

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

GABRIEL DA SILVA RODRIGUES
MARCELO AUGUSTO NUNES DA SILVA SOBRINHO
MARCOS JUN ORIKASSA
MATHEUS LOMBA SILVA

**Performance produtiva de tilápias do Nilo em tanques-rede tratadas
com alta frequência alimentar e diferentes porções**

Pirassununga
2021

GABRIEL DA SILVA RODRIGUES
MARCELO AUGUSTO NUNES DA SILVA SOBRINHO
MARCOS JUN ORIKASSA
MATHEUS LOMBA SILVA

**Performance produtiva de tilápias do Nilo em tanques-rede tratadas
com alta frequência alimentar e diferentes porções**

Projeto de pesquisa
apresentado à Faculdade de
Zootecnia e Engenharia de
Alimentos da Universidade de São
Paulo, como parte dos requisitos
para aprovação na disciplina de
Norma técnica e redação do curso de
Engenharia de Biossistemas.

Orientador:
Profa. Dra. Ivana Morais
Geremias de Andrade
Prof. Dr. José Antonio Rabi

RESUMO

Objetivando suprir a demanda do mercado de pescados, a aquicultura intensiva, voltada principalmente à produção de tilápias, vem crescendo cada vez mais no Brasil, país que expressa projeções favoráveis de contribuição para o mercado nacional e internacional. Dentro desse contexto é crucial a compreensão dos fatores que implicam diretamente no rendimento produtivo desse cultivo, para assim desenvolver um ambiente propício, de máxima eficiência produtiva sem perda da qualidade do produto final, fatores esses como: a temperatura, qualidade da água, oferta de oxigênio, qualidade da ração e frequência alimentar podem implicar positiva ou negativamente na produção. A pesquisa será desenvolvida a partir da criação de tilápias Nilóticas, *Oreochromis niloticus*, em tanques-rede, dispostas a densidade de 93 peixes por metro cúbico. O estudo visa a maximização na ingestão de nutrientes e a redução do desperdício da ração, proporcionado pela disposição de ração, por parte dos alimentadores programados, em porções, de 2 a 4% do peso vivo dos indivíduos por dia, ofertadas em intervalos ideais, 48 refeições com intervalos de 22 ou 30 minutos distribuídas ao longo do dia, variando conforme o grupo a ser estudado. O estudo ofertará uma ração de composição: 32% proteína bruta e 65% de lipídeos. Assim, haverá condições ideais para a criação de tilápias de 185g, durante 4 meses, onde 6 grupos serão criados a uma taxa alimentar e intervalo entre refeições distintos, realizando o experimento em triplicata, renderão 18 tanques-rede para análise, que expressarão a melhor estratégia de criação. Os parâmetros da criação, como concentração de oxigênio, pH e temperatura serão constantemente controlados.

Palavras-chave: Tilápia. Produtividade. Alimentação. Qualidade. Influência.

ABSTRACT

Aiming to supply the demand of the fish market, an intensive aquaculture, mainly focused on the production of tilapia, has been growing more and more in Brazil, a country that expresses favorable projections of contribution to the national and international market. Within this context, it is crucial to understand the factors that directly affect the productive yield of this crop, in order to develop a favorable environment, with high production efficiency without losing the quality of the final product, factors such as: temperature, water quality, supply oxygen, feed quality and feed frequency may positively or negatively affect production. The research will be developed from the creation of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, in net tanks, arranged at a density of 93 fish per cubic meter. The study aims to maximize nutrient intake and reduce feed waste, provided by the provision of feed by programmed feeders, in portions of 2 to 4% of the desired live weight per day, offered at ideal intervals, 48 meals with intervals of 22 or 30 minutes distributed throughout the day, varying according to the group to be studied. The study will offer a composition ration: 32% crude protein and 65% lipids. Thus, there will be ideal conditions for raising 185g tilapia tilapia for 4 months, where 6 groups reared at a different feed rate and interval between meals, carrying out the experiment in triplicate, will yield 18 net tanks for analysis, which will express the best creation strategy. The parameters of creation, oxygen concentration, pH and temperature constantly controlled.

Keywords: Tilapia. Productivity. Quality food. Influence.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
1.1	OBJETIVOS	6
1.2	JUSTIFICATIVA	6
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1	MERCADO DE PESCADOS.....	7
2.2	A ESPÉCIE.....	8
2.3	DIETA.....	9
2.4	DESTINO DOS PRODUTOS.....	11
2.5	AMBIENTE DE CRIAÇÃO	12
2.6	MODELOS DE CRIAÇÃO.....	14
2.6.1	MODELO SEMI-INTENSIVO	15
2.6.2	MODELO INTENSIVO EM TANQUES-REDE.....	16
2.7	MATERIAL E MÉTODOS	17
3	RESULTADOS ESPERADOS	18
4	CRONOGRAMA.....	19
	REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

Para seguir atendendo ao crescimento exponencial da população, todos os produtores do ramo alimentício devem seguir se adequando e revolucionando seus sistemas de produção, de forma a suprir as necessidade do mercado consumidor, objetivando o fornecimento de produtos de procedência aos consumidores. Dentro desse contexto, segundo estimativas, a população mundial atingirá um total de 9 bilhões de pessoas até o ano de 2050 (FAO, 2014). A partir dessa projeção despertou-se, mais uma vez, a preocupação quanto a produção de alimentos, nesse âmbito foram discutidas maneiras para que a produção possa crescer juntamente com a demanda da população. A preocupação maior se voltou no entorno dos produtores de proteína animal, onde, dentre as propostas de intensificação da produção, estavam situadas as áreas de criações de aves, suínos, bovinos e também de pescado. Pensando na futura demanda produtiva, na necessária adequação e aumento produtivo, além de se pautar principalmente no potencial hídrico, no clima e nos recursos existentes no Brasil, o país apresenta potencial para ser protagonista dentro do cenário de pescados (PEREIRA et al., 2007), cenário esse em que associou-se uma estimativa de que até o ano de 2030 a produção anual possa girar entorno de 20 milhões de toneladas por ano (SCHULTER; FILHO, 2017). Dentro desse meio, no ano de 2014, a contribuição mundial para o mercado de pescados foi de 167,2 milhões de toneladas, das quais 44,19% tinha como origem a aquicultura, o que representou cerca de 73,8 milhões de toneladas dentro desse mercado, nesse contexto o Brasil se situou no 13º lugar dentre os maiores produtores de pescado no mundo, ano em que o país contribuiu com 561 mil toneladas (FAO, 2016).

Por representar maiores taxas de rendimentos e ser um meio de produção constante, a aquicultura vem se tornando a frente desse mercado, se apresentando como uma rota mais eficiente quando comparada a pesca extensiva. Uma vez que as espécies foco da pesca apresentam diferentes rendimentos ao longo dos períodos de pesca, por estarem em seus habitats, ambientes em que não há um controle térmico e uma oferta de alimento ideal, sendo assim inconstantes seus valores, além dos estoques serem regulados por leis, para que assim se assegure a perpetuação das espécies. A preferência pelo modelo que melhor alimenta esse ramo produtivo pode ser notada a partir do mercado de pescados de 2018, onde 39 países contribuíram

mais por meio de produtos de origem da aquicultura do que por produtos da pesca extensiva (FOGAÇA,2020). Pensando no maior rendimento possível dentro desse contexto, a alimentação é um dos fatores cruciais que impactam diretamente no ganho de peso dos peixes. Por esse motivo, desenvolver sistemas de criação embasados nas condições biológicas ideais, focados em assegurar a eficiência alimentar das tilápias resultam no aumento da produtividade do sistema de criação e na decorrente redução no desperdício de ração

1.1 OBJETIVOS

Possibilitar o desenvolvimento de estratégias de alimentação para o sistema de criação, por meio de métodos mais eficazes, focando na melhora da ingestão de nutrientes e na decorrente redução do desperdício de ração dentro do cultivo. Para assim ampliar o ganho de peso dos peixes, objetivando a produção de carne de qualidade; além de reduzir o desperdício desnecessário de ração e, indiretamente, assegurar a qualidade da água, essencial para o cultivo.

1.2 JUSTIFICATIVA

As pressões que atuam ao redor dos sistemas de criação intensivos de tilápia são fatores cruciais à serem compreendidos, uma vez que interferem diretamente no rendimento produtivo, influenciando principalmente a ingestão de nutrientes por meio da alimentação. Fator esse que impacta nos custos de criação e na qualidade final do produto. Assim, faz-se necessária a compreensão e decorrente associação desse conjunto de fatores para desenvolver estratégias de criação que minimizem os impactos na produção.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MERCADO DE PESCADOS

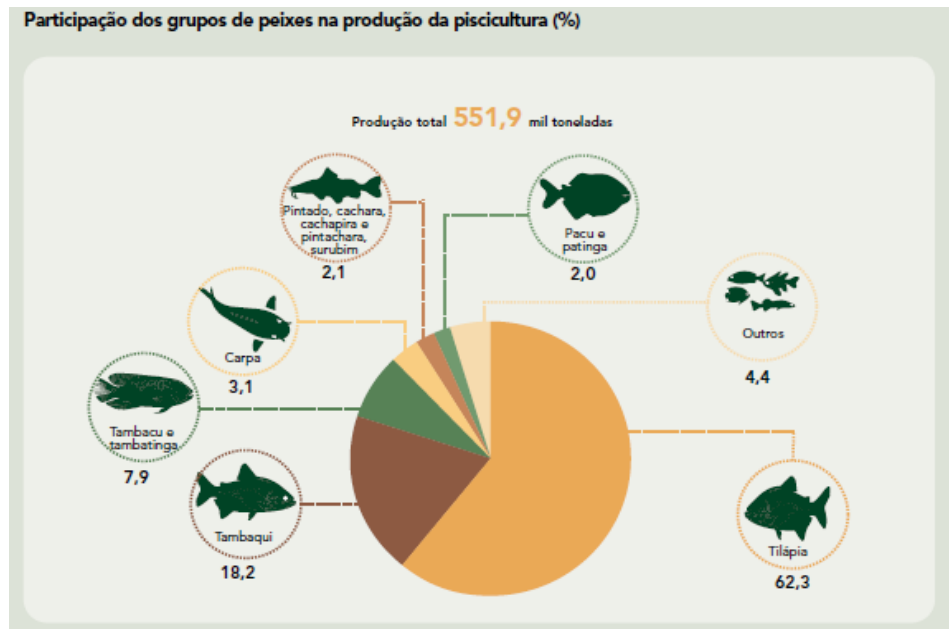
Nesse mercado de proteína animal o produto final pode ter como origem um sistema extrativista, onde os produtos são explorados em seu ambiente natural, sendo obtidos por meio da extração do meio ambiente. Sendo uma estratégia que implica na preocupação ambiental quanto à conservação da vida aquática, principalmente quanto à vida marinha. O monitoramento desse ramo de exploração, no Brasil, reflete uma realidade preocupante, onde cerca de 65,8% do estoque pesqueiro marinho, no ano de 2017, foram considerados como biologicamente sustentável, sendo que boa parte desses estoques se situavam próximos aos limites de captura (FOGAÇA, 2020), que são medidas estipuladas para a conservação das espécies, fatores esses que podem implicar no desaparecimento ou redução drástica no número de indivíduos das espécies exploradas. Evidenciando assim um sistema prejudicial ao meio ambiente e a vida marinha.

Além da pesca extrativista, uma outra maneira de se obter os pescados têm por origem os sistemas de cultivo, onde o produto final é obtido a partir da aquicultura, um ramo que se fundamenta na criação de qualquer espécie aquática que possa ser explorada, economicamente, em ambientes controlados. A aquicultura pode ser repartida em modelos de produção, que variam conforme a espécie cultivada. No Brasil, os modelos de produção predominantes são: Piscicultura, modelo de criação de peixes, atividade evidente nas 5 regiões do país; Carcinicultura, modelo de criação de camarões, atividade evidente na região nordeste; Malacocultura, modelo de criação de moluscos, ostras e mexilhões, atividade evidente na região sul (SCHULTER; FILHO, 2017).

No Brasil, segundo a Produção da Pecuária Municipal 2020, uma das pesquisas realizadas pelo IBGE, da produção total da piscicultura, 551,9 mil toneladas naquele ano, 62,3% desse montante, 343,6 mil toneladas, tiveram como origem a criação de tilápias (figura 1). Espécie que desde a inclusão da piscicultura na pesquisa, no ano de 2013, vem se tornando a de maior relevância no meio (IBGE, 2019). A espécie em questão expressa como principais características: sua fácil adaptação nos mais variados ambientes, podendo ser criada em meios de salinidade acentuada e até de baixas temperaturas; fácil reprodução; excelente qualidade final da carne; grande valor de mercado agregado; baixos custos de produção (PEREIRA

et al., 2007). Por estes principais fatores e por ser a espécie que melhor se desenvolve em cativeiro a tilápia expressa seu predomínio no ramo da aquicultura nacional.

Figura 1: Participação na produção da piscicultura 2020



Fonte: IBGE, 2020

2.2 A ESPÉCIE

No ramo da aquicultura mundial há quatro espécies de tilápias que, por decorrência de suas características (tabela 1), predominam frente a produção para o mercado de pescados, sendo elas: *Oreochromis niloticus*, tilápia nilótica ou tilápia do Nilo; *Oreochromis mossambicus*, tilápia de Moçambique; *Oreochromis aureus*, tilápia azul ou tilápia áurea; *Oreochromis urolepis hornorum*, tilápia de Zanzibar (PEREIRA et al., 2007).

Tabela 1: Características das tilápias

Característica	Tilápia do Nilo	Tilápia Azul	Tilápia de Moçambique	Tilápia de Zanzibar
Crescimento	*****	*****	***	***
Tolerância ao frio	****	*****	***	***
Tolerância à salinidade	***	****	*****	*****
Maturação sexual, em meses	5 a 6	4	3	3 a 4
Prolificidade	*****	****	***	***

Observação: quanto maior o número de asteriscos, melhores são os indicadores.

Fonte: Kubitza, 2000

No âmbito nacional, a espécie que se destaca frente ao meio produtivo é a tilápia do Nilo, ou tilápia nilótica, que vem da linhagem Chitralada da Tailândia. Por essa linhagem elas são popularmente conhecidas como tilápia Tailandesa ou tilápia Chitralada (PEREIRA et al., 2007).

As Tilápias, no geral, são peixes tropicais, e por essa característica expressam uma faixa de conforto térmico que se situa entre 27 e 32°C (OSTRENSKY; BOERGER, 1998). Onde esse fator é tão relevante para a criação, que o apetite e o desenvolvimento dos peixes é diretamente influenciado por esse fator, de tal forma que ambientes com temperaturas inferiores a 15°C implicam na interrupção parcial ou total da ingestão de alimento (RAUH, 2015).

A maturidade sexual da espécie é alcançada, normalmente, entre 4 a 5 meses de idade. A partir desse ponto os indivíduos são capazes de colocar, em média, de 800 a 2000 óvulos por desova, cerca de 4 a 5 óvulos por grama de peso vivo da fêmea. Vale ressaltar que sua maturidade sexual pode variar, uma vez que está intimamente atrelada às condições de criação, ambiente e clima. Além disso, as tilápias são peixes que apresentam uma reprodução do tipo parcelada, onde as fêmeas chegam a desovar entre 8 a 12 vezes por ano. Somado a essas características, as fêmeas expressam fortes hábitos protetivos quanto a sua prole, desde assegurar o cuidado protegendo o cardume juvenil e trazendo alimento para eles, até deixar de se alimentar para carregar os ovos em seu aparelho bucal ou até mesmo os alevinos, quando presente condições de perigo (PEREIRA et al., 2007). Fatores esses que contribuem para o rápido desenvolvimento da espécie.

2.3 DIETA

As tilápias são peixes que expressam um hábito alimentar amplo, ingerindo desde uma dieta herbívora, fitoplanctófago, onívora até detritívora. Onde, apesar de a tilápia nilótica, originalmente, esboçar o hábito fitoplanctófago a espécie é passível de ingerir ração, de origem dos subprodutos da agropecuária (PEREIRA et al., 2007). Esboçando, mais uma vez, seu caráter de fácil adaptabilidade às condições que forem expostas.

No âmbito geral, a cadeia produtiva da aquicultura é regida, principalmente, pela boa alimentação, que é uma das etapas cruciais que mais exercem influência sobre o desenvolvimento dos peixes. Sendo uma fase tão impactante que erros nessa

etapa da produção, principalmente quando se trabalha em larga escala, podem levar a perdas produtivas e econômicas do sistema (OLIVEIRA et al., 2016). Para se ter uma base, os gastos com as rações empregadas para o cultivo de tilápia podem alcançar de 40 a 70% do custo total da produção (KUBITZA, 1999), valor que pode ser entendido como reflexo da necessidade de atender as expectativas de tamanho e qualidade estipulados pelo mercado. Dentro desse contexto, o tipo de ração escolhida e sua quantia, assim como frequência de alimentação e a qualidade são fatores que interferem na qualidade final da proteína.

A composição da ração ofertada ao longo do desenvolvimento do peixe varia de acordo com o peso do animal e sua etapa de desenvolvimento. Majoritariamente as rações comerciais são compostas por: farinha de carne e ossos; farinha de peixe, que pode ter como origem o reaproveitamento de subprodutos da própria criação de tilápias, como: cabeças, vísceras e espinhas; farelo de arroz; ácidos graxos essenciais, óleos e gorduras; vitaminas e minerais. Produtos estes que, em sua maioria, são de origem animal. A partir desses produtos base é que são elaboradas as fórmulas que resultam nas quantidades de nutrientes suficientes para garantir o desenvolvimento e o desempenho reprodutivo desses animais. A partir da fase de desenvolvimento, oferta-se alimento numa taxa que varia de 2 a 4% do peso médio dos peixes por dia, de forma que se assegure a quantidade de nutrientes suficientes para a engorda do cardume (OLIVEIRA et al., 2016).

Quando em fase de crescimento, a dieta dos peixes é desenvolvida para ofertar de 28 a 40% de proteína bruta (PB), por se tratar de uma fase primordial de desenvolvimento, que demanda de grandes parcelas de proteína e energia para o desenvolvimento forte e saudável. Nesse contexto as rações são desenvolvidas pensando na quantidade essencial de energia digestível e proteína bruta, para assegurar que a proteína não seja consumida para geração de energia, assim ficando disponível para o desenvolvimento da musculatura do peixe, promovendo seu crescimento; ao passo que a energia digestível não deve estar em excesso, o que resultaria na deposição de gordura visceral, um fator que reduz o rendimento e a qualidade da carcaça.

A frequência alimentar dos peixes varia: quando na fase inicial do desenvolvimento pode ser dividida de 2 a 6 refeições diárias; já na fase de engorda a refeição pode ser dividida entre 6 ou mais refeições, de tal modo que quanto maiores

forem as repartições da alimentação diária, ou seja, quanto maior for a frequência alimentar, respeitando o intervalo de apetite dos peixes, maiores serão as chances de todos os indivíduos se nutrirem. Evitando assim a competição momentânea pelo alimento, que ocorre normalmente em casos de menor frequência alimentar, fator que acaba subnutrindo alguns indivíduos; além de implicar na redução da demanda de oxigênio para metabolizar cada refeição (OLIVEIRA et al., 2016).

O intervalo entre as refeições é tão importante quanto a própria alimentação, de modo que a oferta de alimento antes do restabelecimento do apetite implica na redução da absorção de nutrientes, assim levando ao desperdício da ração e no consequente gasto excessivo para produção (OLIVEIRA et al., 2016). Dentro desse contexto, quando a alimentação é pensada visando a maior frequência alimentar, com base na repartição da refeição diária em intervalos de tempo ideais, entre 22 e 30 minutos, os resultados obtidos esboçam uma eficácia maior na absorção de nutrientes, o que implica num aumento do desenvolvimento do peixe; sem impactar no índice víscero-somático, que se trata da gordura visceral, assim garantindo a qualidade da carcaça; além de reduzir o tempo gasto com a engorda e a perda de alimento por refeição (OLIVEIRA et al., 2016). Dessa forma sendo possível criar um lote de tamanho mais homogêneo, reduzindo o tempo gasto em engorda e melhor aproveitando a ração.

2.4 DESTINO DOS PRODUTOS

Tratando-se do mercado interno brasileiro e externo, o principal destino são as redes varejistas, que demandam de grandes quantidades de tilápia fresca para consumo em peixarias, feiras livres e supermercados (BARROS et al., 1978). Em 2004, 76% da produção no Brasil concentrava-se nas regiões Sul e Nordeste garantindo o quarto lugar dentre os maiores exportadores, tendo os Estados Unidos, o maior importador da carne (FITZSIMMONS, 2007), como um dos principais destinos de exportação dessa proteína. Já quanto ao mercado interno, o maior consumidor da proteína é o estado do Ceará (PEREIRA et al., 2007).

O mercado é tão favorável que muitas das empresas frigoríficas de grande porte reservam para si o volume de peixes abatidos, objetivando a venda direta para o consumidor final, de modo que usam de seus investimentos para a própria comercialização do produto no mercado, ofertando a proteína nas opções: tilápia

inteira eviscerada; tilápia em filé fresco, produto de maior valor agregado dentro do mercado (PEREIRA et al., 2007); e tilápia em filé congelado.

Apesar do aumento anual da produção de pescados para consumo, as principais indústrias e frigoríficos, que abastecem o mercado nacional, apenas descartam, ao invés de destinarem para outros ramos, os resíduos das tilápias, como: Cabeças, escamas, pele, vísceras e carcaças. O descarte desses resíduos, sem prévias medidas sanitárias, resulta em sérios problemas ambientais, bem como a contaminação e possível eutrofização de corpos d'água. Esse desperdício soma entorno de 16% da produção, que deixa de ser explorada (KUBITZA, 2006). Muitas vezes isso se deve à falta de conhecimento em alternativas e tecnologias para o reaproveitamento desses produtos, consequentemente essas empresas acabam não potencializando seu lucro com o reuso desse recurso, o que deixa de render possíveis vagas de empregos neste ramo (PESSATTI, 2001). Contudo, há alternativas para os resíduos da produção, de tal forma que cabeças, vísceras e as espinhas, podem ser redirecionados à produção de farinha de peixe, que retorna para a cadeia produtiva da aquicultura na forma de um dos componentes da ração. Já as peles podem ser devidamente tratadas e redirecionadas para os hospitais, objetivando levantar um estoque nacional suficiente, voltado para atender eventuais vítimas de queimaduras, uma vez que tem-se em desenvolvimento estudos clínicos que indicam a eficácia desse subproduto no processo de cicatrização (JÚNIOR, 2017).

2.5 AMBIENTE DE CRIAÇÃO

A influência da qualidade da água sobre o desempenho da produção está intimamente relacionada a aspectos físicos, químicos e biológicos, sendo a qualidade alterada por elementos internos e externos ao ambiente de criação, de tal modo que existem diversos fatores que podem afetar o desenvolvimento dos peixes, os mais recorrentes são: a amônia, o oxigênio, o dióxido de carbono, o pH, a temperatura e a salinidade.

A amônia é a principal excreta nitrogenada liberada pela maioria dos peixes ósseos, tendo como característica sua alta toxicidade (REECE et al., 2015). Essa excreta é transportada pelo sangue principalmente como íon amônio, porém a excreção acontece na forma de amônia não ionizada (BOYD, 2017). O aumento da concentração de amônia no ambiente de criação pode afetar a eliminação da mesma pelas guelras, uma vez que o processo ocorre por difusão (WILKIE, 1997).

Consequentemente, isso leva a um acúmulo de amônia no sangue, podendo provocar a diminuição da eficiência respiratória, problemas na osmorregulação, aumento da vulnerabilidade a doenças, acidose, diminuição no crescimento dos peixes, podendo também levar à morte (BOYD, 2017).

Além da amônia, os gases com maior impacto na piscicultura são o oxigênio e o dióxido de carbono. A falta de oxigênio dissolvido em água é um problema grave em uma criação de peixes, de tal modo que o declínio da concentração de oxigênio reduz a ingestão de alimento, consequentemente afetando o crescimento dos animais, deixando-os mais vulneráveis a doenças infecciosas e podendo levar à morte (BOYD; TUCKER, 1998). Altos índices de dióxido de carbono em água podem prejudicar a eliminação do dióxido de carbono do sangue para o meio externo através das guelras, resultando em uma acidose. Ocorre ainda, devido a essas alterações, uma diminuição da afinidade dos pigmentos respiratórios ao oxigênio (efeito Bohr), o que leva a uma baixa eficiência respiratória e reduz a tolerância dos peixes a baixas concentrações de oxigênio dissolvido (BOYD, 2017).

Outro fator que pode causar estresse nos peixes é o pH da água. Embora a tolerância a certas faixas de pH seja diferente para cada espécie, o intervalo ideal de pH para a maioria dos peixes de água doce varia de 6,5 a 9,0, enquanto em peixes de água salgada, o pH ótimo varia de 7,5 a 8,5. Os órgãos mais vulneráveis às mudanças de pH são as guelras, considerando a sua fragilidade e contato contínuo com a água. Em meios com pH baixo, ocorrem danos ao epitélio, uma maior produção de muco, a diminuição de trocas gasosas, o aumento da permeabilidade a íons e do efluxo de íons difusional, acidose, e gastos de energia mais elevados para manter o funcionamento das guelras e realizar a osmorregulação. Efeitos similares são observados em meios com pH alto: as guelras sofrem danos, a respiração, a osmorregulação e o equilíbrio ácido-base do sangue são comprometidos, e o peixe precisa despende uma maior quantidade de energia na osmorregulação e manutenção das guelras. A baixa concentração de íons H^+ também afeta a excreção de amônia, discutida anteriormente, uma vez que aumenta a concentração de amônia na forma não ionizada presente na água e consequentemente diminui a eliminação de amônia pelas guelras (BOYD; TUCKER, 1998).

A temperatura é um fator que também possui grande influência sobre o desempenho dos peixes. Como os peixes são pecilotérmicos, a temperatura do corpo

desses animais varia de acordo com a temperatura da água, afetando diretamente a velocidade de processos bioquímicos do metabolismo. A temperatura ideal muda de acordo com a espécie do peixe criado: no intervalo de temperatura ótima, os peixes apresentam um maior crescimento e consumo de oxigênio, ao passo que fora do intervalo, o crescimento e o consumo de oxigênio são menores e a susceptibilidade a doenças infecciosas é maior. Mudanças rápidas na temperatura podem gerar um estresse térmico, comprometendo a osmorregulação e podendo levar à morte do peixe em casos de choque térmico. A temperatura também atua, de forma direta ou indireta, sobre outros fatores de qualidade da água, afetando reações químicas, a solubilidade de substâncias como gases e sais, a atividade de enzimas e o desenvolvimento de seres vivos do ecossistema aquático (BOYD; TUCKER, 1998).

A salinidade, assim como a temperatura, possui faixas diferentes de concentração ideal para cada espécie e tipo de peixe: de água doce, marinho ou eurialino. No intervalo de salinidade ótima, os peixes apresentam o melhor crescimento, enquanto fora do intervalo os animais podem apresentar produtividade e taxas de sobrevivência menores. Em concentrações não ideais de sais, a quantidade de energia utilizada para realizar a osmorregulação é maior, drenando parte da energia que seria disponibilizada para outros processos como o crescimento. Além dos efeitos diretos sobre o desempenho e saúde dos peixes, a salinidade pode interferir na constante de equilíbrio de reações químicas, por influência da força iônica, e diminuir a solubilidade de gases, por meio do efeito de "salting-out", afetando os animais indiretamente pela alteração das concentrações de oxigênio e amônia em água (BOYD; TUCKER, 1998).

2.6 MODELOS DE CRIAÇÃO

Visando a produção de larga escala para o mercado consumidor e tendo em vista que a reprodução é uma atividade que demanda altos investimentos em infraestrutura, insumos e mão-de-obra qualificada, essa etapa, nos sistemas voltados ao cultivo comercial, impacta negativamente, uma vez que as espécies de tilápia apresentam como característica: a precocidade reprodutiva; a fecundação de várias fêmeas por apenas 1 macho; a desova parcelada; além do tempo despendido para o cuidado e a energia gasta por parte das fêmeas. Devido a essas características e à baixa taxa de crescimento das fêmeas, a ausência delas no sistema produtivo impacta positivamente no aumento da produção, uma vez que a adoção de alevinos revertidos

sexualmente implica na preocupação voltada, apenas, ao processo de recria, também tratado como fase de engorda, que é voltado à produção da proteína para o mercado de consumo (PEREIRA et al., 2007). Nesse âmbito, a reversão sexual pode ser brevemente entendida como a inserção de hormônio na alimentação durante a fase inicial de vida do peixe, conhecida como fase de larva, assim induzindo, por meio do hormônio, a diferenciação do tecido gonadal, tecido responsável pela formação do órgão sexual do peixe, para formação de testículos (GUIMARÃES RIBEIRO, 1996).

Dentro da aquicultura é crucial se ter em mãos dados como o peso médio dos peixes, para assim ter o controle da produção durante todas as etapas de criação. Pensando nisso, é indicada uma biometria, que consiste na coleta de dados de ao menos 10% da população a ser analisada, essa coleta deve ser efetuada no período mais frio do dia, visando a redução da mortandade e do estresse, fatores que prejudicam a produção. Essa coleta de dados deve ser realizada de 15 a 30 dias, analisando os valores médios do comprimento e o peso dos indivíduos para eventuais cálculos com base no número de indivíduos daquele tanque-rede ou daquele viveiro, valor que é do conhecimento do produtor. A partir desses cálculos é possível a administração da ração, que passa por reajustes conforme o desenvolvimento, além do controle da mortandade dos animais (PEREIRA et al., 2007).

Dentre os modelos de criação, destacam-se (PEREIRA et al., 2007): o semi-intensivo e o intensivo em tanques-rede.

2.6.1 MODELO SEMI-INTENSIVO

O modelo semi-intensivo é o método que adota a produção em viveiros, que podem ser compreendidos como estruturas escavadas no solo. Sendo recorrente a adoção do viveiro em formato retangular, de variável declividade das paredes, uma vez que elas são associadas ao tipo de solo em que o sistema foi construído.

Visando a qualidade do meio, a implantação de encanamento constituído por materiais galvanizados deve ser evitada, para que não ocorra a contaminação dos peixes pela possível liberação de substâncias tóxicas. Outro fator de suma importância para o sistema é a oxigenação, esta é potencializada com a disposição do cano de entrada situado a 0,50m acima do nível do tanque.

Tão importante quanto os itens anteriores é o necessário cuidado quanto a qualidade do meio, principalmente quanto ao pH em que serão recebidas as tilápias, nesse meio o pH deve ser superior a 6,5.

Dependendo da fase de desenvolvimento que o alevino revertido foi adquirido pelo produtor deverá ser adotada uma forma de criação:

Alevinos pós-reversão, os peixes adquiridos apresentam tamanho muito reduzido, cerca de 14mm de comprimento, possuindo no máximo 1,0g. Nesse sentido é necessária uma fase de desenvolvimento prévio dos alevinos, para isso eles devem ser dispostos em viveiros, previamente preparados, alimentandos com uma proporção de 10% a 20% do peso vivo dividido em 4 a 6 refeições. Desse modo, é esperado uma permanência nesse sistema de 35 dias, até que atinjam o peso de 10,0g. Após esse período, a recomendação é a movimentação dos alevinos para um novo viveiro preparado. A partir desse ponto a recomendação é que a alimentação seja de 2% a 8% do peso vivo e dividida de 2 a 6 porções, no mínimo, sendo esperado que ao decorrer de 133 dias nesse novo sistema de desenvolvimento os peixes atinjam o patamar superior a 600,0g como peso médio.

2.6.2 MODELO INTENSIVO EM TANQUES-REDE

Os tanques-rede são estruturas que apresentam: uma tela de contenção que permite o fluxo de água e impede a fuga do peixe, podendo ser de poliéster revestido por PVC de alta aderência ou de arame galvanizado revestido por PVC de alta aderência; cobertura, para evitar a fuga e protege os peixes de eventuais predadores; flutuadores, que evitam que o sistema afunde; estrutura de sustentação, que atua como suporte para a tela e para os flutuadores; sistema de ancoragem, que evitam a movimentação do sistema; alimentadores, locais próprios para dispor a ração.

Nesse sistema de produção, há produtividade é de 200 a 500Kg de peixe por metro cúbico por safra, onde uma safra costuma variar de 3 a 4 meses, a alimentação deve ser a base de ração com teor bruto de proteína variando de 32 a 42%, expressando uma maior taxa de alimentação, de 1,5 a 6%, para tilápias de 30,0g a 600,0g. divididos, no mínimo, de 2 a 4 refeições.

2.7 MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento será conduzido de Setembro a Dezembro, em dezoito tanques-rede, dispostos linearmente em um lago de aproximadamente 2000m² de superfície d'água, profundidade média de 2m, com vazão de 5 litros por segundo. Uma bomba elétrica poderá fornecer água ao lago se necessário. Os tanques-rede terão 1,0m de largura, 1,0m de comprimento e 1,2m de profundidade, fabricados com malha metálica (malha de 5/8'), revestidos com "PVC". Alimentadores de malha de polietileno serão presos ao centro do tanque-rede para conter os resíduos de ração. Suportes de metal serão colocados sobre os tanques-rede para apoiar os alimentadores automáticos em cada centro. Os alimentadores automáticos (Agostinho et al., 2004) serão programados de acordo com intervalos e quantidades predefinidas para cada design experimental. Eles são capazes de armazenar oito quilogramas de ração e serão abastecidos periodicamente de acordo com o consumo.

Os alimentadores serão controlados por um painel elétrico central, instalado fora do lago, incluindo temporizadores que controlam o mecanismo de fornecimento de ração. Será possível controlar a quantidade de alimento oferecido e os intervalos entre as refeições.

Tilápias com 185g em média serão colocadas em tanques-rede a uma densidade de 93 peixes por metro cúbico. As taxas de alimentação aplicadas serão de 2%, 3% e 4% do peso vivo em 48 refeições por dia. O experimento será conduzido em um design fatorial com três taxas de alimentação, dois intervalos de alimentação e três repetições por tratamento; cada unidade experimental será completamente randomizada. Os alimentadores permanecerão energizados por 24 horas em tratamentos com intervalos de 30 minutos; e para os tratamentos com intervalo de 22 minutos, os alimentadores serão ligados às oito horas da manhã e permanecerão funcionando por 18 horas seguidas.

Uma amostra de 20 peixes por tanque-rede será pesada individualmente a cada 15 dias para análise do ganho de peso. Após cada biometria e de acordo com a taxa de alimentação de cada tratamento, a quantidade de ração será ajustada. Em todos os tratamentos será utilizada uma ração comercial analisada para tilápia contendo 32% de proteína bruta, 65% de lipídeos, 70g.kg⁻¹ de fibra, 10g.kg⁻¹ de cálcio e 6g.kg⁻¹ de fósforo.

Ao final do experimento, os animais serão abatidos e as vísceras, fígado e tecido adiposo serão pesados. Os cálculos dos índices lipo-somático, hepato-somático e víscero-somático serão realizados de acordo com a metodologia descrita por Ng et al. (2000), onde o índice será o resultado do peso do órgão ou tecido dividido pelo peso total do peixe. Os valores serão utilizados para avaliar o estado nutricional dos peixes.

Os parâmetros físico-químicos da água serão medidos diariamente. Os níveis de oxigênio dissolvido serão medidos com o oxímetro YSI55 todos os dias de manhã em 3 pontos diferentes do lago. As temperaturas máximas e mínimas serão registradas diariamente, o pH (usando o eletrodo Oakton) será medido de manhã e à tarde.

O design experimental será completamente randomizado para tratamentos fatoriais 3 x 2 em três repetições. O ganho de peso, conversão alimentar e mortalidade serão as variáveis resposta. Dados do ganho de peso e conversão alimentar serão analisados, incluindo os seguintes efeitos no modelo: taxa de alimentação, intervalo entre alimentação, e a interação entre eles. As médias serão comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0.05$).

3 RESULTADOS ESPERADOS

As características do ambiente de criação implicam diretamente na sobrevivência dos peixes como evidenciam as pesquisas.

Maiores taxas de alimentação diária, baseadas no peso vivo, quando associadas a intervalos ideais de alimentação, devem se mostrar como fatores relevantes, que maximizam o desenvolvimento das tilápias. Fatos estes que refletirão diretamente na ingestão de nutrientes; na concentração de oxigênio do ambiente; na homogeneidade dos peixes; no tempo gasto na fase de engorda; e no desperdício de ração, que também implicará na melhor qualidade do ambiente.

4 CRONOGRAMA

ATIVIDADES	SET	OUT	NOV	DEZ
ESCOLHA DO TEMA				
ELABORAÇÃO DO PROJETO				
ENTREGA DO PROJETO DE PESQUISA				
REVISÃO E ENTREGA OFICIAL DO TRABALHO				
APRESENTAÇÃO DO TRABALHO				

REFERÊNCIAS

- BARROS, M. S. et al. **Mercado varejista de gêneros alimentícios da grande São Paulo**: uma abordagem estrutural. Boletim Técnico do Instituto de Economia Agrícola, São Paulo, p. 219-268, 1978.
- BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. Water Quality Requirements. In: BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Pond Aquaculture Water Quality Management**. 1st edition. Boston: Springer, 1998. cap. 3, p. 87-152.
- BOYD, C. E. General Relationship Between Water Quality and Aquaculture Performance in Ponds. In: BOYD, C. E. et al. **Fish Diseases**. 1st edition. Academic Press, 2017. cap. 6, p. 147-166.
- FAO-FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **The state of world fisheries and aquaculture**: opportunities and challenges. Rome: FAO, 2014. 243 p.
- FAO-FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **The state of world fisheries and aquaculture**: contributing to food security and nutrition for all. Rome: FAO, 2016. 200 p.
- FITZSIMMONS, K. **Food safety, quality control and value added products to improve market share for Chinese Tilapia**. Asia-Pacific Chapter of WAS, 2007. Disponível em: <http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/Markets/ChinaTilapia2007.ppt>. Acesso em: 03 nov. 2021.
- FOGAÇA, F. **O protagonismo do Brasil na produção mundial de pescado**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília, 2020. Open access. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/53738345/artigo--o-protagonismo-do-brasil-na-producao-mundial-de-pescado>. Acesso em: 03 nov. 2021.
- GUIMARÃES RIBEIRO, M. A. **Reversão sexual de tilápias**. São Paulo, 1996. Open access. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/reversao-sexual-de-tilapias/>. Acesso em: 04 nov. 2021.
- IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da pecuária municipal 2019**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2019_v47_br_informativo.pdf. Acesso em: 03 nov. 2021.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da pecuária municipal 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em:

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2020_v48_br_informativo.pdf. Acesso em: 03 nov. 2021.

JÚNIOR, E. M. L. **Tecnologias inovadoras**: uso da pele de tilápia do Nilo no tratamento de queimaduras e feridas. Revista Brasileira de Queimaduras, 2017. Open access. Disponível em: <http://www.rbqueimaduras.com.br/details/339/pt-BR/tecnologias-inovadoras--uso-da-pele-da-tilapia-do-nilo-no-tratamento-de-queimaduras-e-feridas>. Acesso em: 01 dez. 2021.

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação de tilápias**. São Paulo, 1999. Open access. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/nutricao-e-alimentacao-de-tilapias-parte-1/>. Acesso em: 04 nov. 2021.

KUBITZA, F. **Tilápia**: tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiaí, 2000. 285 p.

KUBITZA, F. **Aproveitamento dos subprodutos do processamento de pescados**. Panorama da Aqüicultura, v. 16, n. 94, p. 23-29, 2006.

OLIVEIRA, F.A. *et al.* **Automatic feeders for Nile tilapia raised in cages**: productive performance at high feeding frequencies and different rates. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. 2016, v. 68, n. 03, pp. 702-708. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1678-4162-7882>>. ISSN 1678-4162. Acesso em: 16 set. 2021.

OSTRENSKY, A., BOERGER, W. **Piscicultura**: Fundamentos e Técnicas de Manejo. Liv. Edit. Agropecuária Ltda. Guaíba, RS, 1998. 211p.

PEREIRA, A. M. L. *et al.* **Produção de tilápia**: mercado, espécie, biologia e recria. Teresina: Embrapa meio-norte, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/34992/1/Circular45.pdf>. Acesso em: 28 out. 2021.

PESSATTI, M. L. **Aproveitamento dos subprodutos do pescado**: meta 11. Santa Catarina: Universidade do Vale do Itajaí, 2001. (Relatório final de ações prioritárias ao desenvolvimento da pesca e aqüicultura no sul do Brasil, convênio Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA)

RAUH, G. **Crescimento da tilápia (*Oreochromis niloticus* LINNAEUS 1758) e qualidade da água: efeito do perifíton**. Santa Catarina: 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/78553409.pdf>. Acesso em: 05/11/2021.

REECE, J. B. et al. Osmorregulação e Excreção. *In*: REECE, J. B. et al. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. cap. 44, p. 976-977.

SENAR-SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Piscicultura: alimentação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/263-Piscicultura-Alimenta%C3%A7%C3%A3o_191025_203233.pdf. Acesso em: 04 nov. 2021.

SCHULTER, E. P.; FILHO, J. E. R. V. **Evolução da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2017. (Texto para Discussão, n. 2.328). Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8043/1/td_2328.pdf. Acesso em: 03 nov. 2021.

WILKIE, M. P. Mechanisms of Ammonia Excretion Across Fish Gills. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 118, n. 1, p. 39-50, 1997.