



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM OCEANOGRAFIA

TIRZA DE ALMEIDA LOPES

**ANÁLISE DA TAXA DE SOBREVIVÊNCIA DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*,
Linnaeus, 1758) EM ÁGUA SALINIZADA PARA DIFERENTES CLASSES DE
TAMANHOS**

SÃO LUÍS - MA
2025

TIRZA DE ALMEIDA LOPES

**ANÁLISE DA TAXA DE SOBREVIVÊNCIA DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*,
Linnaeus, 1758) EM ÁGUA SALINIZADA PARA DIFERENTES CLASSES DE
TAMANHOS**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão como requisito para obtenção do título de Bacharela em Oceanografia.

Orientador(a): Prof. Dr. Walter Luis Muedas Yauri

SÃO LUÍS - MA
2025

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

de Almeida Lopes, Tirza.

ANÁLISE DA TAXA DE SOBREVIVÊNCIA DE TILÁPIA *Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758 EM ÁGUA SALINIZADA PARA DIFERENTES CLASSES DE TAMANHOS / Tirza de Almeida Lopes. - 2025.

27 f.

Orientador(a): Walter Luis Yauri Muedas.

Monografia (Graduação) - Curso de Oceanografia, Universidade Federal do Maranhão, Universidade Federal do Maranhão, 2025.

1. Aquicultura. 2. Salinidade. 3. Tilápia. I. Luis Yauri Muedas, Walter. II. Título.

TIRZA DE ALMEIDA LOPES

**ANÁLISE DA TAXA DE SOBREVIVÊNCIA DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*,
Linnaeus, 1758) EM ÁGUA SALINIZADA PARA DIFERENTES CLASSES DE
TAMANHOS**

Monografia apresentada ao Curso de
Bacharelado em Oceanografia da
Universidade Federal do Maranhão como
requisito para obtenção do título de
Bacharela em Oceanografia.

Aprovada em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Walter Luis Muedas Yauri (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Prof. Dr. José Ribamar de Souza Torres Junior
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Prof. Dra. Katiene Régia Silva Sousa
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

“Dedico este trabalho a Deus e, em memória da minha mãe, com muito amor e saudade. Sei que você estaria muito orgulhosa.”

AGRADECIMENTOS

Hoje, ao refletir sobre os agradecimentos, sinto que este é um momento que sempre desejei viver desde que entrei na faculdade. Este espaço representa a oportunidade de expressar toda a minha gratidão pelas pessoas que contribuíram para esta caminhada.

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por guiar meus passos e me fortalecer em cada desafio. Aos meus pais, pela vida e dedicação, sempre me apoiando e incentivando para que eu pudesse me dedicar aos estudos. À minha mãe, que hoje está no céu, e que me inspirou desde cedo a amar a ciência, mesmo antes de eu entender o que ela significava.

Agradeço também aos meus irmãos, avós e a todos os familiares que acreditaram em mim. À minha sobrinha, cujo abraço constante me fazia esquecer todas as dificuldades.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Walter Luis Yauri Muedas e aos professores Dra. Katiene Régia Silva Sousa e Dr. José Ribamar de Souza Torres Junior, que contribuíram significativamente, ampliando minha visão para que este trabalho fosse possível.

Aos amigos do laboratório, que estiveram ao meu lado e me ajudaram de perto. Em especial, agradeço à Esterphane Teixeira e à Itauana Câmara, que tornaram este período mais leve, me ajudaram de inúmeras maneiras e, tantas vezes, saíram com cheiro de peixe após as atividades. Obrigada por enfrentarem tudo comigo!

Aos amigos da vida, especialmente à Sofia Rodrigues, que tantas vezes me ouviu, enxugou minhas lágrimas e me ajudou a acreditar em mim mesma.

À minha psicóloga, Islla França, que foi fundamental para me ajudar a entender meus limites e me guiar em momentos cruciais e por não permitir que eu desistisse.

Agradeço também às músicas que ouvi e que toquei, que me acompanharam e trouxeram conforto nos momentos difíceis.

Finalizo, profundamente, grata por esta oportunidade de realizar um trabalho de conclusão de curso, um projeto que, além de encerrar uma etapa, representa um marco importante na minha jornada.

RESUMO

O Brasil possui uma extensa costa, o que favorece o desenvolvimento de atividades aquícolas, incluindo a piscicultura. No estado do Maranhão, os ambientes estuarinos apresentam condições propícias para a criação de peixes como a tilápia (*Oreochromis niloticus*), uma espécie amplamente cultivada devido à sua resistência a variações ambientais. No entanto, níveis elevados de salinidade podem representar um desafio para sua sobrevivência, tornando essencial compreender seus limites de tolerância. Este estudo teve como objetivo analisar a taxa de sobrevivência de alevinos, juvenis e adultos de *O. niloticus* em diferentes níveis de salinidade. Os peixes foram submetidos a um processo de aclimação progressiva, com um incremento de 5 ppt por dia até atingir 35 ppt. Os dados obtidos foram analisados para verificar a taxa de sobrevivência em cada fase de desenvolvimento. Os resultados indicaram que a taxa de sobrevivência da tilápia declina a partir de 20 ppt, sendo os alevinos e juvenis mais resilientes do que os adultos. A tolerância à salinidade mostrou-se diretamente relacionada ao estágio de desenvolvimento do peixe, influenciada por fatores como tamanho corporal e capacidade osmorregulatória. A salinidade mais adequada para a sobrevivência da tilápia em águas salgadas foi de até 20 ppt. A partir de 25 ppt, a taxa de sobrevivência dos adultos começou a diminuir significativamente, sugerindo uma menor tolerância a condições mais salinas. Esses achados ressaltam a importância de ajustar a salinidade de acordo com a fase de desenvolvimento da espécie em cultivos aquícolas, garantindo melhores taxas de sobrevivência. Estudos futuros podem aprofundar a compreensão dos mecanismos fisiológicos envolvidos nessa diferença de resistência e investigar estratégias para otimizar a aclimação da tilápia a ambientes de maior salinidade.

Palavras-chave: Aquicultura; salinidade, tilápia.

ABSTRACT

Brazil has an extensive coastline, which favors the development of aquaculture activities, including fish farming. In the state of Maranhão, estuarine environments present favorable conditions for the cultivation of fish such as tilapia (*Oreochromis niloticus*), a widely farmed species due to its resistance to environmental variations. However, high salinity levels can pose a challenge to its survival, making it essential to understand its tolerance limits. This study aimed to analyze the survival rate of fry, juveniles, and adults of *O. niloticus* at different salinity levels. The fish underwent a progressive acclimatization process, with an increment of 5 ppt per day until reaching 35 ppt. The collected data were analyzed to determine the survival rate at each developmental stage. The results indicated that tilapia survival rates declined from 20 ppt onwards, with fry and juveniles being more resilient than adults. Salinity tolerance was directly related to the fish's developmental stage, influenced by factors such as body size and osmoregulatory capacity. The most suitable salinity for tilapia survival in saltwater was up to 20 ppt. From 25 ppt, the survival rate of adults began to decrease significantly, suggesting lower tolerance to higher salinity conditions. These findings highlight the importance of adjusting salinity according to the species' developmental stage in aquaculture systems to ensure better survival rates. Future studies could further investigate the physiological mechanisms underlying these differences in resistance and explore strategies to optimize tilapia acclimatization to higher salinity environments.

Keywords: Aquaculture; salinity; tilapia.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVO	12
2.1 Geral	12
2.2 Específicos	12
3 REVISÃO DE LITERATURA	13
4 METODOLOGIA	16
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
6 CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país com uma extensa área costeira, que se estende por aproximadamente 7.491 quilômetros (Machado, 2015). Essas áreas são amplamente utilizadas para diversas atividades econômicas, incluindo a piscicultura. Em muitas dessas regiões, os ambientes têm contato direto ou indireto com águas salinas, o que pode ser um fator relevante para o desenvolvimento da aquicultura marinha (Schulter, 2017).

No estado do Maranhão, destaca-se a vasta extensão de áreas propícias ao cultivo de peixes, incluindo regiões litorâneas e zonas estuarinas. Essas áreas, caracterizadas pela interação entre águas doces e salinas, podem oferecer condições ambientais favoráveis para a piscicultura (Filho, 2003). Nos estuários, em particular, é possível realizar tanto o cultivo controlado de espécies, como a tilápia, quanto observar eventuais escapes de peixes para o ambiente natural. Esse cenário apresenta desafios relacionados ao manejo e à sustentabilidade, mas também oportunidades significativas para a exploração de sistemas de aquicultura em água salobra, promovendo o desenvolvimento econômico e ambiental da região (Stride, 1992).

Segundo dados do IBGE (2023), o Maranhão está entre os dez estados com maior produção de tilápia. O Estado tem várias condições favoráveis para cultivo, bem como sua localização, que mantém boas condições climáticas. No município de Araiões, no qual há entrada da maré nos viveiros, convertendo-os em ambientes mais salinos, dificulta o cultivo da maioria das espécies dulcícolas, tornando-os menos produtivos. Então, os piscicultores interessaram-se pelas tilápias devido à sua resistência a diferentes níveis de salinidade (Lopes, 2020).

Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) é uma espécie cultivada há pelo menos 4.000 anos, nos tempos do antigo Egito. Em termos de produção mundial de pescado de água doce, as tilápias são o segundo grupo de peixes mais produzidos, perdendo apenas para o grupo das carpas (FAO, 2009). No Brasil, é cultivada praticamente em todo o país, principalmente, porque destaca-se por sua resistência a variações nos parâmetros físicos e químicos da água e, às doenças, por exemplo. Além disso, apresenta tolerância ao cultivo em altas densidades, sendo resiliente em ambientes

adversos e estressantes, o que a tornou a espécie preferida pela piscicultura brasileira (Silva *et al.*, 2015).

Ela possui características fisiológicas de grande interesse para a aquicultura, tais como, forma do corpo arredondada, reduzido tamanho da cabeça, rendimento de carcaça superior e melhor desempenho zootécnico quando comparada a outras espécies (Dias, 2015). Apresenta grande destaque na piscicultura nacional porque os consumidores optam por uma boa relação entre o preço e a qualidade da carne, sabor suave e cor branca (Silva *et al.*, 2015) e, por ser encontrada tanto em ambientes abertos e fechados de água doce, salobra ou salgada.

Fisiologicamente, embora algumas linhagens de tilápia sejam eurialinas e capazes de tolerar diferentes níveis de salinidade, a exposição a salinidades elevadas pode afetar negativamente o crescimento e a sobrevivência desses peixes. Estudos indicam que linhagens de *Oreochromis niloticus* avaliadas no Brasil não toleram salinidades acima de 20 ppt (Likongwe *et al.*, 1996), enquanto outras linhagens, como por exemplo, as tilápias vermelhas apresentam desempenho reduzido e baixa sobrevivência em salinidades superiores a 26 ppt (El-Sayed, 2006).

Contudo, a exposição à água salina apresenta desafios significativos, especialmente, devido ao crescente interesse em expandir as possibilidades de cultivo em diferentes contextos hídricos. Priadi Setyawan (2022) demonstrou que sistemas de cultivo rotacional e policultura, que combinam camarão e tilápia, podem aumentar a produtividade e a lucratividade dos agricultores. Ele mostrou que, até 20%, a salinidade potencializa o crescimento e o ganho de peso das tilápias. Portanto, é necessário aprofundar os estudos sobre a adaptabilidade da tilápia, considerando a procura e o aumento da produção em água salgada.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

- Analisar a taxa de sobrevivência de alevinos, juvenis e adultos de *Oreochromis niloticus* em água salgada.

2.2 Específicos

- Identificar qual nível de salinidade ocorre a melhor taxa de sobrevivência do *Oreochromis niloticus* para cada fase de desenvolvimento

3 REVISÃO DE LITERATURA

A aquicultura continua sendo o setor de produção de alimentos de origem animal que mais cresce e, pela primeira vez, é capaz de fornecer metade de todos os peixes consumidos mundialmente. Portanto, a aquicultura prioriza a criação de peixes em sistemas controlados, diminuindo a pressão da pesca (FAO, 2008).

Considerando que a tilápia se estabelece facilmente em ecossistemas naturais, deve-se ter extrema cautela nos locais de produção, caso a introdução de peixes seja em sistemas de cultivo conectados a estuários e manguezais (Suresh; Lin, 1992). Nesse sentido, a Lei nº 11.959/2009, conhecida como a legislação brasileira que estabelece diretrizes para a promoção de um modelo sustentável de pesca e aquicultura, conforme apresentado a seguir:

Art. 1º: Esta Lei dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, formulada, coordenada e executada com o objetivo de promover:

I – o desenvolvimento sustentável da pesca e da aquicultura como fonte de alimentação, emprego, renda e lazer, garantindo-se o uso sustentável dos recursos pesqueiros, bem como a otimização dos benefícios econômicos decorrentes, em harmonia com a preservação e a conservação do meio ambiente e da biodiversidade.

Muitas espécies de tilápia são eurihalinas, mas os limites de tolerância das espécies variam consideravelmente (Suresh; Lin 1992). Embora consiga adaptar-se a diferentes níveis de salinidade, seu desenvolvimento ideal ocorre dentro de uma faixa específica. Segundo El-Sayed (2006), espécies como *Oreochromis niloticus* tendem a ter o crescimento prejudicado quando expostas a níveis elevados de salinidade, enquanto *Oreochromis mossambicus* demonstra maior capacidade de adaptação a ambientes com alta concentração de sais.

As espécies de tilápias que não resultam de hibridação, como a *Oreochromis niloticus*, têm um desempenho de crescimento adequado em águas de baixa salinidade, entre 0-10 ppt. Em contrapartida, as linhagens de crescimento rápido, como a tilápia vermelha, são híbridas e se destacam por incluir a *Oreochromis mossambicus*, que possui uma alta tolerância à salinidade, apresenta um desenvolvimento ideal em salinidades entre 15-32 ppt (Likongwe *et al.*, 1996).

Pereira *et al.* (2014) evidenciaram que a taxa de sobrevivência da Tilápia do Nilo foi amplamente positiva, independentemente do nível de salinidade utilizado. Os autores constataram que os alevinos apresentaram uma excelente adaptação aos diferentes tratamentos experimentais, incluindo salinidades de até 25‰, sem

apresentar sinais significativos de estresse ou mortalidade. Isso demonstrou a capacidade da espécie de sobreviver e se desenvolver bem em condições de salinidade variáveis. A taxa de sobrevivência foi próxima de 100% para os tratamentos de 0‰, 10‰, 20‰ e 25‰.

Além da espécie, o estágio de desenvolvimento da tilápia também interfere na sua tolerância à salinidade. Watanabe et al. (1985) indicaram que juvenis geralmente suportam variações salinas com mais facilidade do que peixes adultos, pois seus mecanismos de osmorregulação ainda estão em processo de ajuste. No entanto, outras pesquisas apontaram que indivíduos menores podem ter o crescimento afetado em ambientes muito salgados, já que precisam gastar mais energia para manter o equilíbrio osmótico (Likongwe et al., 1996).

O peso corporal da tilápia é outro fator determinante na sua resposta à salinidade. De acordo com Suresh e Lin (1992), peixes com maior peso tendem a se adaptar melhor a níveis moderados de salinidade, enquanto indivíduos menores podem apresentar dificuldades e crescimento reduzido. Conforme os autores, isso ocorre porque peixes maiores possuem um sistema osmorregulador mais eficiente, o que lhes permite lidar melhor com mudanças no ambiente. Iqbal *et al.* (2012) mostraram que tilápias com peso superior a 50g mantiveram um crescimento estável quando expostas a salinidades entre 10 e 15 ppt, enquanto aquelas com peso inferior apresentaram uma redução significativa no ganho de massa.

Segundo Prunet e Bornancin (1989), a adaptabilidade aos ambientes é influenciada por diversos fatores. Esses autores evidenciaram que o desenvolvimento de um indivíduo e sua tolerância à salinidade apresentam relação com o tamanho dos peixes; logo, os maiores indivíduos toleram melhor as variações de salinidade. Além disso, Watanabe e Kuo (1985) sugeriram que a adaptação é mais eficaz quando os peixes mais jovens são expostos a diferentes níveis de salinidade.

Nesse contexto, a adaptação da tilápia a ambientes com elevada salinidade ocorre através de mudanças importantes no seu organismo, especialmente nas brânquias, que são fundamentais para o controle do equilíbrio de sais no corpo. Para isso, ela aumenta o fluxo de íons sódio (Na^+) e cloro (Cl^-) pelas brânquias, intensifica a atividade da enzima Na^+ , K^+ -ATPase nesses tecidos e eleva a quantidade de células de cloro nas lamelas branquiais. Essas adaptações ajudam o peixe a manter o equilíbrio osmótico mesmo em águas mais salinas. Além disso, esse processo é regulado por hormônios como catecolaminas, glucagon, prolactina e cortisol, que

desempenham um papel essencial na aclimação da tilápia a essas condições (Silva, 2022).

A tolerância à salinidade em tilápias é influenciada por diversos fatores ambientais, como temperatura, oxigênio dissolvido e amônia, além da própria salinidade. Segundo Prunet e Bornancin (1989), a temperatura da água afeta o metabolismo e a osmorregulação, sendo que temperaturas mais elevadas podem aumentar a taxa metabólica e impactar a adaptação à salinidade. Níveis baixos de oxigênio podem causar estresse e comprometer a capacidade de adaptação dos peixes. A presença de amônia na água também é um fator crítico, pois sua toxicidade pode prejudicar funções fisiológicas e aumentar o estresse osmótico, influenciando a excreção de íons. Além disso, a tolerância à salinidade está relacionada à capacidade das tilápias de regular íons por meio das brânquias, podendo ser aprimorada com exposição gradual a diferentes concentrações salinas.

A suplementação da dieta com NaCl indicam que a adição de sal na alimentação pode contribuir para o crescimento e a adaptação dos peixes em ambientes com variação de salinidade, auxiliando na osmorregulação e reduzindo o estresse osmótico. Essa relação foi demonstrada no estudo de Fontaínhas-Fernandes (2001)

Rossi Souza (1999), em estudo semelhante com tilápia vermelha, utilizando alevinos, juvenis e adultos e tempo de aclimação a salinidade em 3 dias, verificou uma sobrevivência de 100%, o que demonstra que para as tilápias, a diferença de tamanho, tanto em peso como em comprimento, não constitui obstáculo para a perfeita aceitação destes organismos ao ambiente marinho.

Silva (2019) destacou que a aclimação gradual desempenha um papel fundamental no aumento do tempo de sobrevivência à salinidade. Para minimizar as taxas de mortalidade, a autora recomenda que o processo seja conduzido de forma controlada, com acréscimos de até 10 partes de sal por dia. Além disso, quando a salinidade desejada excede a do ambiente marinho, é essencial que os indivíduos apresentem um tamanho mínimo de 4,5 cm, permitindo incrementos de 5 partes de sal por dia sem comprometer a sobrevivência.

As tilápias podem até crescer e se reproduzir em níveis muito altos de salinidade; mas a tolerância ao sal não indica necessariamente condições adequadas para a máxima produção, pois depende da espécie, linhagem e tamanho do animal,

do tempo de adaptação, dos fatores ambientais e da localização geográfica (El-Sayed, 2006).

4 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquacultura (AQUALAB) do Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). A estrutura do experimental contou com nove tanques circulares de fibra de vidro (Figura 1), cada um com capacidade de 500 litros e volume útil de 300 litros. Os exemplares utilizados foram provenientes da piscicultura Elisa Maria, localizada no município de São Luís, Maranhão. Os peixes foram transportados em sacos plásticos até o laboratório.

Figura 01 - Estrutura do sistema.



Fonte: arquivo pessoal LOPES, Tirza, 2024.

Ao chegarem ao laboratório, os peixes foram submetidos a um processo de aclimação para minimizar variações bruscas de temperatura, reduzindo o risco de estresse ou choque térmico. Para isso, permaneceram nos sacos plásticos de transporte, permitindo uma transição gradual (Figura 2). Para isso, os exemplares foram mantidos em sacos plásticos contendo a água de origem e, gradualmente, pequenas quantidades de água dos tanques experimentais foram adicionadas a cada 15 minutos, até que a temperatura da água nos sacos se igualasse à do ambiente experimental. Esse processo teve duração aproximada de 60 minutos.

Figura 02 - Processo de aclimação dos peixes.

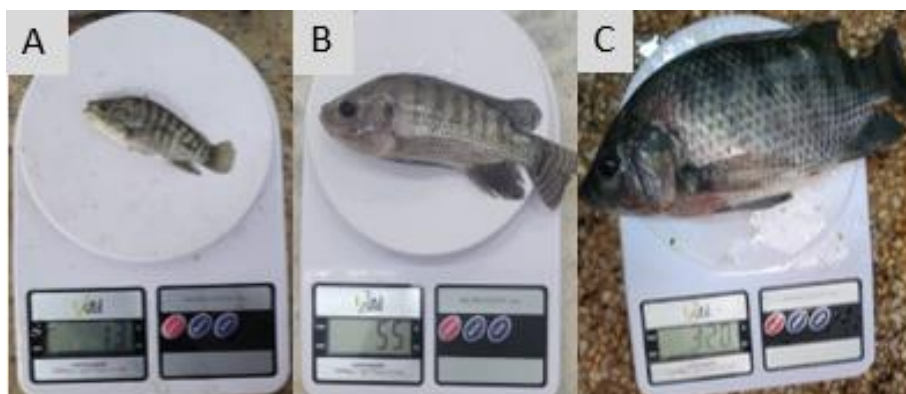


Fonte: arquivo pessoal LOPES, Tirza, 2024.

Os organismos foram distribuídos em três tratamentos, correspondentes às fases de desenvolvimento: alevinos (10 a 20 g), juvenis (50 a 70 g) e adultos (320 a 350 g). O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com três repetições para cada fase e oito unidades experimentais por tanque. A salinidade foi ajustada gradativamente com a adição de cloreto de sódio (sal grosso) a uma taxa de 5 ppt por dia, até alcançar 35 ppt. O experimento teve duração de sete dias, sendo que cada ajuste de salinidade ocorreu em um intervalo de 24 horas.

O processo de diluição do sal foi realizado para garantir a homogeneidade da salinização. Inicialmente, foi medida a circunferência dos tanques para determinar seu volume e calcular o peso aproximado de sal necessário para alcançar o ajuste desejado de salinidade. A água dos tanques foi então removida e transferida para um recipiente separado para a diluição do sal. O cloreto de sódio (sal grosso) foi adicionado à água do recipiente, sendo a solução misturada até completa dissolução. Após a dissolução do sal, a água foi devolvida aos tanques, garantindo que a salinização fosse gradual e uniforme, conforme o ajuste de 5 ppt por dia.

Figura 03 – Pesagem dos animais nas fases: alevino (A), juvenil (B) e adulto (C).



Fonte: arquivo pessoal LOPES, Tirza, 2025.

Figura 04 – Diluição do sal. (A) Pesagem do sal, (B) Coleta da água do tanque e (C) adição da água ao sal

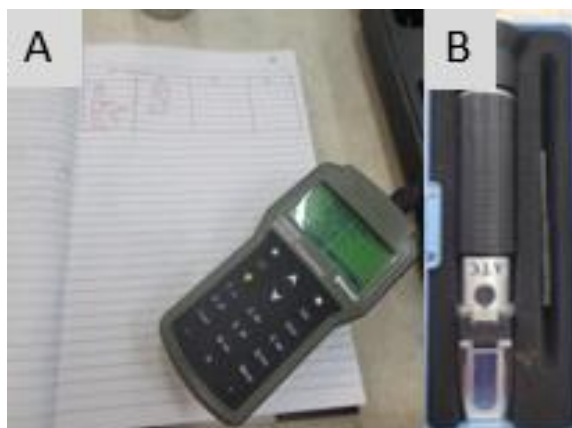


Fonte: arquivo pessoal LOPES, Tirza, 2025.

A alimentação foi feita uma vez ao dia e a renovação da água, quando necessária, foi feita por sifonamento para retirada dos alimentos que não foram consumidos e as excretas, e após a readequação da salinidade experimental. Os parâmetros físico-químicos (Figura 05) como temperatura, salinidade, condutividade, pH, oxigênio e amônia foram analisados diariamente com o auxílio de uma sonda multiparâmetro e um refratômetro e, foi calculada a taxa de sobrevivência, conforme fórmula abaixo:

$$\text{Taxa de Sobrevivência} = (\text{Número de Sobreviventes} / \text{Número Inicial de Indivíduos}) \times 100$$

Figura 05: Coleta dos parâmetros físico químicos com a sonda multiparâmetro (A) e refratômetro (B)



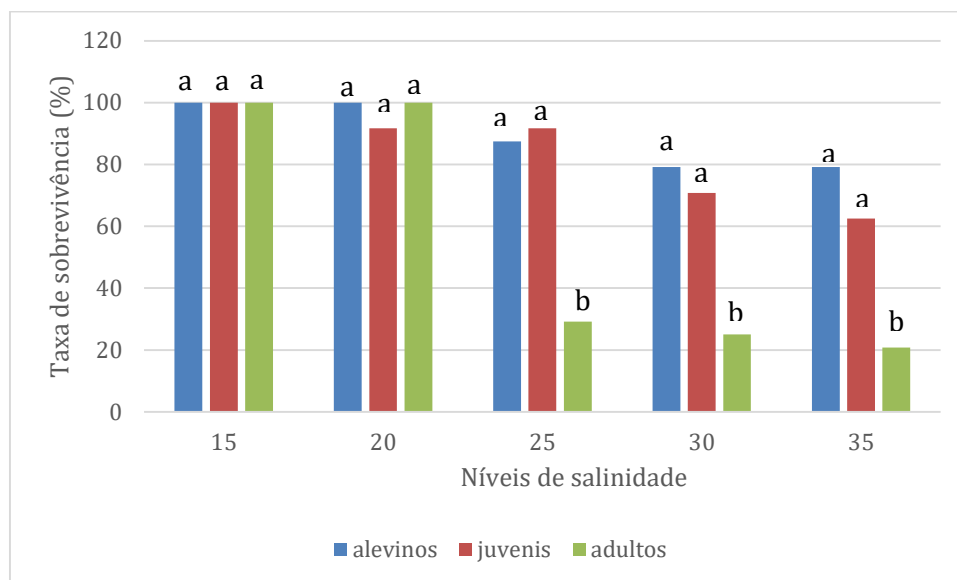
Fonte: arquivo pessoal LOPES, Tirza, 2025.

Para análise estatística, foi feito o teste de Levene e Shapiro-Wilk para testar a homogeneidade de variância e normalidade dos dados de sobrevivência, respectivamente. Os dados apresentaram distribuição não normal, logo, realizou-se o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis para verificar se houve diferença significativa entre os parâmetros e, em seguida, o teste de Mann-Whitney para comparação entre os tratamentos com um nível de significância de 5%.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Figura 06 evidenciaram a influência do tamanho do peixe na taxa de sobrevivência de *Oreochromis niloticus* em água salgada. A partir de 25 ppt, observou-se um declínio na taxa de sobrevivência, o que está em conformidade com os achados de Silva (2019), que estudou tilápias vermelhas.

Figura 06 - Taxa de sobrevivência para as diferentes fases de desenvolvimento da tilápia do nilo *Oreochromis niloticus*.



Oreochromis niloticus é um peixe que apesar de ser de água doce, apresenta uma notável capacidade de adaptação a águas salobras. No entanto, sua sobrevivência em salinidades elevadas é limitada. De acordo com Woo (1996), a espécie é um bom osmorregulador, pois a concentração de Na⁺ no soro e o conteúdo de água nos músculos são mantidos relativamente constantes durante a transição da água doce para a água salgada. Da mesma forma, Lotan (1960) relatou a capacidade de *O. aurens* de tolerar salinidades de até 51,8 ppt após aclimação gradual, enquanto a mortalidade ocorreu acima de 21 ppt após transferência direta. Carvalho (2002) sugere que, assim como as tilápias vermelhas, a tilápia-do-nilo também pode ser cultivada em estuários. No entanto, destaca a importância de uma aclimação adequada dos alevinos para garantir o sucesso do cultivo.

Os alevinos e os juvenis apresentaram a maior taxa de sobrevivência, destacando-se por sua alta resiliência à salinidade (Figuras 07 e 08). Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que, nos estágios iniciais de desenvolvimento, os peixes direcionam grande parte de sua energia ao crescimento e à adaptação às condições ambientais (Likongwe *et al.*, 1996). Essa observação corrobora com os achados de Dubon (2001) que registraram taxas de sobrevivência de $91,42 \pm 2,8\%$ e $89,51 \pm 3,29\%$ em alevinos de tilápia vermelha submetidos a diferentes dietas com

um regime de aclimação gradativa, com aumento da salinidade de 5000¹ ppm/dia até 36000 ppm.

Da mesma forma, Silva (2019) verificou que juvenis de tilápia vermelha resistiram à exposição direta a salinidades de até 20 ppt, apresentando sobrevivência superior a 86,6%. Entretanto, em salinidades mais elevadas, houve um declínio na sobrevivência, demonstrando que a tolerância da espécie possui um limite fisiológico. No entanto, a sobrevivência não é tão elevada quanto a dos alevinos, possivelmente devido ao processo contínuo de ajuste desses mecanismos.

De acordo com Watanabe *et al.* (1985), os juvenis demonstram uma maior capacidade de suportar variações na salinidade quando comparados aos adultos. Isso ocorre porque, durante essa fase, seus mecanismos osmorregulatórios ainda estão em processo de amadurecimento, o que confere aos juvenis uma maior flexibilidade fisiológica para lidar com mudanças nas condições ambientais. A adaptação a diferentes níveis de salinidade é, portanto, mais eficiente nesse estágio, pois o organismo ainda está em fase de desenvolvimento e pode ajustar seus processos internos de maneira mais dinâmica, ao contrário dos adultos, cujos mecanismos já estão mais estabilizados e, portanto, menos responsivos a essas flutuações. No entanto, a grande dispersão dos dados nos tratamentos avaliados (S25, S30 e S35) pelos autores sugere uma variabilidade individual na resistência à salinidade.

¹ 5000 ppm equivale a 5 ppt

Figura 07 - Sobrevivência de alevinos nos diferentes níveis de salinidade (S15, S20, S25, S30 e S35).

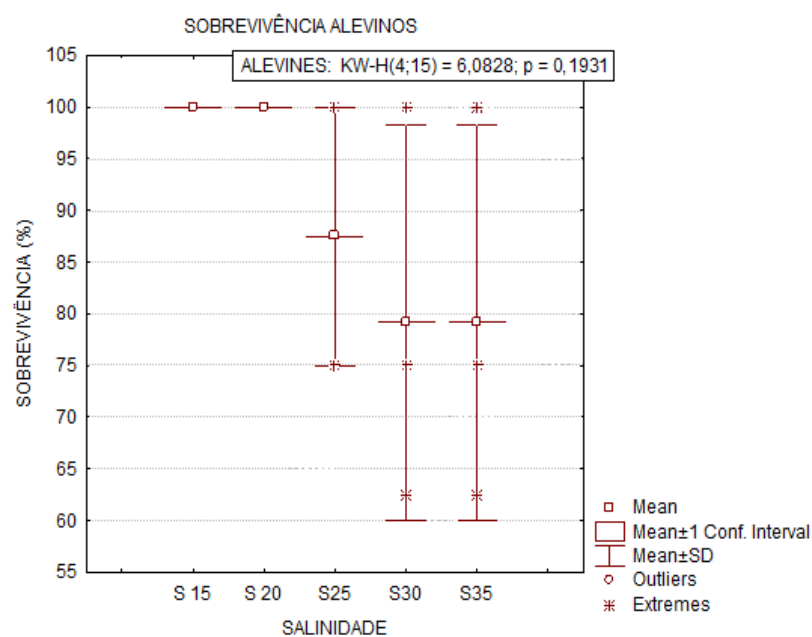
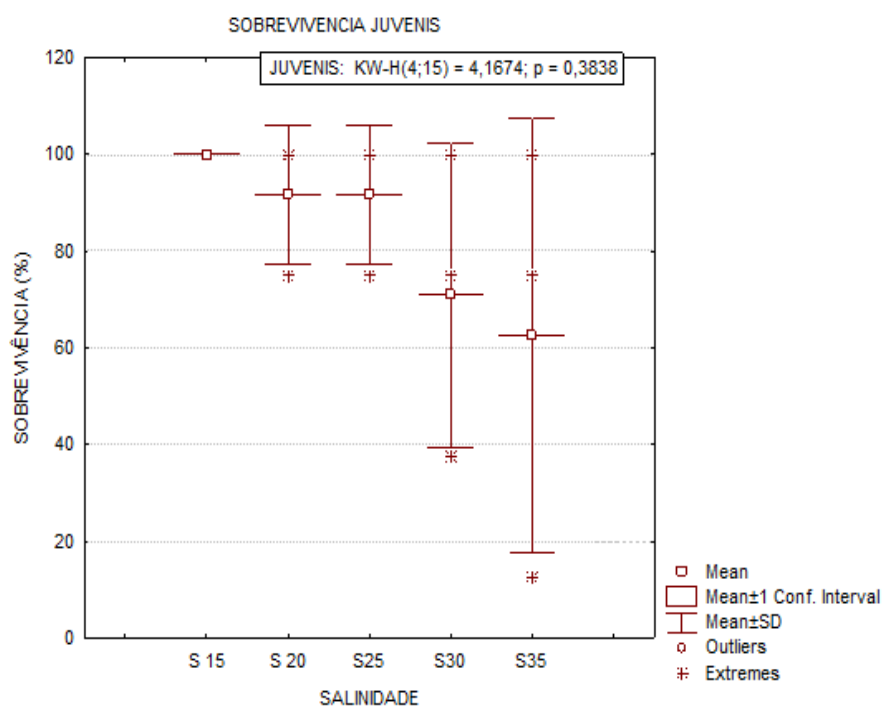


Figura 08 - Sobrevivência de juvenis nos diferentes níveis de salinidade (S15, S20, S25, S30 e S35).

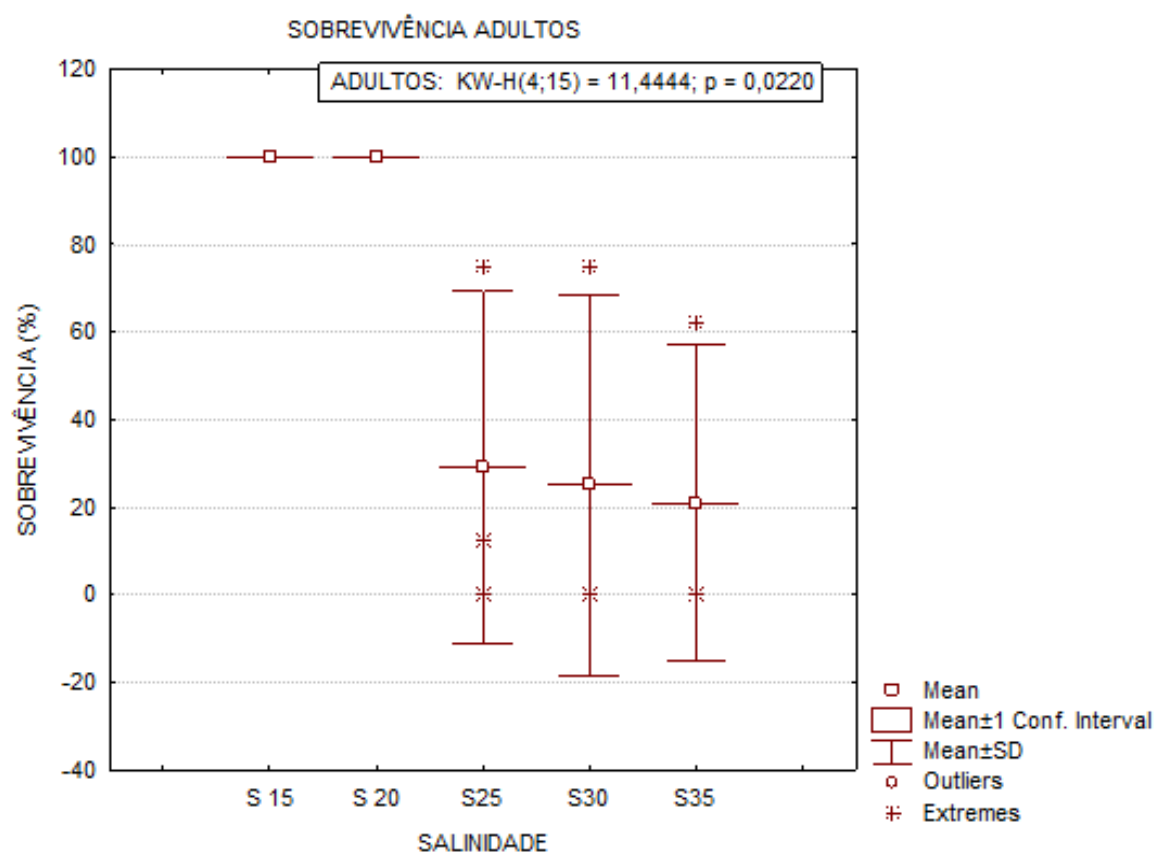


A baixa taxa de sobrevivência dos adultos (Figuras 09) indica que essa classe apresenta dificuldades significativas em manter o equilíbrio osmótico em ambientes salinos, o que pode comprometer sua sobrevivência a longo prazo. Tais achados reforçam os resultados encontrados por Suresh e Lin (1992), que sugerem que os peixes maiores possuem um sistema osmorregulador mais exigente.

Há um limite para esse benefício, pois a fisiologia do peixe impõe restrições à sua adaptação. À medida que cresce, seu sistema de regulação osmótica pode atingir um ponto de saturação, onde o tamanho extra já não melhora significativamente a resistência à salinidade. Fatores como espécie, ambiente e genética também desempenham um papel crucial nessa tolerância. Assim, embora o tamanho seja um fator relevante, ele não garante uma adaptação ilimitada a condições salinas extremas (Villegas, 1990).

Em um estudo com alevinos, juvenis e adultos, Souza (1999) verificou uma taxa de sobrevivência de 100% nos três estágios de crescimento em salinidades iguais. Esse resultado indica que, para as tilápias, a variação de tamanho, tanto em peso quanto em comprimento, não representa um obstáculo significativo para a adaptação desses organismos ao ambiente marinho.

Figura 09 - Sobrevivência de juvenis nos diferentes níveis de salinidade (S15, S20, S25, S30 e S35).



6 CONCLUSÃO

Conclui-se que a salinidade mais adequada para a sobrevivência da tilápia em águas salgadas é de até 20 ppt para as diferentes fases. Observou-se que os alevinos e juvenis apresentaram maior resiliência às variações de salinidade, sugerindo que sua capacidade de adaptação é mais eficiente em comparação aos adultos, pois a partir da salinidade de 25 ppt, a taxa de sobrevivência dos adultos começou a diminuir significativamente, indicando uma menor tolerância a condições mais salinas. Esses resultados ressaltam a importância de ajustar a salinidade de acordo com a fase de desenvolvimento da espécie em cultivos aquícolas, garantindo melhores taxas de sobrevivência.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei n.º 11.959, de 29 de junho de 2009. **Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca.** *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 30 jun. 2009.

CARVALHO, Matheus. **Teste preliminar sobre um cultivo de tilápia vermelha (híbrida de *Oreochromis* spp.) em tanques-rede no estuário do rio serinhaem, estado da bahia.** Fortaleza, Ceará, 2002

DIAS, Marcos; MARINO, Wagner. **Aquicultura no Brasil: Novas Perspectivas.** São Paulo, 2015.

DUBON, Jorge. **Aproveitamento de águas residuais provenientes de dessalinizadores instalados no estado de ceará.** Ceará, 2001.

EL-SAYED, ABDEL-FATTAH M. **Tilapia Culture.** Egypt, 2006

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture.** Itália, 2008. OK

FILHO, José. **Piscicultura no Maranhão em água doce: situação atual e perspectivas de crescimento futuro.** Recife, 2003.

FONTAÍNHAS-FERNANDES, A., Gomes, E., Reis-Henriques, M. A., & Coimbra, J. **Replacement of Fish Meal by Plant Proteins in the Diet of Nile Tilapia: Digestibility and Growth Performance.** 2001

IBGE, **Produção da Pecuária Municipal 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2023

IQBAL, K. J., QURESHI, N. A., ASHRAF, M., REHMAN, M. H. U., KHAN, N., JAVID, A., ABBAS, F., MUSHTAQ, M. M. H., RASOOL, F., & MAJEED, H. (2012). **Effect of different salinity levels on growth and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).** *Journal of Animal and Plant Sciences*, 22(4), 2012.

LIKONGWE, JEREMY S. ET AL. **Combined effects of water temperature and salinity on growth and feed utilization of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus).** Estados Unidos, 1996.

LOPES, Jane. et al. **Caracterização da piscicultura familiar na região do baixo Parnaíba.** Maranhão, 2020.

LOTAN, R. 1960. **Adaptability of *Tilapia nilotica* to various saline conditions.** *Bamidgeh* 12:96- 100.

MACHADO, Luiz. **A plataforma continental brasileira e o direito do mar: Considerações para uma ação política.** Brasília, 2015, p 75.

PEREIRA, D. S. P.; GUERRA-SANTOS, B.; DA CRUZ, ÁLVARO V. C.; DE MEDEIROS, S. D. C.; ALBINATI, R. C. B.; AYRES, M. C. C. Avaliação de diferentes níveis de salinidade Sobre os parâmetros zootécnicos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 12, n. 1, p. 44-44, 24 out. 2014.

PRUNET, Patrick; BORNANCIN, Michel. **Physiology of salinity tolerance in tilapia: an update of basic and applied aspects**. França, 1989.

RAKOCY, J. E. In **Cultured aquatic species fact sheets**. FAO. 2009. Disponível em:

https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/I1129m/file/en/en_nilettilapia.htm>

SCHULTER, Eduardo PICKLER; VIEIRA FILHO, José E. R.: **Evolução da piscicultura no Brasil: Diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia**, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, 2017.

Setyawan, Priadi et al. **Current status, trends, and future prospects for combining salinity tolerant tilapia and shrimp farming in Indonesia**. *Aquaculture*, 561, Article 738658

SILVA, Aline. **Efeito da salinidade sobre o ganho de peso em tilápias vermelhas**. Rio Grande do Norte, 2019.

SILVA, André. **Parâmetros hematológicos e características histológicas em brânquia, fígado e rim de tilápia *Oreochromis niloticus* expostos a lambda-cialotrina**. Mato Grosso do Sul, 2022.

SILVA, Gisele. et al. **Tilápia-do-Nilo: Criação e cultivo em viveiros no estado do Paraná**. Curitiba, 2015

SOUZA, Rossi. **Aclimação de tilápia vermelha (híbrido de *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis mossambicus*) em água do mar e análise comparativa do seu crescimento com a de água doce**. Ceará, 1999.

STRIDE, RICHARD KENNETH. **Diagnóstico da pesca artesanal marinha do estado do Maranhão**. São Luís, 1992.

SURESH, ARUL V.; LIN, C. KWEI. **Tilapia culture in saline waters: a review**. Thailand, 1992. *Aquaculture*. 106

VILLEGAS, C.T. 1990. **Evaluation of the salinity tolerance of *O. mossambicus*, *O. niloticus*, and their F1 hybrids**. *Aquaculture* 85:281-292.

WADE O-WATANABE; CHING-MING KUO; MEI-CHAN HUANG. **Salinity tolerance of the tilapias: *Oreochromis aureus*, *O. niloticus* and an *O. mossambicus* x *O. niloticus* hybrid**. Philippines, 1985.

WOO, N. Y. S.; NG, T. B. ; LEUNG, T. C.; CHOW, C. Y. **Enhancement of growth of tilapia *Oreochromis niloticus* in iso-osmotic medium**. Berlin, 2007.