



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO -
CAMPUS RIO VERDE
CURSO DE ZOOTECNIA



DÉBORA ÁZARA DE OLIVEIRA

**EFICIÊNCIA E VARIABILIDADE DA CONTAGEM DE ALEVINOS DE
TILÁPIA POR MEIO DE AMOSTRAGEM USANDO RECIPIENTES**

RIO VERDE – GO

2025

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

O48e Ázara de Oliveira, Débora
 Eficiência e variabilidade da contagem de alevinos de Tilápia por
 amostragem usando recipientes. / Débora Ázara de Oliveira. Rio
 Verde 2025.

27f. il.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Carvalho Costa.

Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0220184 -
Bacharelado em Zootecnia - Integral - Rio Verde (Campus Rio
Verde).

I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Local



Documento assinado digitalmente

DEBORA AZARA DE OLIVEIRA

Data: 26/08/2025 12:48:47-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:



Documento assinado digitalmente

ADRIANO CARVALHO COSTA

Data: 21/08/2025 13:39:02-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do(a) orientador(a)

Regulamento de Trabalho de Curso (TC) – IF Goiano - Campus Rio Verde

ANEXO V - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos vinte e sete dias do mês de junho de dois mil e vinte e cinco, às 13h30min horas, reuniu-se virtualmente (meet.google.com/bdw-ghpg-rak) a Banca Examinadora composta por: Prof. Adriano Carvalho Costa (orientador), Mestre em Zootecnia Alene Santos Souza (membro externo e Coorientadora), Alessa Pereira Diniz Araujo (membro interno), Elias Marques de Oliveira (membro interno) e Vitoria de Vasconcelos Kretschmer (membro interno) para examinar o Trabalho de Curso (TC) intitulado “EFICIÊNCIA E VARIABILIDADE DA CONTAGEM DE ALEVINOS DE TILÁPIA POR AMOSTRAGEM USANDO RECIPIENTES” de Débora Azara de Oliveira, estudante do curso de Bacharelado em Zootecnia do IF Goiano – Campus Rio Verde, sob Matrícula nº 2018202201840017. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do TC, em seguida houve arguição do candidato pelos membros da Banca Examinadora. Após tal etapa, a Banca Examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que, após apresentação da versão corrigida do TC, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora e Mediador de TC.

Rio Verde, 27 de junho de 2025.

Adriano Carvalho Costa

Orientador e Membro da Banca Examinadora

Alene Santos Souza

Membro da Banca Examinadora e Coorientadora

Alessa Pereira Diniz Araujo

Membro da Banca Examinadora

Elias Marques de Oliveira

Membro da Banca Examinadora

Vitoria de Vasconcelos Kretschmer

Membro da Banca Examinadora

Documento assinado eletronicamente por:

- **Adriano Carvalho Costa, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 27/06/2025 17:36:32.
- **Alessa Pereira Diniz Araujo, 2024102310240010 - Discente**, em 27/06/2025 17:38:29.
- **Vitória de Vasconcelos Kretschmer, 2024202310240006 - Discente**, em 27/06/2025 17:38:45.
- **Marco Antonio Pereira da Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 27/06/2025 17:39:57.
- **Elias Marques de Oliveira, 2024102310240006 - Discente**, em 27/06/2025 17:40:18.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 27/06/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 720854

Código de Autenticação: a078f4a8d6



DÉBORA ÁZARA DE OLIVEIRA

**EFICIÊNCIA E VARIABILIDADE DA CONTAGEM DE ALEVINOS DE
TILÁPIA POR AMOSTRAGEM USANDO RECIPIENTES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Banca Examinadora do Curso de Zootecnia
do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde,
como parte dos requisitos necessários para
obtenção do título de Zootecnista.
Rio Verde, 27 de junho de 2025

Orientador: Adriano Carvalho Costa

RIO VERDE – GO

2025

DEDICATORIA

Primeiramente, agradeço a Deus, por ter me sustentado durante todos esses anos. Sua presença foi meu alicerce e luz em cada passo dessa caminhada. Sem o Seu amparo, nada disso seria possível.

Agradeço imensamente à minha família, por todo o apoio, amor e suporte incondicional. Vocês sempre estiveram ao meu lado, mesmo nos dias mais difíceis, e foram parte essencial dessa conquista. Em especial, à minha irmã, Ana Paula. Tudo que eu sou, é você. Obrigada por nunca desistir de mim, por acreditar mesmo quando eu não conseguia. Este trabalho é seu tanto quanto meu.

Agradeço também ao professor Adriano Carvalho pelo suporte e dedicação ao longo dessa jornada. Ao núcleo da NEPEAQUA, minha eterna gratidão por todo o conhecimento compartilhada. Vocês foram fundamentais para minha evolução acadêmica e pessoal.

À empresa Farmabase, onde realizei meu estágio, o meu muito obrigada por tudo que vivi e aprendi. Foi lá que descobri o valor de ser mais humana, de ouvir com empatia e de trabalhar com o outro e para o outro. Sou igualmente grata à empresa Nutrial, que me acolheu com respeito e confiança durante meu estágio obrigatório.

Aos amigos — agora colegas— Cláudio Selonk e Telcio André, obrigada por tudo. Vocês me ensinaram muito mais do trabalho. Serei eternamente grata por cada lição, cada segundo de paciência e palavra de acolhimento. Espero ser um terço do que vocês são e que eu possa acolher cada novo profissional novo da mesma forma que fui acolhida por vocês.

Aos colegas de faculdade Leticia, Ozana, Isabel, Elias e Vitória, minha eterna gratidão por estarem comigo nos momentos mais difíceis. Vocês foram essenciais para que eu mantivesse o equilíbrio no processo. Obrigada por me lembrarem que eu nunca estive sozinha.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à SJC Bioenergia, CNPq, FAPEG, CAPES, IF Goiano, Alfa Agronegócio e Cereal Ouro pelo financiamento do projeto. Aos colegas Alene, Gidelia e Lessandro, que foram fundamentais na realização deste trabalho, atuando diretamente na coleta dos dados com dedicação, cuidado e comprometimento. Agradeço também à Alevinos Rio Verde, por ceder o espaço físico onde as coletas foram realizadas e disponibilizar os peixes utilizados na pesquisa. A parceria e a confiança demonstradas foram essenciais para o desenvolvimento desta etapa prática do trabalho.

RESUMO: A contagem de peixes é um processo estratégico na piscicultura, impactando diretamente a eficiência da produção e os resultados econômicos. Garantir precisão nesse manejo é essencial para evitar perdas, otimizar recursos e atender às exigências comerciais. O estudo avaliou a eficiência e a variabilidade da contagem de alevinos de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) por amostragem utilizando recipientes cilíndricos perfurados. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Aquicultura da empresa Alevinos Rio Verde (GO), com 24 repetições de contagem, feitas por três pesquisadores treinados. Foram comparados os principais métodos utilizados na piscicultura: contagem manual, por amostragem e por pesagem, com destaque para as vantagens e limitações de cada um. Os resultados mostraram que o número médio de alevinos por recipiente foi de cerca de 240 peixes, com variações de até $\pm 12\%$. Foi observado que aumentar o número de amostras reduz significativamente o erro de contagem, sendo necessárias pelo menos 6 amostragens para manter erros abaixo de 5% e 11 amostragens para erros menores que 3%.

Palavras-chave: bootstrap, cadeia aquícola, piscicultura.

ABSTRACT: Fish counting is a strategic process in aquaculture, directly influencing production efficiency and economic performance. Accuracy in this practice is essential to prevent losses, optimize resource use, and meet commercial standards. This study assessed the efficiency and variability of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry counting by sampling, using perforated cylindrical containers. The research was carried out at the Aquaculture Laboratory of Alevinos Rio Verde (GO), with 24 counting repetitions performed by three trained researchers. The main methods used in aquaculture—manual counting, sampling, and weighing—were compared, with a focus on the advantages and limitations of each. Results showed that the average number of fry per container was approximately 240 fish, with variations of up to $\pm 12\%$. Increasing the number of samples significantly reduced counting errors, with at least six samples required to keep errors below 5%, and eleven samples needed to reduce errors to under 3%.

Keywords: bootstrap, aquaculture chain, fish farming

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	10
Figura 2 – Contagem Manual de Alevinos.....	13
Figura 3 – Biometria de Alevinos.....	14
Figura 4 - Média, limites inferior e superior da contagem de alevinos de Tilápia.....	24

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	9
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1	TILÁPIA.....	10
2.2	IMPORTANCIA DA CONTAGEM DE PEIXES PARA PRODUÇÃO ANIMAL.....	11
2.2.1	CONTAGEM MANUAL.....	12
2.2.2	CONTAGEM POR AMOSTRAGEM.....	13
2.2.3	CONTAGEM POR PESAGEM.....	15
2.2.4	COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS.....	16
2.2.5	PERSPECTIVAS FUTURAS: CONTAGEM AUTOMATIZADA.....	17
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	19
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
6	CONCLUSÃO.....	25
7	REFERÊNCIAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

A produção global de organismos aquáticos alcançou 178 milhões de toneladas em 2020, um recorde para o setor aquícola (FAO, 2022). Esse crescimento na cadeia deve-se principalmente ao aumento populacional, bem como ao aumento do consumo per capita/ano, impulsionado pela maior preocupação do mercado consumidor com a fonte de proteína a ser ingerida. Para atender a essa demanda crescente e tornar a atividade mais competitiva e viável, diversas pesquisas científicas, técnicas e de mercado, além de inovações tecnológicas, vêm sendo desenvolvidas por empresas públicas e privadas (MAGALHÃES, FARINHA, *et al.*, 2023).

A contagem de peixes é essencial para o monitoramento, controle e rastreabilidade, sendo geralmente realizada por meio de amostragem com o uso de recipientes, de acordo com a espécie e o peso médio dos animais. Existe uma grande variabilidade no peso da maioria das espécies cultivadas, mesmo quando classificadas por tamanho, o que resulta em erros nas contagens por amostragem. Esse processo também tem sido realizado manualmente, o que causa estresse nos peixes e na força de trabalho operacional, além de demandar tempo e estar sujeito a erros humanos (DUAN, ZHANG, *et al.*, 2023).

Estudos que avaliam a eficácia e a variabilidade da contagem de alevinos e peixes por meio de amostragem com recipientes são escassos na literatura científica, sendo essas informações valiosas, em termos econômicos, para toda a cadeia aquícola. Pesquisas nesse sentido são relevantes, pois fornecem dados que impactam diretamente na cadeia produtiva, estimulando o desenvolvimento de novas metodologias que agregam valor ao mercado consumidor por meio de melhorias em agilidade, precisão, desempenho, redução de custos, conveniência e facilidade de manejo. Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar a eficácia e a variabilidade da contagem de alevinos de Tilápia por meio de amostragem utilizando recipientes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TILÁPIA

As tilápias constituem um grupo de peixes originários da África e do Oriente Médio, pertencentes à família Cichlidae e ao gênero *Oreochromis*, com destaque para a espécie *Oreochromis niloticus*, a mais cultivada em sistemas aquícolas comerciais. São peixes de água doce que se destacam por sua resistência, crescimento rápido, boa conversão alimentar e facilidade de manejo reprodutivo, o que as torna ideais para a piscicultura intensiva e semi-intensiva (El-SAYED, 2006; BEVERIDGE, 2004).

O Brasil se consolidou nas últimas décadas como um dos principais produtores de tilápia do mundo, graças à ampla disponibilidade de água, clima favorável e incentivo ao desenvolvimento da aquicultura. De acordo com a Associação Brasileira da Piscicultura – Peixe BR (2023), a tilápia representa aproximadamente 63% de toda a produção aquícola nacional, tendo atingido cerca de 550 mil toneladas em 2022. A produção é concentrada principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

Biologicamente, as tilápias possuem características marcantes que facilitam sua domesticação. São ovíparas com reprodução em cativeiro sem grandes complexidades, e o cuidado parental por parte da fêmea favorece altas taxas de sobrevivência dos alevinos. São também peixes onívoros com tendência herbívora, podendo ser alimentados com dietas de origem vegetal, o que reduz custos e facilita a formulação de rações com ingredientes locais (GOMES e LOVELL, 1999).

Figura 1 – Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).



Fonte: Adaptado de Blog Piscicultura (2023)

A espécie *O. niloticus* é adaptável a uma ampla gama de parâmetros físico-químicos da água, podendo ser cultivada em temperaturas de 20 °C a 35 °C, com crescimento ideal entre 27 °C e 30 °C. Apresenta tolerância moderada à salinidade e pode sobreviver em águas com baixos teores de oxigênio, o que a torna especialmente indicada para cultivos em sistemas com manejo de água limitado (FAO, 2020).

Existem diversos sistemas de cultivo empregados para tilápias, desde tanques escavados, viveiros de terra, até tanques-rede instalados em reservatórios públicos ou privados, e sistemas de recirculação de água (*Recirculating Aquaculture Systems – RAS*). A escolha do sistema depende de fatores como área disponível, capital inicial, acesso à água e nível tecnológico do produtor (MAPA, 2020).

Além disso, o melhoramento genético da tilápia tem avançado significativamente. Linhagens como a GIFT (*Genetically Improved Farmed Tilapia*) têm contribuído para o aumento do ganho de peso, padronização de lotes e resistência a doenças. O melhoramento genético, aliado ao manejo alimentar e sanitário adequado, tem elevado a produtividade da tilapicultura nos últimos anos (EL-SAYED, 2006).

2.2 IMPORTANCIA DA CONTAGEM DE PEIXES PARA PRODUÇÃO ANIMAL

A contagem de peixes é uma etapa essencial no manejo zootécnico da piscicultura, influenciando diretamente a eficiência produtiva, a viabilidade econômica e o bem-estar animal ao longo do ciclo de criação. Conhecer com precisão o número de indivíduos em cultivo permite o ajuste correto da densidade, a adequação do arraçamento, o planejamento das biometria e da despesca, e o acompanhamento da taxa de sobrevivência (ANDRADE *et al.*, 2018).

A densidade inadequada, causada por erros na contagem, pode acarretar problemas sérios como competição por alimento, crescimento desigual, aumento de estresse e maior suscetibilidade a doenças. Além disso, o fornecimento de ração baseado em estimativas incorretas resulta em desperdícios e aumento nos custos de produção (OLIVEIRA e PESSALI, 2017). Por outro lado, a subalimentação pode comprometer o desempenho zootécnico e a lucratividade da criação (GOMES e LOVELL, 1999).

A contagem de peixes também é uma ferramenta indispensável no controle zootécnico, pois permite calcular indicadores importantes como conversão alimentar, ganho de peso médio diário e estimativa de biomassa (FAO, 2020). Esses dados são utilizados para embasar decisões técnicas e econômicas ao longo do ciclo produtivo.

Outro ponto relevante é a rastreabilidade. A contagem precisa contribui para a documentação do processo produtivo, especialmente em propriedades que buscam certificações sanitárias e ambientais. Isso é especialmente importante em mercados que exigem controle rigoroso de origem, como o europeu e o norte-americano (MAPA, 2020).

Por fim, com o avanço tecnológico, a contagem automatizada vem ganhando espaço, oferecendo maior precisão e menor impacto ao bem-estar dos animais. No entanto, independentemente da técnica empregada, a contagem de peixes continua sendo uma prática indispensável para garantir eficiência, sustentabilidade e qualidade na piscicultura moderna (PEIXE BR, 2023).

2.2.1 CONTAGEM MANUAL

A contagem manual de peixes é o método mais tradicional e direto de estimativa populacional na piscicultura. Normalmente é realizada durante a transferência de peixes entre

tanques, nas fases de alevinagem, recria e engorda, utilizando puçás, redes de arrasto ou caixas plásticas (CAMPOS e SILVA, 2016).

Apesar de sua simplicidade, a contagem manual apresenta uma série de desafios. Entre os principais estão o estresse causado aos animais, o risco de lesões físicas, a mortalidade por manuseio inadequado e a necessidade de grande esforço físico e tempo por parte da equipe (FUNGE-SMITH e BENNETT, 1997). Segundo Oliveira e Pessali (2017), o estresse fisiológico decorrente da manipulação excessiva pode impactar negativamente o desempenho zootécnico dos peixes e aumentar a incidência de doenças.

Em lotes pequenos, o método é considerado bastante preciso e eficaz. Pode ser realizado utilizando o sistema de “contagem por lotes fixos”, no qual o produtor define, por exemplo, que um balde de 10 litros contém aproximadamente 50 peixes de determinado tamanho, repetindo a medida até contabilizar todo o lote. Essa abordagem padroniza o processo e reduz a margem de erro (ANDRADE *et al.*, 2018).

Para mitigar o estresse, é recomendado que o procedimento seja feito nas primeiras horas da manhã ou ao final da tarde, quando a temperatura da água está mais amena. O uso de anestésicos leves, como o eugenol, pode ser benéfico em sistemas mais tecnificados (FAO, 2020).

Figura 2 – Contagem Manual de Alevinos



Fonte: Adaptado de Portal no Ar, 2024

Mesmo em sistemas mais modernos, a contagem manual ainda é utilizada em momentos estratégicos, como na despesca final para comercialização, quando a precisão é fundamental para contratos com frigoríficos e cooperativas (MAPA, 2020). Esse método

também é amplamente empregado em negociações de alevinos no atacado, especialmente quando a venda é realizada com base na quantidade de indivíduos, e não apenas pelo peso.

Nesses casos, a exatidão na contagem é essencial para garantir a confiança entre produtor e comprador, evitar prejuízos financeiros e assegurar a padronização dos lotes. Apesar de demandar mais tempo e mão de obra, a contagem manual ainda é considerada o método mais confiável em situações onde a precisão absoluta é indispensável.

2.2.2 CONTAGEM POR AMOSTRAGEM

A contagem por amostragem é uma alternativa amplamente utilizada em sistemas de cultivo de médio e grande porte. O princípio consiste em capturar uma parte representativa da população e, a partir dela, estimar o número total de peixes no viveiro. Essa técnica permite uma redução significativa no tempo de trabalho e menor estresse para os animais, quando comparada à contagem manual (OLIVEIRA e PESSALI, 2017).

Segundo Andrade et al. (2018), a precisão da estimativa por amostragem depende diretamente da homogeneidade do lote e da metodologia aplicada. A amostra deve ser retirada aleatoriamente de diferentes pontos do tanque, e o tamanho da amostra deve ser suficientemente grande para representar fielmente a população.

Uma prática comum é a utilização da fórmula:

$$N=(n \times V) / v$$

onde:

N = número total estimado de peixes

n = número de peixes na amostra

v = volume da amostra

V = volume total do viveiro

Esse método é especialmente útil em tanques escavados de grande volume, onde não é viável esgotar toda a água para contagem direta. No entanto, sua acurácia pode ser prejudicada por fatores como comportamento agregado dos peixes ou movimentação heterogênea no ambiente (CAMPOS e SILVA, 2016).

Figura 3 – Biometria de Alevinos



Fonte: Adaptado de Nordeste Rural, 2027

A contagem por amostragem também é frequentemente combinada com biometria, permitindo estimar a biomassa e acompanhar o desempenho produtivo do lote ao longo do ciclo. Essa prática auxilia no ajuste do arrazoamento, na estimativa de conversão alimentar e no planejamento da despesa (FAO, 2020).

Para aumentar a confiabilidade dos dados, alguns produtores utilizam software de gestão aquícola, que armazena os históricos das contagens e permite projeções futuras com base em crescimento médio diário e dados de sobrevivência. Esses programas também auxiliam na comparação entre lotes e no rastreamento de perdas durante o ciclo (ANDRADE *et al.*, 2018).

Uma desvantagem desse método é que, se o lote estiver muito heterogêneo ou houver formação de cardumes densos em certas áreas do viveiro, a amostra coletada pode não ser representativa da população total, comprometendo a estimativa (CAMPOS e SILVA, 2016). Portanto, é recomendável que o responsável técnico seja treinado em estatística básica e planejamento amostral para minimizar erros.

Além disso, a contagem por amostragem pode ser integrada a sensores de biomassa ou equipamentos automáticos de captura e liberação, que ajudam a tornar o processo mais rápido e menos invasivo (FAO, 2020). Essa integração é uma tendência crescente na piscicultura moderna.

2.2.3 CONTAGEM POR PESAGEM

A contagem por pesagem é um método rápido e amplamente utilizado nas fases de engorda e pré-abate. Baseia-se na relação entre o peso total de uma amostra e o peso médio dos peixes, permitindo a estimativa do número total de indivíduos em um lote (FUNGE-SMITH e BENNETT, 1997). A fórmula clássica é:

$$\text{Número estimado} = \text{peso total} / \text{peso médio individual}$$

Para que essa estimativa seja confiável, o lote deve apresentar homogeneidade em termos de tamanho e peso. Em situações onde existe alta variabilidade entre os indivíduos, recomenda-se dividir o lote por classes de peso, realizando amostragens específicas para cada classe (ANDRADE *et al.*, 2018).

Esse método é especialmente vantajoso quando utilizado em conjunto com sistemas de biometria periódica, que atualizam o peso médio dos peixes com precisão. Essa prática permite o ajuste fino do arraçoamento, a previsão do tempo restante de engorda e o planejamento da despesa (PEIXE BR, 2023).

A pesagem pode ser realizada com balanças mecânicas ou digitais, sendo que estas últimas apresentam maior precisão e, muitas vezes, já estão integradas a equipamentos de seleção e transporte de peixes. Em sistemas intensivos, é comum o uso de esteiras com sensores de pesagem automatizados que calculam o número de peixes em tempo real à medida que eles passam pelo equipamento (FAO, 2020).

Contudo, é importante destacar que o processo de pesagem também pode gerar estresse aos animais, principalmente se for feito com captura excessiva ou manipulação inadequada. O ideal é que as operações sejam feitas com peixes aclimatados, em horários mais amenos do dia e com o mínimo de tempo de exposição ao ar (MAPA, 2020).

Além disso, a contagem por pesagem é amplamente aceita em auditorias de certificação e rastreabilidade, por ser padronizável e passível de documentação, o que torna

esse método uma ferramenta valiosa para piscicultores que atuam em mercados exigentes (OLIVEIRA e PESSALI, 2017).

2.2.4 COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS

A escolha entre os métodos de contagem depende de variáveis como o tamanho do lote, o nível tecnológico da unidade produtiva e o objetivo do manejo. A contagem manual é mais precisa em pequenos lotes, enquanto os métodos por amostragem ou pesagem são mais práticos em sistemas maiores (CAMPOS e SILVA, 2016).

Embora cada método tenha suas limitações, a adoção de práticas que combinem eficiência operacional e bem-estar animal é essencial para garantir bons resultados produtivos (ANDRADE *et al.*, 2018).

Cada método apresenta vantagens e desvantagens, e a escolha depende do tamanho do lote, da infraestrutura disponível e do nível tecnológico do produtor. A tabela a seguir resume essas diferenças:

Tabela 1 – Tabela comparativa entre métodos de contagem de alevinos

Método	Vantagens	Limitações	Aplicações comuns
Manual	Alta precisão; fácil execução com pequenos lotes	Baixa eficiência em grandes volumes; demanda mão de obra	Despesa final; venda por unidade
Por amostragem	Rápido; adequado para grandes quantidades	Requer homogeneidade do lote; sujeito a erro amostral	Contagem em atacado; manejo de rotina
Por pesagem	Muito ágil; ideal para volumes muito grandes	Depende de peso médio preciso; menor precisão por indivíduo	Estimativas para arraçamento e biometria

2.2.5 PERSPECTIVAS FUTURAS: CONTAGEM AUTOMATIZADA

As inovações tecnológicas vêm tornando possível a automação da contagem de peixes por meio de câmeras subaquáticas, sensores, visão computacional e inteligência artificial (FAO, 2020). Esses sistemas permitem identificar e quantificar os indivíduos com base em características como formato corporal, padrão de natação e contraste de imagem, mesmo em ambientes com alta turbidez.

Equipamentos comerciais como o Aquascan Fish Counter, o VAKI SmartFlow e o FISHBOT já são utilizados em grandes empreendimentos aquícolas para contagem automática de peixes em tempo real durante o transporte ou em canais de passagem.

Além da contagem em si, essas tecnologias costumam estar integradas a plataformas de gestão que utilizam armazenamento em nuvem, algoritmos de análise preditiva e dashboards operacionais, permitindo maior controle sobre crescimento, biomassa e taxas de sobrevivência (PEIXE BR, 2023). Grandes empresas aquícolas já operam com esses sistemas, que reduzem o estresse animal, aumentam a precisão e fornecem dados em tempo real, otimizando a tomada de decisão.

Embora o custo inicial e a necessidade de infraestrutura ainda sejam obstáculos para pequenos produtores, espera-se que, com a evolução e a popularização dessas tecnologias, os sistemas automatizados se tornem cada vez mais acessíveis e passem a fazer parte da rotina da piscicultura brasileira, contribuindo para maior eficiência produtiva (MAPA, 2020).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Aquicultura da empresa Alevinos Rio Verde, localizada no município de Rio Verde (Latitude 17° 47' 53" S, Longitude 51° 55' 53" O), em Goiás, Brasil. Esta pesquisa está em conformidade com os princípios éticos de experimentação animal adotados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais do Instituto Federal Goiano (CEUA/IF Goiano), Goiás, Brasil (Protocolo 9792080621, de 10 de novembro de 2021).

Para a realização da pesquisa, foi utilizado um recipiente empregado na contagem de alevinos por meio de amostragem. Esse recipiente possui formato cilíndrico, com 10 centímetros de altura e sete centímetros de diâmetro em ambas as extremidades, assemelhando-se a um tubo. As bordas do recipiente são consideradas as partes inferior e superior, sendo que na parte inferior é inserida uma malha de polietileno com espaçamento entre nós de cinco milímetros. A parte superior permanece aberta e é utilizada para a introdução dos peixes no interior do recipiente. A malha na base tem a função de escoar a água durante a coleta dos dados.

Para a coleta dos dados, o recipiente foi preenchido com alevinos Tilápia até a borda superior em 24 repetições. Em seguida, o número de alevinos em cada amostragem foi contado por três pesquisadores previamente treinados, utilizando cronômetros emborrachados e resistentes à água (Modelo AK71) para marcar o tempo. Os alevinos utilizados no estudo apresentaram comprimento médio de $3,8 \pm 0,76$ cm.

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para avaliar a eficácia e a variabilidade da contagem de alevinos de Tilápia por amostragem utilizando recipientes, amostras de 1 a 24 peixes foram avaliadas separadamente, utilizando a técnica de bootstrap para reamostrar o banco de dados de contagens 1000 vezes. O intervalo de confiança de 95% foi então calculado para a média de cada tamanho de amostra. As análises foram realizadas utilizando o programa de computador R (R Development Core Team, 2022).

O estudo avaliou a eficiência e a variabilidade da contagem de alevinos de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) por amostragem utilizando recipientes cilíndricos perfurados. Para isso, amostras contendo de 1 a 24 peixes foram avaliadas separadamente, aplicando-se a técnica de *bootstrap* com dados paramétricos para reamostrar o banco de dados de contagens 1000 vezes. Não foram observados valores extremos nos dados. Em seguida, calculou-se o intervalo de confiança de 95% para a média de cada tamanho de amostra. As análises estatísticas foram conduzidas no software R (R Development Core Team, 2022).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A contagem média de peixes no recipiente foi de aproximadamente 240 exemplares (239,875), variando de 211 a 270 unidades, o que corresponde a um erro de até 29 peixes a menos e 30 peixes a mais, ou seja, de -12,04% a 12,56%, respectivamente, considerando a amostragem com o menor e o maior número de peixes (Tabela 1). Os resultados descritivos mostram uma distribuição uniforme na contagem de peixes, mas com ampla variação. Erros abaixo de 1%, entre 1% e 3%, entre 3% e 5%, entre 5% e 10% e acima de 10% foram observados em 5, 3, 3, 10 e 3 amostragens, respectivamente.

A contagem de peixes em recipientes é um método comum utilizado por empresas que vendem alevinos. Os produtores também utilizam esse método para realizar o abastecimento de peixes em tanques. Considerando o valor de venda de mil peixes a R\$500,00 no varejo e R\$200,00 no atacado, verificou-se que os erros observados podem causar perdas ou ganhos de até R\$24,60 (R\$24,08 - R\$25,12) em negociações de varejo e R\$61,49 (R\$60,19 - R\$62,79) em negociações de atacado.

Tabela 2 - Número médio de peixes, tempo de contagem, número de peixes/segundo e perdas/ganhos por mil alevinos de Tilápia

Ordem	Nº de peixes	Tempo (s)	Numero de peixes /s	Erro (Nº de peixes - média)	Erro (%)	Perda/Ganho (R\$) por mil Varejo	Atacado
2	211	179	1,18	-29	-12,04	-24,08	-60,19
1	218	180	1,21	-22	-9,12	-18,24	-45,60
18	220	113	1,95	-20	-8,29	-16,57	-41,43
23	220	109	2,02	-20	-8,29	-16,57	-41,43
17	226	118	1,92	-14	-5,78	-11,57	-28,92
19	226	107	2,11	-14	-5,78	-11,57	-28,92

3	228	172	1,33	-12	-4,95	-9,90	-24,75
20	229	115	1,99	-11	-4,53	-9,07	-22,67
22	230	127	1,81	-10	-4,12	-8,23	-20,58
24	234	127	1,84	-6	-2,45	-4,90	-12,25
12	238	126	1,89	-2	-0,78	-1,56	-3,91
21	239	109	2,19	-1	-0,36	-0,73	-1,82
13	240	147	1,63	0	0,05	0,10	0,26
16	240	119	2,02	0	0,05	0,10	0,26
15	243	124	1,96	3	1,30	2,61	6,51
5	246	134	1,84	6	2,55	5,11	12,77
9	247	139	1,78	7	2,97	5,94	14,85
11	254	151	1,68	14	5,89	11,78	29,44
7	257	174	1,48	17	7,14	14,28	35,70
6	258	163	1,58	18	7,56	15,11	37,78
10	258	153	1,69	18	7,56	15,11	37,78
8	261	158	1,65	21	8,81	17,61	44,03
4	264	199	1,33	24	10,06	20,11	50,29
14	270	148	1,82	30	12,56	25,12	62,79

O tempo médio necessário para contar os exemplares foi de 1,75 segundos por animal. Esse tempo é considerado longo para empresas de aquicultura que vendem em grande escala. No entanto, ele foi necessário e justificável para evitar erros de contagem. Nas atividades de aquicultura, ou seja, nas empresas que comercializam peixes, a contagem manual é realizada quando a quantidade é pequena, mas ela demanda menos tempo e erros ocorrem durante a contagem. Considerando um tempo de 1,75 segundos por peixe, uma pessoa pode contar até 16.457 peixes por dia em uma jornada de oito horas de trabalho (60 segundos/minuto x 60 minutos/hora x 8 horas / 1,75). Esse fator de tempo explica a contagem por amostragem utilizando recipientes.

Quando os tanques são inadvertidamente estocados com mais peixes do que o recomendado devido a erros de contagem, há um aumento na densidade, o que causa competição por alimento e espaço, piora a utilização do alimento, reduz a qualidade da água e o crescimento, e pode facilitar o surgimento de doenças (LIU, ZHANG, *et al.*, 2024). Em tanques onde os erros de contagem resultaram em uma densidade inferior à recomendada, ocorre a superalimentação, o que afeta diretamente a conversão alimentar, a qualidade da água e o

desperdício de ração (PARMA, PELUSIO, *et al.*, 2020). Além disso, a área de cultivo é subutilizada, o que também afeta a receita total no custo de produção (HAN, LEEM, *et al.*, 2022).

Erros na contagem do estoque de peixes também podem causar problemas para os produtores que precisam transportar os peixes para as plantas de processamento, pois a quantidade de peixes deve ser informada na Guia de Transporte de Animais (GTA). Geralmente, a quantidade informada é baseada no número de peixes estocados, sendo descontados os peixes mortos.

Utilizando a técnica de bootstrap para reamostrar o banco de dados de contagem 1000 vezes, foi possível verificar que o intervalo de confiança de 95% para a média em cada tamanho de amostra diminui à medida que o número de amostras aumenta. Com apenas uma amostra, foi encontrado um erro de $\pm 12,30\%$ (± 30 peixes). Após seis amostragens, esses erros foram reduzidos para menos de 5% (± 12 peixes), e pode-se afirmar que 95% das contagens estão entre 229 e 252 peixes. Com 11, 16 e 22 amostras, foi possível observar erros (\pm) abaixo de 3%, 2% e 1%, respectivamente. Isso significa que 95% das contagens com 11, 16 e 22 amostras estão entre 234 e 247, 235 e 245 e 238 e 242 peixes, respectivamente.

Em trabalhos científicos, considera-se uma confiança de 95% e uma incerteza de 5%. Embora erros abaixo de 5% possam parecer suficientes para trabalhos científicos, comercialmente, esse valor tem um impacto significativo devido à margem de lucro da atividade (ZHAO, LI, *et al.*, 2022). Empresas que vendem peixes não consideram o erro na contagem e geralmente enviam cerca de 3% a mais para compensar a mortalidade durante o transporte e o manejo do estoque (JONES, ALEXANDER, *et al.*, 2023).

Peixes nas fases iniciais estão ativamente desenvolvendo seus tecidos, consumindo proporcionalmente mais ração do que nas outras fases. Nestas etapas, os animais fazem melhor uso do alimento e apresentam uma taxa de crescimento elevada, exigindo ração com maior proporção de nutrientes, incluindo proteínas, vitaminas e minerais (ZHANG, LI, *et al.*, 2023).

A maioria das espécies comercializadas para a piscicultura possui um hábito alimentar diurno, sendo a ração oferecida várias vezes ao dia devido ao pequeno volume do trato digestivo dos alevinos (SUMI, SHARKER, *et al.*, 2023). Isso torna necessário atualizar constantemente o número de peixes por unidade de medida.

Outro fator que pode explicar a variabilidade nas contagens de peixes utilizando recipientes são os efeitos genéticos (Costa et al., 2018 e 2020). Em Serrasalmídeos (*P. brachypomus*, *P. mesopotamicus* e *C. macropomum*), devido à falta de um programa de melhoramento para características de importância econômica e uniformidade, são realizados cruzamentos intra e inter-específicos (COSTA *et al.*, 2017; MOURAD *et al.*, 2019).

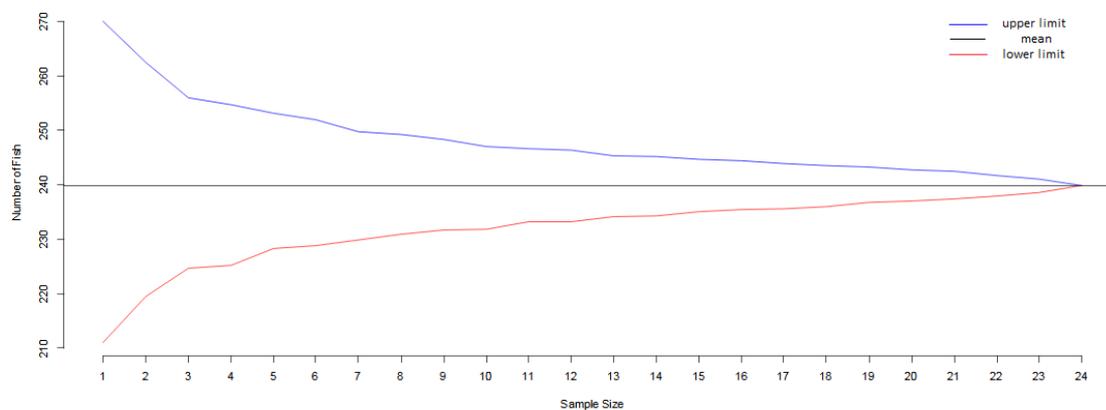
Essas hibridizações resultam em alta variabilidade genética das características dos animais, incluindo comportamentais, fisiológicas e morfológicas, que por sua vez podem afetar a contagem de peixes nos recipientes (BOTELHO *et al.*, 2019; RIBEIRO *et al.*, 2019).

Tabela 3 - Quantidade média, limites inferior e superior, amplitude e erros absoluto e relativo da contagem de alevinos de Tilápia.

No. de amostras	Limite superior	Limite inferior	Amplitude	Erro	
				Valor Absoluto (n)	Valor Relativo (%)
1	211	270	59	30	12,30
2	220	263	43	22	8,96
3	225	256	31	16	6,53
4	228	255	30	15	6,15
5	228	253	25	12	5,17
6	229	252	23	12	4,83
7	230	250	20	10	4,14
8	231	249	18	9	3,83
9	232	248	17	8	3,47
10	232	247	15	8	3,19
11	234	247	13	6	2,65
12	233	246	13	7	2,74
13	234	245	11	6	2,34
14	234	245	11	5	2,28
15	235	245	10	5	2,02
16	235	245	9	5	1,89
17	236	244	8	4	1,74
18	236	244	8	4	1,58

19	237	243	7	3	1,37
20	237	243	6	3	1,19
21	237	242	5	3	1,05
22	238	242	4	2	0,77
23	239	241	3	1	0,53
24	240	240	0	0	0,00

Figura 4 – Média (linha preta), limites inferior (linha vermelha) e superior (linha azul) da contagem de alevinos de Tilápia.



6. CONCLUSÃO

Os resultados observados neste estudo indicam que há uma grande variabilidade na contagem de peixes utilizando recipientes de amostragem. Quanto maior o número de amostragens, maior a precisão. São necessárias pelo menos seis amostragens para se obter erros inferiores a 5% e, no mínimo, 11 amostragens para erros inferiores a 3%.

7. REFERÊNCIAS

- BOTELHO, Hortência Aparecida et al. Application of morphometric measures in estimation of body weight and discrimination of *Astyanax lacustris* and *Astyanax fasciatus*. *Aquaculture Research*, v. 50, p. 2429-2436, 2019.
- COSTA, A. C. et al. Imputation of genetic composition for missing pedigree data in *Serrasalminidae* using morphometric data. *Scientia Agricola*, v. 74, p. 443-449, 2017.
- COSTA, Adriano Carvalho et al. General and specific combining ability in *Serrasalminidae*. *Aquaculture Research*, v. 50, p. 717-724, 2018.
- COSTA, Adriano Carvalho et al. Similarity between *Piaractus mesopotamicus*, *Colossoma macropomum* and their interspecific hybrids. *Aquaculture*, v. 526, p. 735397, 2020.
- DUAN, Y. et al. Boosting fish counting in sonar images with global attention and point supervision. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, v. 126, nov. 2023. Art. 107093.
- FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E A ALIMENTAÇÃO. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>>. Acesso em: 10 nov. 2023.
- HAN, et al. What drives a country's fish consumption? Market growth phase and the causal relations among fish consumption, production and income growth. *Fisheries Research*, v. 254, out. 2022.
- JONES, et al. Influence of social enrichment on transport stress in fish: a behavioural approach. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 262, maio 2023.
- LIU, Z.-S. et al. Insights into the interaction between stocking density and feeding rate in fish *Megalobrama amblycephala* based on growth performance, innate immunity, antioxidant activity, and the GH-IGF1 axis. *Aquaculture*, v. 580, 15 fev. 2024. Art. 740355.
- MAGALHÃES, C. R. D. et al. A new window into fish welfare: A proteomic discovery study of stress biomarkers in the skin mucus of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Journal of Proteomics*, 15 jun. 2023. Art. 104904.
- MOURAD, N. M. N. et al. Weight and morphometric growth of Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), Tambaqui (*Colossoma macropomum*) and their hybrids from spring to winter. *Pesquisa Veterinária Brasileira (Online)*, v. 38, p. 544-550, 2018.

PARMA, et al. Effects of rearing density on growth, digestive conditions, welfare indicators and gut bacterial community of gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L. 1758) fed different fishmeal and fish oil dietary levels. *Aquaculture*, v. 518, 15 mar. 2020.

RIBEIRO, Fagner Machado et al. Associations between morphometric variables and weight and yields carcass in Pirapitinga *Piaractus brachypomus*. *Aquaculture Research*, abr. 2019, p. 1-8.

SUMI, K. R. et al. Nutritional composition of available freshwater fish species from homestead ponds of Patuakhali, Bangladesh. *Food Chemistry Advances*, v. 3, dez. 2023. Art. 100454.

ZHANG, et al. Intelligent fish feeding based on machine vision: A review. *Biosystems Engineering*, v. 231, jul. 2023. p. 133-164.

ZHAO, et al. LFCNet: A lightweight fish counting model based on density map regression. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 203, dez. 2022.