



ANAIS

MODELAGEM TÉRMICA CORPORAL PARA PREDIÇÃO DE SAFRAS DE TILÁPIA CINZA E VERMELHA PRODUZIDAS EM SISTEMA INTENSIVO

MARCELO GUILHERMINO PETERSEN
petersen.marcelo@ymail.com
UNESP FCAV

MAICON DA ROCHA BRANDE
brandes.mdr@gmail.com
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP (CAUNESP)

FLÁVIA CRISTINA MÁXIMO DE GODÓI
flavia.godoi@unesp.br
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

TAVANI ROCHA CAMARGO
tavani.rocha@unesp.br
CENTRO DE AQUICULTURA

GUILHERME WOLFF BUENO
guilherme.wolff@unesp.br
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

RESUMO: A tilápia está entre as principais espécies de peixes produzidas no Brasil, por conta de sua rusticidade, capacidade de adaptação, facilidade de manejo, rendimento de carcaça e aceitação pelo mercado consumidor. Entretanto, aumentos ou quedas excessivas da temperatura da água ocasionam estresse térmico aos peixes, podendo ocasionar perdas de produtividade para o produtor rural. O objetivo deste estudo foi estimar e prever safras de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da variedade cinza (TC) e vermelha (TV) criadas em tanques-rede em uma piscicultura comercial por meio da aplicação do modelo matemático coeficiente de crescimento térmico (TGC). Durante oito meses foram acompanhados 40 lotes (tanques-rede) destas variedades de tilápia para abate com aproximadamente 1 kg. A temperatura da água esteve entre 25oC a 32oC e resultou em exponenciais de crescimento térmico ajustado de 0,0978 e 0,8901 e ganho de peso diário de $4,49 \pm 1,85$ e $4,04 \pm 2,34$ gramas para a TC e TV, respectivamente. Verificou-se que a TC é mais eficiente no ganho de peso e crescimento corporal. Houve decréscimo de duas toneladas por hectare e acréscimo de 22 dias sob o tempo para abate e comercialização da safra da TV em relação a TC. O modelo matemático TGC foi eficiente para estimar e prever as safras das duas variedades de *O. niloticus* e de ser utilizado no planejamento e manejo de empreendimentos aquícolas.

PALAVRAS CHAVE: aquicultura, aquanegócio, modelagem matemática, modelo de predição, tilápia

ABSTRACT: Tilapia is among the main species of fish produced in Brazil, due to its rusticity, adaptability, ease of handling, carcass yield and acceptance by the consumer market. However, excessive increases or falls in water temperature cause thermal stress to the fish, which can cause losses in productivity for the rural producer. The objective of this study was to estimate and predict crops of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) of the gray (TC) and red (TV) variety types raised in net tanks in a commercial fish farm by applying the thermal growth coefficient mathematical model (TGC). For eight months, 40 batches (net tanks) of these varieties of tilapia were slaughtered with a weight of approximately 1 kg. The water temperature was between 25oC to 32oC and resulted in exponentials of adjusted thermal growth of 0.0978 and 0.8901 and daily weight gain of 4.49 ± 1.85 and 4.04 ± 2.34 grams for CT and TV, respectively. It was found that CT is more efficient in weight gain and body growth. There was a decrease of two tons per hectare and an increase of 22 days under the time for slaughter and commercialization of the TV crop in relation to TC. The TGC mathematical model was efficient to estimate and predict the yields of the two varieties of *O. niloticus* and to be used in the planning and management of aquaculture enterprises.

KEY WORDS: aquaculture, aquabusiness, mathematical modeling, prediction model, tilapia

ANAIS

1. INTRODUÇÃO

A produção de organismos aquáticos é considerada uma das cadeias de produção de alimentos que mais cresce no mundo, com perspectivas de produzir 109 milhões de toneladas até 2030, um crescimento de 32% da produção de pescado em relação à 2018 (FAO, 2020). Tal crescimento, proporcionará maiores índices de desenvolvimento econômico, tanto na criação de novos empregos como na geração de renda para toda a cadeia de alimentos (VALENTI et al., 2021).

O setor aquícola do Brasil tem aumentado exponencialmente nos últimos anos em resposta a climas favoráveis, recursos hídricos e insumos agrícolas abundantes, disponibilidade de mão de obra e aumento da demanda doméstica (GARCIA et al. 2013; VALENTI et al., 2021). Em 2018, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) apresentou uma produção global de aproximadamente 4,5 milhões de toneladas, correspondente à 8,3% da produção mundial aquícola (FAO, 2020).

O país é hoje o quarto maior produtor de tilápia do mundo, produzindo aproximadamente 324 toneladas por ano, fato que tornou esta espécie responsável por 61% de toda a produção aquícola brasileira de pescados em águas continentais (VALENTI et al., 2021).

A indústria brasileira utiliza principalmente duas variedades de tilápia, a vermelha (*Oreochromis sp*), conhecida comercialmente como “Saint Peter” e a cinza (*Oreochromis niloticus*), estas possuem diversas linhagens genéticas e comerciais conhecidas como: Chitralada, GIFT, Supreme, Flórida, Tailandesa, dentre outras (KUBITZA, 2006).

Diante do potencial produtivo desta espécie e do potencial hídrico do país, a tilapicultura está passível de riscos, dentre eles, destaca-se as influências climáticas do ambiente e as condições de qualidade da água sobre o desempenho dos animais (SANTOS et al., 2013). Em ocasiões de elevadas oscilações térmicas, tanto da temperatura do ambiente quanto a da água, podem acarretar estresse térmico aos peixes levando-os a diminuição do desempenho zootécnico e a inviabilização da produção, ao compararmos aos padrões comerciais de *performance* para esta espécie (DUMAS et al., 2010; CAI et al., 2018; ZVAVAHERA et al., 2018).

Neste cenário de incertezas, surgem demandas dos produtores para o desenvolvimento e aplicação de ferramentas que permitam estimar o crescimento e desempenho zootécnico dos animais, além da necessidade de prever o tempo para tornarem suas safras aptas para comercialização. Assim, modelos matemáticos têm sido utilizados para estimar os ciclos de produção e auxiliar na gestão das operações aquícolas (CHO e BUREAU (1998); DUMAS et al. 2010; BUENO et al., 2017; BRANDE et al., 2018).

Dentre os diversos modelos matemáticos existentes, o modelo coeficiente de crescimento térmico (TGC) se destaca para aplicação em organismos aquáticos, pois considera variáveis ambientais como a temperatura da água, fator limitante para o crescimento dos animais pecilotérmico (IWAMA e TAUTZ, 1981; DUMAS et al., 2010).

Portanto, estudos que demonstram a aplicação destas ferramentas são fundamentais para promoção de processos e operações mais precisas e seguras, principalmente para esta modalidade do agronegócio que apresenta elevado risco de investimento.

ANAIS

2. OBJETIVO

Aplicar a modelagem matemática do coeficiente de crescimento térmico (TGC) para estimar safras de tilápia (*Oreochromis ssp.*) das variedades cinza e vermelha produzidas em tanques-rede instalados no reservatório da Usina Hidrelétrica de Chavantes, São Paulo.

2

3. MATERIAL DE MÉTODOS

3.1. Coleta de dados

Durante oito meses, no período do verão e outono de 2019 a 2020, foram acompanhados 20 lotes de cada variedade de tilápia (*Oreochromis ssp.*) linhagens GIFT (80% dos lotes) e SUPREME (20% dos lotes), produzidas em uma fazenda comercial instalada no reservatório da Usina Hidrelétrica de Chavantes, São Paulo. Os peixes com peso de aproximadamente 40g foram distribuídos em lotes homogêneos nos tanques-rede com volume de 54 m³, sob densidade de estocagem inicial de 185 peixes por m³ de água. Estes foram abatidos posteriormente com aproximadamente 1 kg.

Periodicamente foram realizadas análises da qualidade de água na área de produção e acompanhado o manejo alimentar e a logística operacional para produção das safras durante um ciclo de produção. Após o delineamento operacional dos tanques-rede, realizou-se a classificação do peixes em três fases de produção: juvenil I (J1 = de 30g até 100g), juvenil II (J2 = de 100g a 500g) e peso de mercado (PM = acima de 500g).

Mensalmente, foram coletados 5% dos animais em relação ao número total de peixes por tanques-rede para avaliação dos seguintes indicadores de desempenho zootécnico: ganho de peso (peso inicial – peso final/dias de cultivo), conversão alimentar (ração consumida/ganho de peso) e índice de sobrevivência (% peixes vivos).

Os valores de desempenho zootécnico obtidos, foram utilizados para mensuração das curvas de crescimento corporal dos animais mediante a aplicação do modelo matemático coeficiente de crescimento térmico (TGC) desenvolvido por Iwama e Tautz (1981).

3.2. Modelagem matemática adaptada para predição das safras de tilápia

Aplicou-se o modelo matemático do coeficiente de crescimento térmico (TGC), que em sua equação algébrica (Eq.01) considera a temperatura da água e o ciclo de produção em dias como um fator analítico em relação o metabolismo do animal, como fator de crescimento dos peixes. A partir do exponencial de crescimento padrão (EXP = 0,3333), aplicou-se o TGC de acordo com o recomendado por Cho e Bureau (1998), Dumas et al. (2010) e adaptado para *O. niloticus* por Bueno et al. (2017), dado pela equação:

$$TGC = \left(100 \cdot \left\{ \frac{[P_f^{(EXP)} - P_i^{(EXP)}]}{\sum_{i=1}^n (TA_i \cdot CP_i)} \right\} \right) \text{ Eq. 01}$$

Após a definição do coeficiente de crescimento corporal dos peixes, realizou-se o ajuste deste exponencial, mediante a ferramenta SOLVER do *software* Microsoft Office Excel®. Assim,

ANAIS

definiu-se um novo coeficiente de crescimento térmico para cada variedade de tilápia (TGC² ajustado). Considerando o valor mínimo da função e a soma dos quadrados dos resíduos (RSS), definiu-se o peso final estimado (em gramas) e a previsão de cada safra de acordo com o proposto por Dumas et al. (2010):

$$Pf = \left(\left\{ P_i^{(EXP)} + \left[(0,01 \cdot TGC) \cdot \sum_{i=1}^n (TA_i \cdot CP_i) \right] \right\}^{\left(\frac{1}{EXP}\right)} \right) \text{ Eq. 2}$$

Onde, n = ciclo de produção; i = fase de produção (dias); Pf e Pi trata-se do peso corporal final e inicial do animal (em quilogramas), CP representa o ciclo de produção (em dias), TA é a temperatura da água (°C) e EXP. é o exponencial de crescimento corporal do animal.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros de qualidade da água observados na área aquícola de dezembro de 2019 a junho de 2020, estiveram dentro dos limites adequados para a espécie (Tabela 1). A temperatura média da água foi de 28,3±2,39°C ao longo do ciclo de produção. Segundo Boyd e Tucker (1998), estes valores estão dentro do conforto térmico para espécies tropicais de peixes que necessitam de 24°C a 30°C para atingir um desempenho de crescimento corporal satisfatório.

Os valores de pH obtiveram resultados próximos ao sugerido por Ono e Kubitzka (2003) e aos resultados encontrados por Ayroza (2009) com valores médios de 6,5 a 8,2 para a mesma área aquícola no reservatório de Chavantes. Além do pH, a condutividade elétrica da água (CD) também obteve valores adequados para o cultivo de tilápias.

As concentrações de O₂D foram regulares para o crescimento zootécnico dos animais, ao considerarmos os valores sugeridos por Boyd e Tucker (1998) que são de 5 a 8 mg L⁻¹. Cyrino e Conte (2006) citam que o O₂D é o principal parâmetro limnológico que afeta o desempenho produtivo da criação de peixes em sistema intensivo, e recomendam níveis superiores à 3,0 mg de O₂D L⁻¹ para tilápia do Nilo.

Tabela 1. Valores médios da qualidade da água durante o ciclo total de produção de *O. niloticus* na área aquícola estudada no reservatório de Chavantes-SP.

Var.	Ciclo de Produção (Meses)							CT
	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	
Temp.	32,0± 0,05	30,3±0,08	29,0±0,08	28,6±0,00	26,6±0,05	26,8±0,02	25,0±0,33	28,3±2,39
pH	7,1±0,11	7,0± 1,10	7,4± 0,35	6,8± 1,12	7,2± 1,30	7,8± 1,11	7,6± 1,24	7,27±0,35
CD	40,1 ± 2,56	47,3± 5,11	43,0± 3,90	58,3± 5,20	53,0± 3,42	56,1± 2,22	58,0± 4,44	50,83±7,40
O ₂ D	8,3± 1,47	8,4± 0,34	8,0± 0,21	7,1± 0,45	6,8± 0,12	7,1± 0,87	6,4± 0,67	7,44±0,78
SC	2,3± 0,15	2,8± 0,12	2,3± 0,25	3,8± 0,11	3,4± 0,56	3,5± 0,19	3,7± 0,45	3,11±0,64

ANAIS

Temp.= temperatura da água (°C); **pH**= potencial hidrogeniônico; **CD**= condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); **O₂D**= oxigênio dissolvido (mg L^{-1}); **SC**=transparência da água (m); **CT**= ciclo total de produção (7 meses); (Fonte: Autores).

As rações comerciais utilizadas ao longo do ciclo de produção para as fases J1, J2 e PM apresentaram média 33% no nível de proteína bruta, $15 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ de energia bruta e 1,07% de fósforo total (Tabela 2). Este valores atendem as exigências nutricionais para esta espécie, considerando as fases de peso respectivas, ao considerarmos o recomendado por Furuya et al. (2010) e NRC (2011) para esta espécie.

Assim, as dietas comerciais empregadas neste estudo proporcionaram a manutenção das exigências nutricionais e, conseqüentemente, o crescimento corporal adequado em todas as fases durante o cultivo de ambas as variedades de tilápias avaliadas. Fato que pode ser observado ao verificarmos os indicadores de desempenho obtidos para a tilápia cinza e vermelha (Tabela 2).

Tabela 2. Valores da composição das dietas comerciais utilizadas para a produção de *O. niloticus* na área aquícola estudada no reservatório de Chavantes-SP.

Composição da ração comercial utilizada	Fases de Produção		
	J1	J2	PM
Matéria seca, % (MS)	92,7	92,6	92,0
Proteína Bruta, % (PB)	35,0	32,0	34,0
Lipídios, % (L)	6,2	6,4	5,6
Matéria mineral, % (MM)	13,1	14,4	11,9
Fósforo total, % (P)	1,2	1,0	1,0
Energia bruta, MJ/kg (EB)	17,0	16,0	12,0

J1= juvenil I (30g a 100g); J2= juvenil II (100g a 500g); PM= peso de mercado (>500g). (Fonte: Autores).

Vera-Calderón e Ferreira (2004), ao avaliarem o desempenho de tilápias vermelhas em regiões tropicais, observaram um ganho médio de biomassa por animal de 720g em 180 dias de produção, com um GPD médio de 4,33g por dia. Mainardes-Pinto et al. (2011) ao estudarem diferentes densidades de estocagem com temperatura média da água em 22°C, constataram que a GPD atingiu 1,7 g/dia, com uma sobrevivência de 90,8% em 126 dias. Carneiro et al. (1999), observaram uma média de 1,90 g/dia no GPD sob temperatura de 27°C, resultados inferiores aos encontrados no presente estudo.

O peso final da tilápia cinza foi de 975g e da vermelha foi de 757g, obtido em 210 dias de cultivo. Isto representa uma diferença de 217g entre as variedades de tilápia estudada. Segundo Vera-Calderón e Ferreira (2004), a tilápia vermelha apresentam um metabolismo mais lento e uma maior sensibilidade a quedas de temperatura ocasionando um menor desempenho do crescimento.

De acordo com a previsão projetada pelo modelo TGC na Figura 1, a tilápia vermelha necessitou de 22 dias adicionais, sob temperatura média da água em 28°C, para atingir o peso de abate acima de 950g.

ANAIS

Tabela 3: Média dos dados zootécnicos obtidos *in loco* durante a produção comercial de tilápia em tanque-rede, variedades cinza e vermelha.

Índices	Variedades de Tilápia	
	Cinza	Vermelha
Peso inicial (g)	35,5 ± 3.30	37,2 ± 2.13
Peso final (g)	975,4 ± 15.70	978,5 ± 11.41
Ciclo de produção (dias)	210	232
Densidade (peixe.m ³)	71,0 ± 3.00	65,0 ± 5.00
TGC ajustado	0,022	0,013
Exp. TGC ajustado	0,0978	0,8901
Sobrevivência (%)	83,27 ± 6.70	71,21 ± 4.14
GPD (g/peixe/dia)	4,49 ± 1.85	4,04 ± 2.34
CAA	1,75 ± 0.25	1,94 ± 0.37
Projeção de Safra		
Número de juvenis (inicial por ciclo)	200.000	200.000
Número de peixes (despesca por ciclo)	166.540	142.420
Consumo de ração (toneladas/safra/ciclo)	328,97	365,22
Biomassa final (toneladas/safra/ciclo)	162,44	139,36

GPD = ganho de peso corporal por dia em gramas; CAA= conversão alimentar aparente. (Fonte: Autores).

Os exponenciais ajustados do TGC, de acordo com as classes de peso, foram de: JVI: 0,0867 e 0,0978, JVII: 0,0913 e 0,1311 e MW: 0,09885 e 1,000, para as variedades cinza e vermelha, respectivamente. De tal modo, pode-se observar a trajetória da curva de crescimento corporal predita pelo modelo TGC ajustado após o ajuste dos resíduos (RSS) na modelagem dos exponenciais do TGC, a qual obteve uma acurácia de 96,5% para a tilápia cinza e 85,4% para a vermelha (Figura 1). O TGC da tilápia vermelha expôs uma trajetória média de crescimento corporal alinhada com os valores citados por Vera-Calderón e Ferreira (2004). No caso da tilápia cinza, o crescimento médio dos animais corroborou com os estudos de Medri et al. (1999) e Ayroza (2009). Chowdhury et al. (2013) salientam que o TGC e os exponenciais de crescimento corporal variam para cada situação ou cenário encontrado nas fazendas, pois possuem relações direta com a temperatura e as condições do ambiente aquático. Além disto, a linhagens genéticas dos animais, nutrição, dieta fornecida e manejo empregado podem influenciar nos resultados.

ANAIS

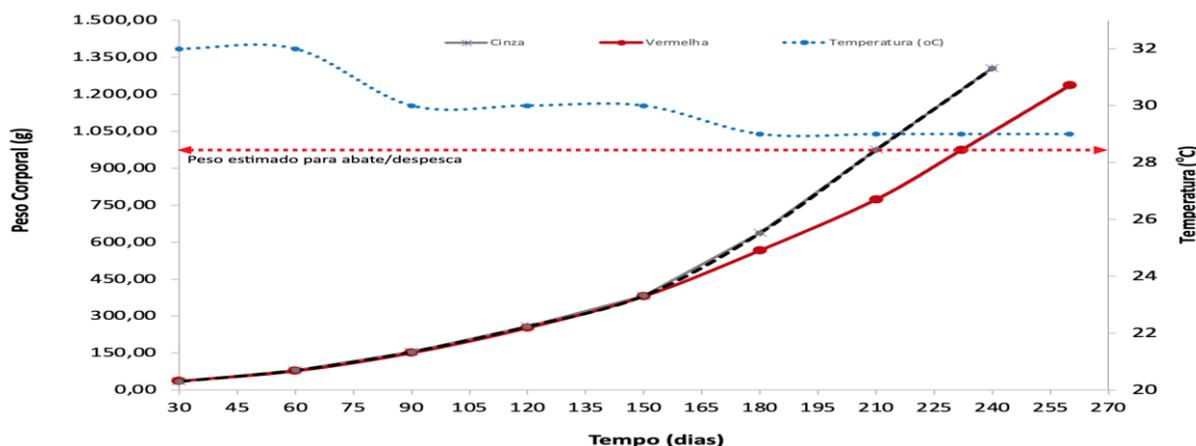


Figura 1. Curvas de predição com a estimativa das safras de tilápia (*Oreochromis spp.*) das variedades cinza e vermelha produzidas em tanques-rede instalados no reservatório da Usina Hidrelétrica de Chavantes, São Paulo. (Fonte: Autores).

Os índices zootécnicos utilizados foram baseados no desempenho médio apresentado pela piscicultura investigada (Figura 1), levando em consideração a temperatura média anual da água de 28°C. Com estas projeções obtidas, pode-se definir um plano de safra e compreender o processo operacional de produção e comercialização das variedades de tilápia estudadas (Figura 2).

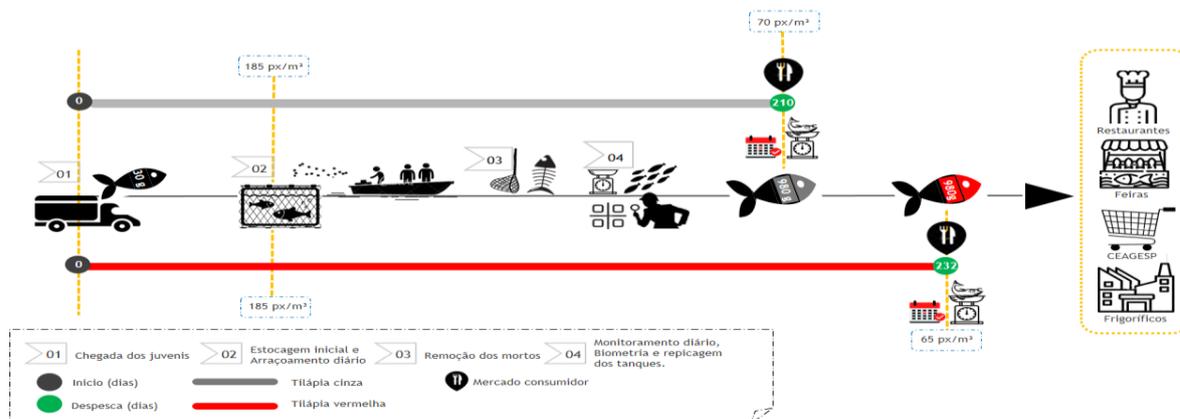


Figura 2. Processo de produção e comercialização da safra de tilápia cinza (*Oreochromis niloticus*) e vermelha (*Oreochromis spp.*) produzidas área aquícola estudada no reservatório de Chavantes-SP. (Fonte: Autores).

Considerando os resultados obtidos na modelagem TGC e na estimativa das safras realizadas, é possível obtermos uma produtividade média de 98.000 kg ano⁻¹ para tilápia cinza e 96.000 kg ano⁻¹ para tilápia vermelha, considerando-se um ciclo médio de 210 dias para cinza e 232 para a vermelha (Figura 2). Assim, esta abordagem e ferramenta de predição de safras pode ser implementada em empreendimentos visando a promoção de processos e operações mais precisos e seguros nos empreendimentos aquícolas.

ANAIS

5. CONCLUSÃO

A utilização da modelagem do coeficiente de crescimento térmico corporal foi eficiente para estimar as safras e prever o tempo de abate e comercialização das variedades cinza e vermelha de tilápia.

A abordagem utilizada neste estudo deve ser empregada em mais empreendimentos aquícolas com realidades e situações distintas visando aumentar a amostragem de dados e gerar mais análises em novos cenários, regiões e espécies para auxiliar a indústria aquícola.

7

6. AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP - Processo: 2019/07948-6) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (#142382/2019-1 e #313135/2019-3).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYROZA, L. M. S. (2009) Criação de tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, em tanques-rede, na usina hidrelétrica de Chavantes, Rio Paranapanema, SP/PR. Tese (Título de Doutor). Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura da UNESP – CAUNESP. Jaboticabal. 92p.

BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. (1998) *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Boston: Kluwer Academic Publishers. 700p.

BRANDE, M. R.; LEONARDO, A. F.; REIS-NETO, R. V.; GODOY, E. M.; FIALHO, N. S.; BUENO, G. W. (2018) Modelos matemáticos para predição do crescimento corporal aplicados na produção do *Piaractus mesopotamicus* em sistema semi-intensivo. In: Congresso Nacional de Aquicultura e Biologia Aquática – AQUACIÊNCIA. VIII Aquaciência.

BUENO, G.W.; BUREAU, D.; SKIPPER-HORTON, J. O.; ROUBACH, R.; DE MATOS, F. T.; BERNAL, F. E. M. (2017) Mathematical modeling for the management of the carrying capacity of aquaculture enterprises in lakes and reservoirs. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.52, n.9, p. 695-706.

CAI, J.; LEUNG, P.S.; LUO, Y.; YAN, X.; YAN, Y. (2018) *Improving the performance of tilapia farming under climate variation: Perspective from bioeconomic modeling*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

CARNEIRO, P.C.F.; MARTINS, M.I.E.G; CYRINO, J. E. P. (1999) Estudo de caso da criação comercial da tilápia vermelha em tanques-rede — avaliação econômica. *Informações Econômicas*, v.29, n.8, p. 52-61.

CHO, C.Y.; BUREAU, D. P. (1998) Development of bioenergetic models and the Fish-PrFEQ software to estimate production, feeding ration and waste output in aquaculture. *Aquatic Living Resources*, v. 11, n. 4, p. 199-210.

CHOWDHURY, K.M.A.; SIDDIQUI, S.; HUA, K; BUREAU, D.P. (2013) Bioenergetic-based Factorial Model to Determine Feed Requirement and Waste Output of Tilapia Produced under Commercial Conditions. *Aquaculture*, p. 138-147.



ANAIS

DUMAS, A.; FRANCE, J; BUREAU, D.P. (2010) Modelling growth and body composition in fish nutrition: where have we been and where are we going?. *Aquaculture Research*, v. 41, p.161-181.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. (2020) *The state of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA) – Sustainability in action*. FAO, Rome. 206p.

FURUYA et al. 2010. Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias. Toledo: GFM, 100p.

GARCIA, F.; ROMERA, D.M.; GOZI, K.S. (2014) Enfermidades de tilápias do Nilo em tanques-rede. *Pesquisa & Tecnologia*, v.1, n. 1, p.1-11.

GÓMEZ-PONCE, M.A.; GRANADOS-FLORES, K.; PADILLA, C.; LÓPEZ-HERNÁNDEZ, M.; NÚÑEZ-NOGUEIRA, G. (2011) Age and growth of the hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* (Perciformes: Cichlidae) in h “Z” H M x . *Revista de Biologia Tropical*, v. 59, n. 2, p. 761-770.

IWAMA, G.K.; TAUTZ, A. F. 1981. A Simple Growth Model for Salmonids in Hatcheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 38: p.649-656.

KUBITZA, F. (2006). Questões sobre a qualidade dos alevinos de tilápia. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 97, p. 14-23.

MAINARDES-PINTO, C. S. R.; PAIVA, P.; VERANI, J. R.; SCORVO-FILHO, J. D.; SILVA, A. L. (2011) Desempenho produtivo da tilápia Tailandesa e da tilápia vermelha da Flórida estocadas em diferentes densidades, em tanques-rede instalados em viveiros. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 225-234.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 2011. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. National Academy Press, Washington, DC.392p.

ONO, E. A.; KUBTIZA, F. (2003) *Cultivo de peixes em tanque-rede*. Jundiaí, ed. 3, 112p.

SANTOS, V.B.; MARECO, E.A.; SILVA, M.D.P. (2013) Growth curves of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains cultivated at different temperature. *Acta Scientiarum*, v. 35, n. 1, p. 235–242.

VALENTI, W.C.; BARROS, H.P.; MORAES-VALENTI, P.; BUENO, G.W.; CAVALLI, R.O. (2021) Aquaculture in Brazil: past, present and future. *Aquaculture Reports*, v. 19, p. 1-18, doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100611.

VERA-CALDERÓN, L. E.; FERREIRA, A. C. M. (2004) Estudo da economia de escala na piscicultura em tanque-rede, no estado de São Paulo. *Informações Econômicas*, v.34, n.1, p. 7-17.

ZVAVAHERA, C.C.; HAMANDISHE, V.R.; SAIDI, P.T.; IMBAYARWO-CHIKOSI, V.E.; NHIWATIWA, T. (2018) Growth performance, survival and breeding of *Oreochromis niloticus* and *Oreochromis macrochir* reared under greenhouse conditions. *Aquatic Research*, v. 1, n. 1, 1-11.