pm 0,26$ cm e $2,62 \pm 0,34$ cm respectivamente ($p < 0,05$).

No final do experimento, verificou-se uma variabilidade estatisticamente maior entre os tratamentos, onde o tratamento A com $3,43 \pm 0,34$ cm apresentou maior média sendo igual a tratamento C e D com $3,30 \pm 0,22$ cm e $3,21 \pm 0,20$ cm respectivamente ($p < 0,05$). Mas o tratamento B, C e D não apresentaram diferenças estatisticamente consideráveis com as médias numa faixa entre 3,12 a 3,30 cm ($p < 0,05$).

Atendendo a colocação feita por Tacon (1988), menor disponibilidade de nutrientes livres para a comunidade fito planctónica, uma vez que esses só estarão disponíveis após a decomposição do adubo orgânico, eis o motivo pelo qual a hapa que continha 20 indivíduos e alocado no tanque que continha o adubo orgânico, garantiu maior desempenho, apresentando maiores valores no final do experimento.

4.2.3. Peso

Os valores de peso não apresentaram variações estatisticamente consideráveis, no início do experimento (dias 0), garantindo a alocação dos juvenis com médias estatisticamente iguais ($p < 0,05$), variando na faixa entre 9,74g a 11,13g, tendo uma media correspondente à 10.435 g.

Após 15 dias, os tratamentos C e D não apresentaram diferenças significativas entre eles ($p < 0,05$), onde o tratamento D apresentou maior média e o tratamento C com menor média, sendo $14,42 \pm 0,93$ g e $13,67 \pm 0,76$ g respectivamente. Os tratamentos A e B não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre eles, com médias equivalentes a $12,02 \pm 1,63$ g e $12,17 \pm 0,79$ g ($p < 0,05$), tendo sido diferentes do tratamento C e D.

Após a passagem de mais uma quinzena, os tratamentos A e B não apresentaram variações estatisticamente significativas entre eles ($p < 0,05$), com o tratamento A apresentando maior média $19,02 \pm 3,12$ g e o tratamento B em tornos de $17,50 \pm 2,97$ g. Apesar do tratamento B apresentar uma média igual a do tratamento A, verificou-se que estatisticamente a média do tratamento B não se difere do C. Mesmo cenário foi verificado entre o tratamento B & C e C & D.

No final do experimento o tratamento A apresentou maior média, correspondente a $22,10 \pm 3,88$ g, sendo igual a média dos tratamentos B e C, em tornos de $20,15 \pm 2,79$ g e $18,08 \pm 0,30$ g quando comparados estatisticamente ($p < 0,05$). No mesmo âmbito, os tratamentos B, C e D não apresentaram diferenças estatisticamente consideráveis quando comparadas entre elas, tendo as suas médias em tornos de $20,15 \pm 2,79$ g; $18,08 \pm 0,30$ g; $17,45 \pm 1,78$ g ($p < 0,05$).

Esse fato provavelmente se deve ao tipo de adubação realizada, pois uma vez adicionado à água o adubo químico teve ação imediata, mas a disponibilidade de nutrientes desse adubo se tornou escassa rapidamente, não sendo suficiente para manter a sustentabilidade da cadeia alimentar do tanque e nutrir os juvenis de tilápia-do-nilo. Já com o adubo orgânico, a liberação de nutrientes foi mais lenta e constante ao longo do período de criação, o que provavelmente favoreceu uma produtividade natural dos tanques, suficiente para suprir as necessidades nutricionais dos juvenis de tilápia-do-nilo.

O mesmo foi observado por Baccarin e Camargo (2004): nas duas primeiras semanas de criação de tilápia-do-nilo, o ganho de peso foi semelhante nos peixes alimentados com ração e com alimento natural proveniente da adubação orgânica. Segundo Greem (1992) e Brown *et al.*, (2000), a tilápia se alimenta de grande variedade de alimentos naturais existentes nos tanques, no entanto, seu crescimento decresce quando a capacidade de suporte do meio é atingida. Esse autor afirma

que a quantidade de alimento natural, embora de excelente qualidade, não é suficiente para suportar o rápido crescimento dos peixes, e para a máxima expressão genética do ganho de peso é necessário o fornecimento de dietas capazes de satisfazer as exigências nutricionais da espécie.

Os resultados do presente estudo demonstram que o alimento natural, resultante da adubação orgânica, foi eficiente para o crescimento de juvenis de tilápia-do-nilo nos dois tipos de hapas, com maior destaque a hapa que continha 20 indivíduos fertilizado à base de composto orgânico até os 45 dias de criação o fator densidades não teve efeitos significativos ($p < 0,05$) com parados com as hapas alocadas nos tratamentos com fertilizante inorgânica.

4.2.4. Peso médio final

Atendendo as densidades correspondentes a 20 e 40 juvenis alocadas em tanque fertilizada à base de fertilizantes orgânicos, não foram verificadas diferenças significativas estatisticamente entre eles, tendo a hapa que continha 20 juvenis a apresentar maior média, simultaneamente Maeda *et al.*, (2010) e Leonardo *et al.*, (2014), relatam que a maior densidade populacional de peixes influencia no menor peso de juvenis em tanques de rede fertilizando à base de fertilizante orgânico.

Enquanto as densidades de 20 e 40 juvenis alocados em tanque fertilizado à base de fertilizantes inorgânicos, verificou-se o mesmo cenário, onde não foram verificadas diferenças significativas estatisticamente ($p < 0,05$). Cenário diferente verificado por Barcellos *et al.*, (2004), que verificaram que o aumento da densidade populacional proporcionou no aumento da concorrência por alimento, refletindo diretamente no ganho do peso de peixes.

Em suma, após o período de realização do experimento, verificou-se que o tratamento A, que compõe a hapa que continha 20 juvenis, alocado no tanque fertilizado em condições de fertilização orgânica apresentou um peso estatisticamente maior em relação aos restantes tratamentos ($p < 0,05$). Neste âmbito, este cenário é um indicativo de que usando a fertilização orgânica na produção de juvenis de *Oreochromis nilotic* as densidades menores influenciam no maior ganho de peso, condição observada também por Costa (2014) e Leonardo *et al.*, (2014), nos seus estudos sobre as densidades de estocagem sobre o desempenho e estresse de Juvenis de Tilápia (*Oreochromis nilotic*) em tanques de rede.

4.3. Desempenho zootécnico

Na tabela 4 está ilustrada a informação referente ao desempenho zootécnico do peixe tilápia nilótica baseados na fertilização orgânica e inorgânica dos tanques com diferentes densidades de povoamento em hapas. Neste âmbito, após os 45 dias de realização da pesquisa, os valores de peso dos juvenis de tilápia nilótica alocados em diferentes densidades em hapas não apresentaram variações estatisticamente significativas no início do experimento (dias 0), garantindo a alocação dos juvenis com pesos estatisticamente iguais ($p < 0,05$), mesmo cenário foi verificado no comprimento corporal. Após os 45 dias de realização do experimento, foram verificadas diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) no variável peso, onde o tratamento 2 mesmo peso com o tratamento 3 e 4, sendo o tratamento 2 apresentando maior peso (24.90 g). No mesmo âmbito, o tratamento 1 não apresentou diferenças estatisticamente significativas com os tratamentos 3 e 4, tendo o tratamento 4 apresentando menor valor (17,16 g) (vinde a tabela 3).

No que concerne o aumento do comprimento corporal, os tratamentos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$), no dia zero e após o período de realização do experimento, mas tendo o tratamento 1, nível D apresentando maior média (12.503 g) e o tratamento 2, nível C com menor média (11.229 g).

O fator condição após o seu cálculo, apresentou uma variabilidade, onde no início o tratamento 1, nível A apresentava maior valor (98.04) e o tratamento 2, nível D com menor valor (69.93), a mesma variabilidade foi verificada no final do experimento.

Tabela 4: Crescimento em peso, comprimento e fator condição.

Dietas	Peso corporal (g)		Comprimento corporal (mm)		Fator condição	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
A	10.02 ^a	19.30 ^{ab}	10.150 ^a	12.070 ^a	90.13	95.33
B	10.02 ^a	24.90 ^a	10.930 ^a	12.080 ^a	91.36	52.53
C	10.02 ^a	23.13 ^{ab}	10.540 ^a	11.229 ^a	98.04	33.30
D	10.02 ^a	17.16 ^b	10.040 ^a	12.503 ^a	69.93	46.87

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ao nível de significância de 5% de pelo teste de Tukey. **Legenda:** T1: hapa com 20 indivíduos fertilizado na base de fertilizantes orgânicos; T2: hapa com 40

indivíduos fertilizado na base de fertilizantes orgânicos; **T3**: hapa com 20 indivíduos fertilizado na base de fertilizantes inorgânicos; **T4**: hapa com 40 indivíduos fertilizado na base de fertilizantes inorgânicos.

4.4. Desempenho zootécnico final

Em função do tipo de fertilizante e densidade de alocação dos juvenis em hapas, após os 45 dias da realização do experimento, na tabela 5 estão apresentados de forma específica os valores ganhos dos diferentes parâmetros biométricos avaliados. Neste âmbito, no que concerne ao peso ganho, o tratamento B ganhou maior peso em gramas sendo de 14.715 gramas procedido pelo tratamento C e A com 13.975 & 10.013 gramas respectivamente, e o tratamento D tendo ganho menor peso sendo de 6.70 gramas.

No que concerne ao comprimento ganho, o tratamento D apresentou maior comprimento, sendo de 2.463 cm, procedido com o tratamento A e B, tendo 1.92 e 1.15 cm respectivamente, e o tratamento C apresentou menor ganho de peso, sendo de 0.689 cm, este cenário deve estar associado ao parâmetro ganho de peso e comprimento, pois este tratamento apresentou menor desempenho.

A taxa de crescimento específico também apresentou maior variabilidade, onde o tratamento A apresentou maior taxa, sendo de 0.71% procedido de tratamento C e B, com 0.63 e 0.23 respectivamente, e o tratamento D apresentando menor taxa.

No que concerne as taxas de sobrevivência durante a realização do experimento, o tratamento B destacou-se por apresentar menores mortes, apresentando 92.5% de sobrevivências, procedido com o tratamento D e A com 88.75 e 82.5% tendo o tratamento C apresentando maiores mortalidades, pois apresentou menor taxa de sobrevivência quando comparado com os restantes tratamentos, sendo em tornos de 75%.

O peso médio obtido no final do experimento, também apresentou uma grande variabilidade, onde o tratamento B apresentou maior peso médio sendo em tornos de 24.90 gramas, procedido pelo tratamento C e A com 23.13 e 19.30 gramas respectivamente e o tratamento D apresentando menor peso médio, sendo em tornos de 17.16 gramas. Esta variabilidade, deve estar associado a facilidade

de assimilação de nutrientes em função da fonte de fertilização dos tanques sendo orgânico ou inorgânico e da facilidade de convivência em função da densidade alocada.

Atendendo as diferentes densidades de povoamento dos juvenis de peixe tilápia em diferentes hapas, a biomassa final também teve maior variabilidade em função do desempenho zootécnico verificado para cada tratamento, neste âmbito, em forma de comparação entre as densidades de fertilizantes orgânicos e inorgânicos com as mesmas densidades de povoamento, o tratamento A que continha 20 indivíduos e fertilizado à base de fertilizantes orgânicos apresentou menor biomassa em tornos de 380 gramas em comparação com o tratamento D também com 20 indivíduos fertilizado à base de fertilizantes inorgânicos apresentou maior biomassa final em tornos de 462.2. Para as densidades de 40 indivíduos também submetidos a diferentes formas de fertilização dos tanques, o tratamento B apresentou maior (996) Biomassa em comparação com o tratamento D com 686.4.

Efeito de fertilizantes (orgânico e inorgânico) no desempenho zootécnico de Juvenis de Tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) cultivados em diferentes densidades de estocagem

Tabela 5: Desempenho zootécnico final

Parâmetros	Tratamentos				CV
	T1 – Orgânico		T2 - Inorgânico		
	A	B	C	D	
Peso ganho (g)	10.01 ± 1.2	14,75 ± 2.03	13,975 ± 1.04	6.70 ± 0.01	16.70
Comprimento ganho (Cm)	1.92 ± 0.01	1.15 ± 0.2	0.689 ± 0.00	2.463 ± 0.01	4.17 ± 0.5
Taxa de crescimento específico (%)	0.71 ± 0.00	0.23 ± 0.00	0.63 ± 0.00	0.14 ± 0.00	66.50 ± 0.00
Taxa de sobrevivência (%)	82.5 ± 5.25	92.5 ± 4.65	75 ± 3.12	88.75 ± 2.21	9.05 ± 1.2
Peso médio (g)	19.30 ± 1.45	24.90 ± 2.2	23.13 ± 4.2	17.16 ± 1.0	16.70 ± 3.2
Biomassa final	380 ± 2.5	996 ± 3.2	462.2 ± 0.4	686.4 ± 0.1	43.66 ± 0.5

Legenda: **A:** hapa com 20 indivíduos fertilizado na base de fertilizantes orgânicos; **B:** Tanque terra com 40 indivíduos fertilizado na base de fertilizantes orgânicos; **C:** Tanque terra com 20 indivíduos fertilizado na base de fertilizantes inorgânicos; **D:** Tanque terra com 40 indivíduos fertilizado na base de fertilizantes inorgânicos; **CV** – Coeficiente de variação.

5. CONCLUSÕES

Durante a realização do experimento, os parâmetros limnológicos e os parâmetros de qualidade de água comportaram-se dentro dos intervalos estabelecidos com algumas variações que não afetaram o desempenho dos peixes. No que concerne as densidades, a densidade mínima estudada (20 juvenis) alocada em tanque fertilizado com base no fertilizante orgânico apresentou os melhores resultados de desempenho, sendo a mais indicada para a produção de *Oreochromis niloticus* em hapas de rede de náilon alocadas em tanque terra e no que tange ao tipo de adubação, conclui-se que para a combinação entre a adubação com matéria orgânica e 20 indivíduos por hapa, tem demonstrado melhores resultados.

6. RECOMENDAÇÕES

Após a realização experimento, a seguir estão apresentadas as recomendações em função dos resultados obtidos.

- ✚ No cultivo de Tilápia nilótica em tanques de terra, recomendo o uso de esterco de aves de postura para a produção;
- ✚ Ainda no mesmo âmbito, recomenda-se o povoamento de 20 alvinos em hapas com 12 m³ em tanque terra fertilizado com base no fertilizante orgânico.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARCELLOS, L.J.G.; KREUTZ, L.C.; QUEVEDO, R.M.; FIOREZE, I.; CERICATO, L.; FAGUNDES, M.; CONRAD, J.; BALDISSERA, R.K.; BRUSCHI, A.; RITTER, F. **Nursery rearing of jundiá, *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard) in cages: cage type, stocking density and stress response to confinement.** *Aquaculture*, v.232, p.383-394, 2004.

BOYD, C. **Water quality in ponds for aquaculture.** Alabama: Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, 1990.

CARMO, J. L. **Avaliação do crescimento de três linhagens de tilápias *Oreochromis sp.*, em sistema semi-intensivo, cultivadas em viveiros.** 2003. 62 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2003.

COSTA, Â. A. P. **Densidade de Estocagem sobre o Desempenho e Estresse de Juvenis de Tilápias (*Oreochromis niloticus*) em Tanques-rede.** Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília. 2014.

DE FARIA, R. H. S., MORAIS, M., SORANNA, M. R. G. S., SALLUM, W. B., *Manual de criação de peixes em viveiros*, Brasil, 2013.

FREITAS, T. M., *Desempenho produtivo e crescimento muscular de linhagens de tilápia-do-nilo cultivadas na fase inicial*, SP-Brasil, 2011.

FAO. **El estado mundial de la agricultura y la alimentación: pagos a los agricultores por servicios ambientales.** Roma: FAO, 2007

GUIMALHÃES, A.F. Criação de peixes. Ilhéus - BA. **Ceplac**. 28p. 2012.

INAQUA, modulo-I: curso modular de capacitação em aquicultura, Maputo, s.d.

IZEL, A. C. U.; CRESCÊNCIO, R.; O'SULLIVAN, F. F. L. DE A.; CHAGAS, E. C.; BOIJINK, C. de L.; SILVA, J. I. **Produção intensiva de tambaqui em tanques escavados com aeração.** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2013. 4 p.

IINFOSA. **Plano de desenvolvimento da aquicultura de pequena escala para Moçambique.** 2009.

IMBIRIBA, E. P.; JÚNIOR, J. B. L.; CARVALHO, L. O. D. M. **Parâmetros Ambientais e Qualidade da Água na Piscicultura**. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Embrapa. 2007.

JÚNIOR, A. M. **Efeito da Temperatura no Desempenho e na Morfometria de Tilápia *Oreochromis niloticus*, de Linhagem Tailandesa**. Viçosa. Brasil. 2006.

LEONARDO, A. F. G.; BACCARIN, A. E. **Desempenho Produtivo de Tilápias do Nilo Criadas em Tanques Rede em Represa Rural no Vale do Ribeira**.

B. Indústr. Anim., Nova Odessa, v.71, n.3, p.256-261, 2014.

KUBITZA, F., *Aquagenética: Alevinos de alta qualidade*, Brasil, 2003.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiá: Fernando Kubitza, 2000.

MAEDA, H.; SILVA, P.C.; AGUIAR, M.S.; PADUA, D.M.C.; OLIVEIRA, R.P.C.; MACHADO, N.P.; RODRIGUES, V.; SILVA, R.H. **Densidade de estocagem na alevinagem de tilápia-do-nilo em tanque rede**. *Ciência Animal Brasileira*, v.11, p.471-476, 2010.

MAEDA, H., SILVA, P. C., OLIVEIRA, R. P. C., AGUIAR, M. S., PÁDUA, D. M. C., MACHADO, N. P., RODRIGUES, V., DA SILVA, R. H., *Efeitos da densidade de estocagem na segunda alevinagem de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), em sistema raceway*, *Ciência Animal Brasileira*, 2006.

LIMA, A. F.; SILVA, A. P.; RODRIGUES, A. P. O.; BERGAMIN, G. T.; TORATI, L. S.; PEDROZA FILHO, M. X.; MACIEL, P. O. **Qualidade da água: piscicultura familiar**. Palmas: **Embrapa Pesca e Aquicultura**, 2013.8p. Disponível em: < 2064/1/agua.pdf >. Acesso em: 12/01/2017.

LAMBERT, Y.; DUTIL, J. D. Food intake and growth of adult Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) reared under different conditions of stocking density, feeding frequency and size grading. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 192, p. 133- 147, 2001.

Leonardo, A. F. G.; Tachibana, L.; Corrêa, C. F.; . Gonçalves, T. G.; Baccarin, A. E. **Qualidade Da Água E Desempenho Produtivo De Juvenis De Tilápia-Do-Nilo Em Viveiros, Utilizando-Se Três Sistemas De Alimentação.** Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba, v. 7, n. 4, p. 383-393, out./dez. 2009.

LONG, L. et al. Effect of biofloc technology on growth, digestive enzyme activity, hematology, and immune response of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 448, p. 135-141, 2015.

LOPERA B., N.M.; RIBEIRO, R.P.; POVH, J.A.; VARGAS, L.; STREIT JR., D.P. **Tilapicultura semi-intensiva em tanques: Alternativas de fertilização e produção - Revisão.** Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR, Umuarama, v. 9, n. 1, p.67-76, 2006.

OLIVEIRA, E. G.; SANTOS, F. J. S. Piscicultura e os desafios de produzir em regiões com escassez de água. **Revista Ciência Animal**, v. 25, n. 1, p. 133-154, 2015.

OLIVEIRA, E.G.; SANTOS, F.J.S.; PEREIRA, A.M.L.; LIMA, C.B. Produção de tilápia: Mercado, espécie, biologia e recria. **Circular Técnica**, v. 45, n. 12, p. 1-12. 2007.

PINTO, R. D., *Efeito da densidade de estocagem no crescimento do jundiá*, Brasil, 2011.

VIDAL, M. F. Panorama da piscicultura no Nordeste. Fortaleza – CE. **Caderno Setorial ETENE**. v. 1. n. 3. Nov.2016.

PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B. A. S.; ROUBACH, R.; ITUASSU, D. R.; GANDRA, A. L.; CRESCÊNCIO, R. Cultivo do pirarucu (*Arapaima gigas*) em viveiro escavado. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 33, n. 4, p. 715–718, dez. 2003.

NEW, M. B. **Freshwater prawn culture: a review.** *Aquaculture*, v. 88, p. 99-143, 1990.

TACON, A. G. J. **The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp.** A Training Manual Feeding Methods, v. 3, p. 208, 1988.