



# Efeitos antrópicos e mudanças sazonais podem influenciar a biologia populacional da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus* L.)?

Can anthropogenic effects and seasonal changes influence the population biology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.)?

J. S. Lima<sup>1\*</sup>; J. M. Ferreira<sup>2</sup>; I. P. Soares<sup>2</sup>; S. A. Ladeira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Sergipe, Campus Glória, 49680000, Nossa Senhora da Glória-SE, Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal de Alagoas, Campus Batalha, 57420000, Batalha-AL, Brasil

<sup>3</sup>Instituto Federal de Alagoas, Campus Piranhas, 57460000, Piranhas-AL, Brasil

\*juliano.lima@ifs.edu.br

(Recebido em dia de mes de ano; aceito em dia de mes de ano)

Tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus* L.) é uma espécie exótica, amplamente introduzida no Brasil e de importância comercial no mundo. No entanto, estudos sobre sua dinâmica populacional ainda são restritos a poucos reservatórios naturais ou viveiro para piscicultura. Esse estudo estimou parâmetros biológicos da espécie *O. niloticus* que habitam o açude de Jaramataia, o maior do estado de Alagoas, Brasil. As amostragens foram realizadas entre agosto de 2017 e março de 2018 em cinco pontos diferenciados pelos níveis de impactos antrópicos. Os indivíduos foram capturados com auxílio de tarrafa, com um esforço de 40 lances para cada ponto de amostragem. Foram capturados 272 indivíduos de *O. niloticus*, sendo 191 machos e 81 fêmeas. O comprimento padrão variou entre 3,5 e 16,8 cm. O peso total mínimo foi 0,6 g e máximo 76,2 g. O ajuste da relação peso-comprimento resultou na equação:  $W = 0,0407 \cdot L^{2,9052}$ . O fator de condição relativo (Kn) variou de 0,42 a 2,35 e apresentou valores mais elevados na estação chuvosa. A análise de regressão revelou que o índice de qualidade da água (IQA) é positivamente relacionado à abundância, e negativamente ao comprimento total e peso úmido de *O. niloticus* (pO. niloticus) e contribuem para gestão pesqueira em reservatório do Semiárido brasileiro.

Palavras-chave: ictiofauna, descritores de população, indicadores ambientais.

Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) is an exotic species, widely introduced in Brazil and of commercial importance in the world. However, studies on its population dynamics are still restricted to a few natural reservoirs or fishpond for fish farming. This study estimated biological parameters of the species *O. niloticus* that inhabit the Jaramataia weir, the largest in the state of Alagoas, Brazil. Sampling was carried out between August 2017 and March 2018 at five points differentiated by the levels of anthropic impacts. The individuals were catches with casting net, with an effort of 40 moves for each sampling point. 272 individuals of *O. niloticus* were captured, being 191 males and 81 females. The standard length varied between 3.5 and 16.8 cm. The minimum total weight was 0.6 g and the maximum 76.2 g. Adjusting the Length-Weight relationships resulted in the equation:  $W = 0.0407 \cdot L^{2.9052}$ . The relative condition factor (Kn) varied from 0.42 to 2.35 and showed higher values in the rainy season. The regression analysis revealed that the water quality index (IQA) is positively related to abundance, and negatively to the total length and wet weight of *O. niloticus* (pO. niloticus) and contribute to fisheries management in a reservoir in the Brazilian semiarid.

Keywords: ichthyofauna, population descriptors, environmental indicators.

## 1. INTRODUÇÃO

Os açudes construídos no semiárido brasileiro tinham como função inicial (década de 80) o abastecimento público, porém acabaram sendo utilizados com área para despejo de esgoto e/ou grandes áreas para piscicultura [1, 2]. A criação e crescimento de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus* L.) em açudes do semiárido tem sido bastante utilizado como alternativas para as comunidades locais [3]. Desde 1990 a espécie *O. niloticus* representa aproximadamente 40% da produção da aquicultura do país, sendo a espécie mais cultivada em reservatórios no Nordeste do Brasil [3]. Esse peixe tem sido bastante cultivado devido à alta plasticidade, crescimento rápido, carne de alta qualidade e bem aceita pelo mercado consumidor [4].

A tilápia-do-nylo é um peixe nativo da África, de tamanho pequeno a médio, bentopelágico e que se reproduz o ano inteiro [5]. A espécie pertence à família dos ciclídeos e se alimentam principalmente de detritos de origem vegetal (algas e sedimento) e invertebrados aquáticos (zooplâncton e moluscos) [6, 7]. Sua distribuição é ampla para rios, lagos e reservatórios nas regiões tropicais por ser uma espécie muito tolerante a variações ambientais [8]. No entanto, um desafio para o manejo de *O. niloticus* tem sido o pouco conhecimento sobre a biologia populacional dessa espécie associada a mudanças sazonais pluviométricas e aos impactos antrópicos nos corpos hídricos.

Os estudos sobre a relação peso-comprimento e fator de condição das espécies de peixes de água doce têm sido uma das bases para o desenvolvimento de programas de gerenciamento bem-sucedido na captura e cultura de peixes em ambientes selvagens e controlados [9, 10]. A relação peso-comprimento tem sido empregada para estimar o peso associado ao comprimento do peixe, avaliar taxas de crescimento, estrutura etária e parâmetros da biologia reprodutiva [11, 12]. O fator de condição é um índice que indica o estado fisiológico do peixe em relação à alimentação, desova e outros aspectos relacionados ao bem-estar, assumindo que, para o mesmo tamanho, os peixes mais pesados estão em melhores condições [13]. O bem-estar fisiológico dos peixes pode estar relacionado à quantidade de energia obtida do ambiente, estresse, estação do ano, disponibilidade de alimentos e qualidade da água [14, 15].

A avaliação da qualidade da água é um dos instrumentos para avaliação da ictiofauna e para subsidiar o planejamento e gestão pesqueira, funcionando como um sensor de anormalidades dos corpos hídricos [16]. Diversas ferramentas têm sido desenvolvidas para avaliação da qualidade da água, sendo o Índice de Qualidade da Água (IQA) o mais usado [17]. O IQA é uma ferramenta prática de baixo custo que junta informações dos diferentes parâmetros de qualidade da água em um único valor global [18]. O uso do IQA apresenta a vantagem de diminuir o número de parâmetros que precisam ser interpretados para determinação da qualidade da água e permite comparar estados de diferentes corpos de água, no intervalo espaço-tempo [19].

A utilização de ferramentas ecológicas (*i.e.*, descritores de população, relação peso-comprimento e fator de condição) associadas ao IQA tem ajudado a avaliar o potencial pesqueiro e a qualidade ambiental de diversos açudes, sobretudo no nordeste brasileiro [16, 18]. Nessa região, destaca-se o açude de Jaramataia que é considerado o maior do estado de Alagoas [20]. Em torno desse açude estão localizadas comunidades locais, que utilizam esse corpo hídrico para consumo de água e pesca artesanal [21]. Entretanto, o uso sem planejamento desse açude tem gerado problemas para a manutenção dos recursos pesqueiros, decorrendo em diminuição do número de indivíduos e baixo peso de *O. niloticus* [22].

Considerando que *O. niloticus* é a base da pesca do açude de Jaramataia [21] e que as modificações pluviométricas podem provocar perturbações ambientais no corpo d'água, pode-se supor que as flutuações no nível da água e os fatores antropogênicos exerçam alguns impactos na biologia populacional da tilápia-do-nylo. Assim, esse estudo visa estimar os parâmetros biológicos de *O. niloticus* como relação peso-comprimento, fator de condição relativo, avaliando suas relações com o ciclo hidrológico e qualidade da água do açude de Jaramataia.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

Este estudo foi realizado no açude do município de Jaramataia (S9°40'09.0"; W36°59'00.3"), na região central do estado de Alagoas, nordeste do Brasil (Figura 1). Jaramataia está localizada numa faixa de transição entre Agreste e Sertão e possui temperatura média de 25°C [23]. O bioma predominante é a Caatinga que está inserida num sistema pluviométrico marcado por uma estação chuvosa bem definida entre março a julho e uma estação seca entre maio e setembro [8].

Dos 22 açudes públicos construídos em Alagoas, o de Jaramataia é o maior, possuindo 3,40 km<sup>2</sup> e tendo seu uso indicado para piscicultura e/ou para suprir as necessidades dos animais [20]. Esse açude foi construído em 1967 pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), e tem capacidade para armazenar mais de 19 milhões de metros cúbicos de água em seu estágio de saturação [20, 21]. Desde que o reservatório foi criado, ele tem sido uma das

principais fontes de renda de famílias da comunidade pesqueira São Pedro, com mais de 70% dos moradores dessa comunidade associados à colônia Z-29.

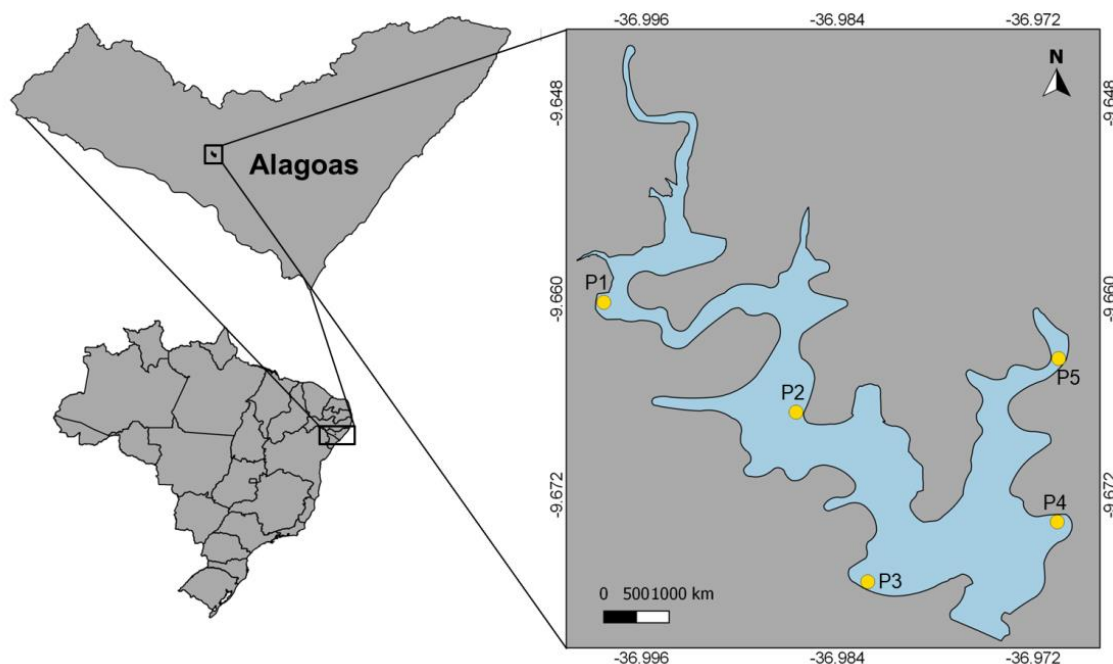


Figura 1: Área de estudo destacando os pontos de amostragem no açude de Jaramataia-AL, Brasil.

## 2.2. Coleta de dados

A ictiofauna foi amostrada em cinco áreas distintas, distantes entre si cerca de 800 m, seguindo um delineamento para cobrir todos os micros habitats do açude. A amostragem foi realizada no fim da estação chuvosa (agosto/17) e seca (março/18).

O ponto 1 (P1) é o mais próximo da sede do município de Jaramataia, apresenta menor densidade vegetal ciliar e está a cerca de 50 metros de canais de despejos de efluentes domésticos não tratado (Tabela 1). O ponto 2 (P2) é caracterizado como numa região que possui margens ocupada por pastagens e alta densidade de algarobas (*Prosopis juliflora*) submersa no corpo d'água. O ponto 3 é localizado próximo a área de contenção do açude (barragem), e possui vegetação ciliar principalmente caracterizada por espécies herbáceas. O ponto 4 (P4) possui margens ocupadas por *P. juliflora* e espécies nativas de porte arbustivo. O ponto 5 (P5) é o ponto mais a jusante do açude, sendo caracterizado pela alta densidade de espécies de porte arbóreo, nativas do semiárido alagoano.

Os pontos de amostragem foram determinados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), com o auxílio do software QGIS 2.18.0, através da base cartográfica do estado de Alagoas [24]. A determinação de cada ponto de amostragem se deu a partir a classificação dos tipos de ocupação do solo as margens do açude de Jaramataia (Tabela 1) através do processamento digital das imagens [25].

Tabela 1: Descrição dos pontos de amostragem do açude do município de Jaramataia-AL, Brasil.

Ponto	Coordenadas	Tipo de ocupação do solo	Percentual de ocupação vegetal
P1	S9°39'37.5" W36°59'52.1"	Área urbanizada	10%
P2	S9°40'00.6" W36°59'10.8"	Área agropastoril	25%
P3	S9°40'37.0" W36°58'57.8"	Vegetação herbácea	50%
P4	S9°40'24.5" W36°58'12.2"	Vegetação arbustiva	75%
P5	S9°39'50.3" W36°58'14.4"	Vegetação arbórea	90%

Em cada ponto de amostragem foram realizados 40 lances de tarrafa medindo 3 m de diâmetro e com malha de 15 mm entrenós. A posição dos lances de tarrafa foi randomizada em cada estação, para evitar auto correlação entre amostras. A tarrafa foi escolhida como método de amostragem, por ser tradicionalmente utilizada pelos pescadores locais e por ser um método também utilizado em avaliação de ictiofauna em açudes do Brasil [26].

Simultaneamente às capturas dos peixes, foram registrados os valores da temperatura da água e pH. Em cada ponto de amostragem, foram coletadas três amostras aleatórias de água na profundidade máxima de 0,30 m, afastadas pelo menos a 10 m, para análise dos parâmetros ambientais. Nas amostras de águas foram mensurados valores de sólidos totais, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD), nitrogênio total, fósforo total conforme normativas [27]. Além disso, foram realizadas análises microbiológicas para detectar possível contaminação de coliformes totais e fecais, segundo metodologia dos tubos múltiplos de acordo com Silva et al. (2017) [28].

### 2.3. Análise de dados

De cada peixe foi obtido o peso total (em gramas) e o comprimento padrão (em centímetros) com auxílio de ictiômetro. De posse desses dados, foram calculados a relação de peso-comprimento e o fator de condição relativo (K). Para calcular a relação peso-comprimento foi usada a equação  $W = aLb$ , onde  $W$  é o peso total em gramas,  $L$  o comprimento padrão em centímetros,  $a$  valor da interceptação e  $b$  coeficiente alométrico [11]. Estas constantes foram estimadas pela regressão linear da equação transformada em log:  $\ln W = \ln a + b \ln L$ , usando o software R [29]. O fator de condição relativo foi estimado pela equação  $K = PC/CP^b$ , onde  $PC$  é o peso corporal,  $CP$  é o comprimento padrão e  $b$  é o coeficiente de alometria, obtido da relação peso-comprimento para cada estação [10].

O coeficiente de alometria ( $b$ ) encontrado para a maioria das espécies de peixes varia entre 2,5 e 3,5 [11]. Se um peixe cresce sem alterar a sua forma, este apresenta um crescimento isométrico ( $b = 3$ ). Contrariamente, se o peixe altera sua forma ao longo do desenvolvimento ( $b \neq 3$ ), o mesmo exibe crescimento alométrico. Sendo  $b > 3$  (alométrico positivo), quando o aumento no peso é maior do que o aumento no comprimento, e  $b < 3$  (alométrico negativo), quando o aumento no comprimento é maior do que o aumento no peso [8].

O índice de qualidade da água (IQA) foi utilizado para avaliar o grau de pressão antrópica nos cinco pontos de amostragem [18,19] e foi calculado pelo produto ponderado de parâmetros de qualidade de água: 1) temperatura da amostra (°C), 2) pH, 3) OD (O%), 4) DBO (mg/L), 5) coliformes fecais (NMP/100 mL), 6) nitrogênio total (mg/L), 7) fosfato total (mg/L), 8) sólidos totais (mg/L) e 9) turbidez (NTU), de acordo com a seguinte fórmula:  $IQA = \prod_{i=0}^n qi^{wi}$ . Onde: IQA = índice de qualidade da água;  $qi$  = qualidade do parâmetro  $i$ -ésimo, obtido através da curva média específica de qualidade;  $wi$  = peso atribuído correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro, em função de sua importância na qualidade. Pontuações mais altas de IQA (80 – 100) representam ótima qualidade da água, seguido da categoria boa (52-79), aceitável (37-51), ruim (20-36) e péssima (0-19) qualidade da água.

Os dados dos descritores de população (número de indivíduos, comprimento padrão, peso total) foram calculados para cada estação de coleta e para cada período de amostragem (verão e inverno) e expressas em média  $\pm$  desvio padrão, valores mínimos e máximos. Análise de Variância *two-way* (ANOVA) e regressões lineares foram utilizadas para verificar diferença entre médias e grau de correlação do número de indivíduos ( $n$ ), comprimento padrão (cm), peso total (g) e fator de condição por estação com os valores do IQA do açude de Jaramataia.

### 3. RESULTADOS

Foram amostrados no açude de Jaramataia 272 indivíduos de *O. niloticus*, sendo 191 machos e 81 fêmeas. A distribuição espaço-temporal da captura total dos peixes apresentou flutuações sazonais, com maior valor durante a estação chuvosa: 197 indivíduos, e menor na estação seca, com apenas 75 ocorrências (Tabela 2).

Tabela 2: Descrição de comprimento e peso (média, desvio padrão e amplitude), parâmetros de relação comprimento-peso ( $a$ ,  $b$ ,  $R^2$ ) e fator de condição relativo ( $K$ ) para *Oreochromis niloticus*, coletados em agosto de 2017 (estação chuvosa) e março de 2018 (estação seca) no açude Jaramataia-AL.

Período de amostragem	N	Comprimento padrão (cm)	Peso total (g)	$a$	$b$	$R^2$	$K$
Estação chuvosa	197	$6,27 \pm 3,74$	$10,01 \pm 19,98$	0,0152	3,01	0,98	$1,0 \pm 0,18$
		(3,50 - 16,80)	(0,60 - 76,20)				(0,69 - 1,69)
Estação seca	75	$9,19 \pm 2,61$	$15,80 \pm 14,79$	0,0555	2,72	0,98	$0,93 \pm 0,10$
		(5,70 - 15,00)	(2,83 - 48,93)				(0,42 - 1,24)
Total	272	$7,08 \pm 3,70$	$11,60 \pm 18,85$	0,0407	2,90	0,98	$1,0 \pm 0,20$
		(3,50 - 16,80)	(0,60 - 76,20)				(0,42 - 2,35)

A amplitude de comprimento padrão de *O. niloticus* variou de 3,5 a 16,8 cm ( $\bar{x} = 7,08 \pm 3,70$  cm), sendo os maiores indivíduos capturados na estação chuvosa (Tabela 2). O peso total variou de 0,6 a 76,2 g ( $\bar{x} = 11,60 \pm 18,85$  g) e seguiu a mesma tendência, sendo capturados os peixes mais pesados na estação chuvosa.

Os resultados do *boxplot* detectaram diferenças significativas em relação ao comprimento padrão e peso total entre os pontos de amostragem ( $p < 0,05$ ), sendo observados maiores valores para esses descritores em P1 e P2 na estação chuvosa e em P1 e P5 na estação seca (Figuras 2a-b).

A relação peso-comprimento de *O. niloticus* foi  $W = 0,0407 * L^{2,9052}$  com  $R^2 = 0,98$  (Tabela 3). No entanto apresentou diferenças nos coeficientes angulares na estação chuvosa ( $b = 3,01$ ) e seca ( $b = 2,72$ ), sugerindo que mudanças sazonais no reservatório influenciam no padrão de crescimento dessa espécie (Figura 3).

O fator de condição relativo da espécie variou de 0,42 a 2,35 ( $\bar{x} = 1,0 \pm 0,20$ ), sendo que na estação seca foram apresentados os menores valores. Os valores do fator de condição relativo variaram de acordo com a estação, sendo registrados menores valores na estação seca (Tabela 2).

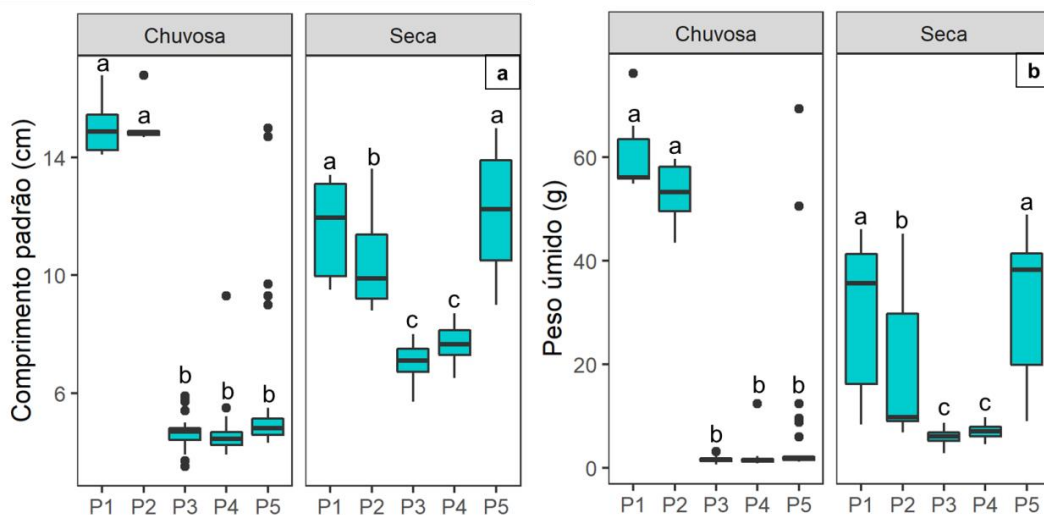


Figura 2: Comprimento padrão (a) e peso total (b) de *Oreochromis niloticus* na estação chuvosa e seca nos pontos de amostragem no açude de Jaramataia-AL. A linha preta e as caixas representam os valores medianos e intervalos interquartis; as barras de linha são desvio padrão e os pontos são outliers. As letras diferentes representam que os pontos diferem estatisticamente pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

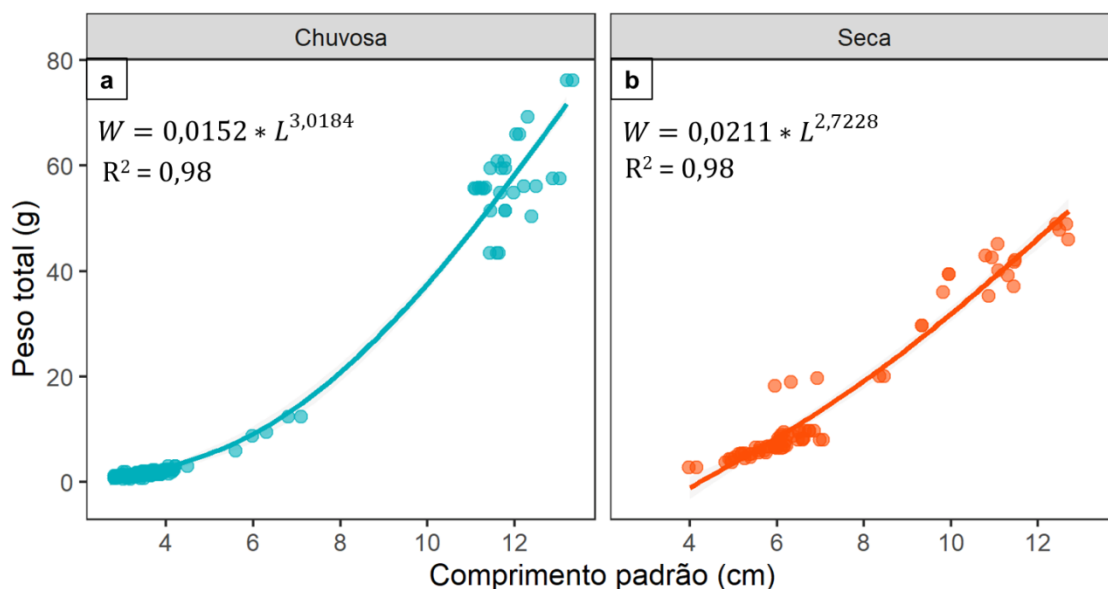


Figura 3: Diagrama de dispersão de comprimentos e pesos totais de exemplares de *Oreochromis niloticus* coletados em agosto de 2017 (a) a março de 2018 (b) no açude de Jaramataia-AL.

Os resultados do IQA para todos os pontos de amostragem no açude de Jaramataia foram descritos na tabela 3. A amplitude do IQA variou de 25,4 a 53,4, sendo os maiores valores registrados na estação chuvosa. Na aplicação do índice, o P1 demonstrou a pior qualidade da água e P5 apresentou a melhor qualidade (Tabela 3), sugerindo que os maiores valores do IQA estão fortemente associados ao maior percentual de ocupação vegetal e ao tipo de ocupação de solo (P5 > P4 > P3 > P2 > P1). Os resultados do IQA demonstram que ainda ocorreu uma queda na qualidade da água no período de seca (mar/18) quando comparado com o período de cheia (ago/17). No período chuvoso o IQA médio foi 46 (*i.e.*, ruim na escala do índice) e 39 (péssimo) no período seco, indicando que o regime de chuvas pode alterar as características da qualidade da água do reservatório.

Tabela 3: Descrição do índice de qualidade da água (média e desvio padrão) para os pontos de amostragem no açude de Jaramataia, AL, no período de agosto de 2017 (estação chuvosa) a março de 2018 (estação seca).

Ponto	Percentual de ocupação vegetal	Tipo de ocupação do solo	Estação	Índice de qualidade da água
P1	10%	Área urbanizada	Chuvosa	29,8 ± 3,52
			Seca	25,4 ± 2,99
P2	25%	Área agropastoril	Chuvosa	40,2 ± 1,06
			Seca	34,1 ± 0,90
P3	50%	Vegetação herbácea	Chuvosa	48,3 ± 0,41
			Seca	41,0 ± 0,35
P4	75%	Vegetação arbustiva	Chuvosa	51,1 ± 0,33
			Seca	43,4 ± 0,28
P5	90%	Vegetação arbórea	Chuvosa	53,4 ± 1,08
			Seca	45,4 ± 0,92

Os resultados da ANOVA *two-way* para os descritores de população avaliados (número de indivíduos, comprimento padrão, peso total e fator de condição) estão resumidos na Tabela 4. A interação entre fatores (IQA x estação) foi significativa para comprimento ( $p < 0,01$ ), peso ( $p < 0,01$ ) e fator de condição relativo ( $p < 0,01$ ). ANOVA *two-way* indica que a interação (IQA x estação) não teve um efeito significativo ( $p = 0,14$ ) na variação do número de indivíduos (Tabela 4), embora o fator IQA e estação isoladamente apresentasse efeito significativo ( $p < 0,001$ ).

Tabela 4: Resultados da ANOVA *two-way* aplicados para comparar número de indivíduos, comprimento padrão, peso total e fator de condição de *Oreochromis niloticus* por índice de qualidade da água (IQA) e estação (chuvosa x seca) no açude de Jaramataia-AL.

Descritores de população	Variáveis preditoras	G.L.	Soma dos Quadrados	Estat. F	P-valor
Número de indivíduos (n)	IQA	1	141137,0	85,17	< 2e-16*
	Estação	1	110924,0	66,94	1,14E-14*
	IQA*Estação	1	3585,0	2,16	0,14
	Resíduos	268	444114,0		
Comprimento padrão (cm)	IQA	1	561,5	69,41	4,18E-15*
	Estação	1	515,9	63,77	4,14E-14*
	IQA*Estação	1	479,2	59,23	2,70E-13*
	Resíduos	268	2168,1		
Peso total (g)	IQA	1	40848,0	274,44	< 2E-16*
	Estação	1	3849,0	25,86	6,9E-07*
	IQA*Estação	1	11730,0	78,81	< 2E-16*
	Resíduos	268	39889,0		
Fator de condição relativo (K)	IQA	1	0,443	10362,00	0,00144*
	Estação	1	0,004	0,096	0,7571
	IQA*Estação	1	0,82	19,19	1,7E-05*
	Resíduos	268	11,446		

Regressões lineares revelaram que o IQA é positivamente relacionado ao número de indivíduos (Fig. 6a;  $R^2 = 0,36$ ;  $p = 0,002$ ), e negativamente ao comprimento total (Fig. 6b;  $R^2 = 0,58$ ;  $p < 0,001$ ) e peso úmido (Fig. 6c;  $R^2 = 0,58$ ;  $p < 0,001$ ) de *O. niloticus* apenas na estação chuvosa. Na estação seca só foi possível detectar correlação do IQA com fator de condição relativo (Fig. 6d;  $R^2 = 0,56$ ;  $p < 0,001$ ).

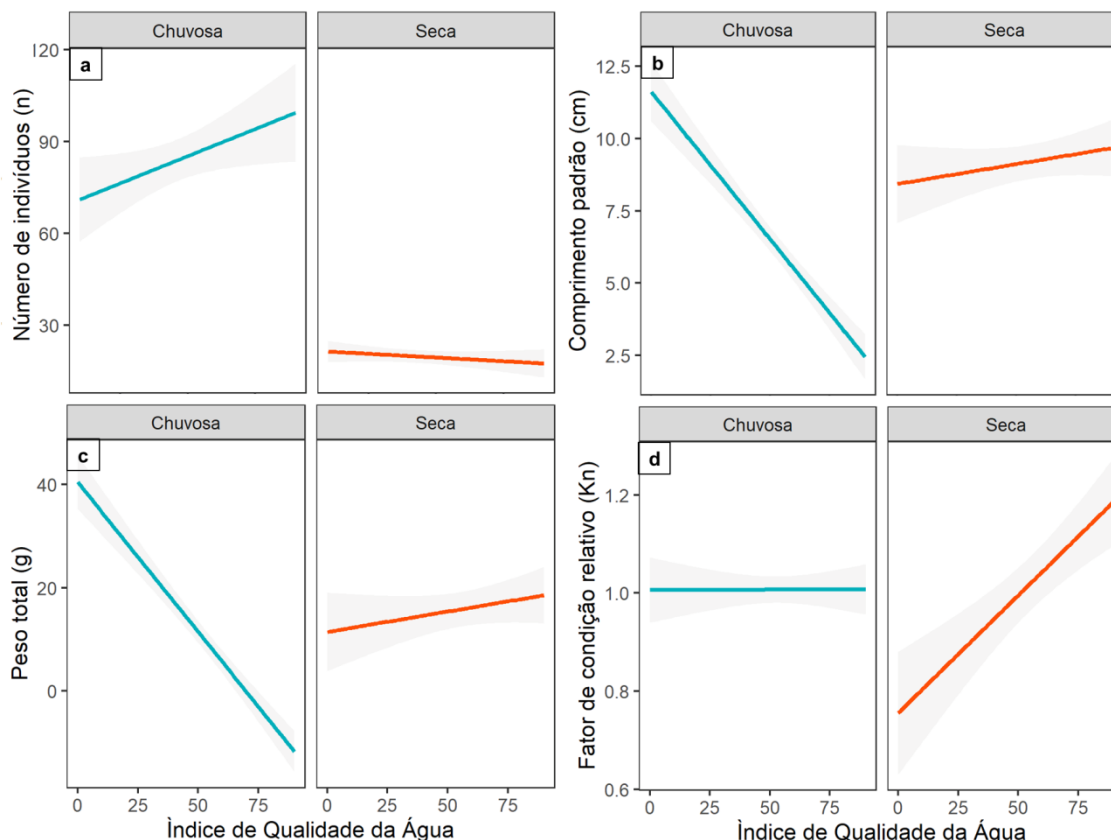


Figura 6. Regressões lineares aplicados para comparar número de indivíduos, comprimento padrão, peso total e fator de condição de *Oreochromis niloticus* por índice de qualidade da água e estação (chuvosa x seca) no açude de Jaramataia-AL.

#### 4. DISCUSSÃO

O açude público de Jaramataia é o maior do estado de Alagoas e um dos maiores do Nordeste brasileiro [20]. Em torno desse reservatório estão localizadas comunidades pesqueiras, que utiliza esse corpo hídrico para consumo de água e para pesca da tilápia-do-nilo [30]. Assim como em outros açudes do Semiárido brasileiro, o uso sem planejamento do açude de Jaramataia tem gerado problemas relacionados à qualidade da água e diminuição dos recursos pesqueiros [2]. Valores obtidos de IQA possibilitaram a identificação de uma forte degradação ambiental nesse reservatório, classificando-o como condição eutrófica, na maioria dos pontos de coletas (Tabela 2), pelas resoluções do CONAMA 274/2000 e 357/05 [31].

Valores distintos de IQA encontrados no açude de Jaramataia nos permitiram evidenciar maior similaridade entre as áreas de amostragem na estação chuvosa, agrupando as amostras a partir do tipo de ocupação do solo e do percentual de densidade vegetal as margens do açude (Figuras 2a-b). Diferentes impactos e tipo de ocupação as margens desse açude desencadeia em mudanças dos parâmetros físico-químicos da água (*e.g.*, pH, OD, DBO, nitrogênio total, fosfato total, sólidos totais e turbidez) e influência direta ou indiretamente a dinâmica populacional de *O. niloticus*. A fração inorgânica dos materiais alóctones é oriunda de fontes difusas de escoamento superficial de partículas, principalmente das áreas com baixa densidade vegetal ciliar (área urbana e agropastoril). Já a fração orgânica é mais bem explicada pela proliferação de fitoplâncton nas áreas com maior decomposição de folhas e galhos e nos pontos próximos ao despejo e esgoto doméstico não tratado [30].

A espécie *O. niloticus*, é uma das quatro espécies de tilápias que possuem destaque na aquicultura mundial, sendo encontrada na maioria dos reservatórios do Nordeste brasileiro [3, 8]. No açude de Jaramataia, foram amostrados 272 indivíduos de *O. niloticus*, sendo o maior número



capturados no período chuvoso (inverno). Encontramos uma relação positiva entre o número de indivíduos e o IQA, principalmente na estação chuvosa, sendo observada uma tendência de aumento do número de indivíduos nos pontos de amostragem à medida que a qualidade da água melhora (Fig. 6a). Resultados equivalentes sobre aumento de ciclídeos no período de cheia dos reservatórios foram registrados por Winemiller et al. (2006) [32], Agostinho et al. (2007) [8], Asmamaw et al. (2019) [12] que apontam a influência do ciclo hidrológico monomodal no processo de alimentação e recrutamento desse grupo de peixe. Em todas as amostragens a população de *O. niloticus* apresentou maior número de machos, sugerindo que inclusões periódicas de larvas revertidas sexualmente de tilápia-do-nilo interfere na proporção sexual no açude de Jaramataia. O predomínio de exemplares de um determinado sexo numa população também pode ser atribuído a fatores naturais ao longo do ciclo de vida do peixe (e.g., disponibilidade de alimento, mortalidade e recrutamento) ou a interferência antrópica, a partir da seletividade das artes de pesca ou da introdução de larvas revertidas sexualmente (i.e., larvas masculinizadas) [33, 34].

A composição da população investigada demonstra uma maior abundância de indivíduos jovens, sendo que os maiores e mais pesados indivíduos foram capturados na estação chuvosa (Tabela 3). Tamanho e peso maiores dos indivíduos no período de aumento do nível do reservatório permite evidenciar melhoras das condições ambientais para *O. niloticus* [5]. Já o predomínio de indivíduos menores no período de seca pode ser explicado como consequência da alta mortalidade de indivíduos e seleção de indivíduos pelas artes-de-pesca utilizadas pelos pescadores locais [35]. Nossos dados apontam para a relação negativa entre peso e comprimento de *O. niloticus* com o IQA na estação chuvosa e uma mudança de comportamento no período seco (Figuras 6b-c). A ocorrência de classes de comprimento e peso maior nos pontos com menores IQA (P1 e P2) pode significar zonas de alimentação para as tilápias em áreas com maior concentração de plâncton, decorrente do despejo de efluentes domésticos sem tratamento [18, 22]. No período seco, o aporte constante de matéria orgânica e o aumento da massa algal nos pontos com menores IQA diminui a condição trófica do corpo d'água para as tilápias-do-nilo. No período chuvoso essa condição estressante é diminuída, decorrente do aumento do nível da água e diluição do material orgânico no reservatório [12, 18]. Nossos dados levam a crer que apesar de *O. niloticus* possui grande capacidade de ajuste a diferentes condições ambientais [36], a baixa qualidade da água do açude de Jaramataia no período de seco foi suficiente para influenciar no tamanho, peso e declínio populacional dessa espécie.

A relação peso-comprimento de *O. niloticus* no açude de Jaramataia apresentou padrão de crescimento alométrico negativo ( $b = 2,90$ ), indicando que o ganho de peso corporal dos espécimes é menor que o aumento no comprimento. O mesmo padrão de crescimento foi relatado para a espécie *O. niloticus* em diferentes corpos d'água (e.g., Brasil [37], Etiópia [12] e Paquistão [38] e se enquadra nos valores esperados para essa espécie pelos modelos bayesianos [39]. No entanto, a análise sazonal da relação peso-comprimento nos permitiu verificar padrões de crescimento diferentes da tilápia-do-nilo no período chuvoso e seco. Tal análise demonstrou que no período chuvoso os indivíduos apresentaram crescimento isométrico ( $b = 3,01$ ) e no período seco crescimento alométrico negativo ( $b = 2,72$ ). O comportamento isométrico no período de cheia do reservatório demonstra que o incremento em peso das tilápias-do-nilo acompanha o aumento em comprimento, resultante de condições mais favoráveis do ambiente [9, 13]. Esse é um padrão esperado para uma espécie com comportamento detritívoro/invertívoro, já que a disponibilidade de presas deve aumentar quando ocorrer um revolvimento no substrato no período de chuvas [40]. Já o crescimento isométrico negativo indica que o reservatório apresenta piores condições ambientais (i.e., menor IQA), devido à poluição química das águas e a degradação das margens do corpo d'água que afetam diretamente ou indiretamente o crescimento dos peixes [12, 14].

O fator de condição relativo nos possibilitou verificar que o período chuvoso ( $1,0 \pm 0,18$ ) apresenta valores superiores ao período seco ( $0,93 \pm 0,10$ ). Valores altos de fator de condição ( $K \geq 1$ ) indicam condições ambientais favoráveis (e.g., menor contaminação de coliformes, maior percentual de OD) e valores baixos ( $K < 1$ ) indicam condições ambientais menos favoráveis para *O. niloticus* [15]. Diferença intra-anual do fator de condição relativo permite evidenciar que o período de cheia do reservatório é o período de condições mais favoráveis para essa espécie, a

partir da diluição de matéria orgânica, aumento de aporte de material alóctone para alimentação dos peixes e aumento de áreas de refúgio contra a pesca seletiva [14]. Na estação seca fica mais evidente a relação positiva entre fator de condição relativo e o nível do IQA do reservatório (Fig. 6d), sugerindo que a diminuição do nível do reservatório e a concentração de matéria orgânica resulta em efeitos negativos que influencia o bem-estar da espécie, principalmente nos pontos com maior despejo de efluentes domésticos e margens mais antropizadas (áreas urbanas e agropastoril).

## 5. CONCLUSÃO

O resultado da biologia populacional de *O. niloticus* no açude de Jaramataia possibilitou a identificação da relação entre qualidade da água e bem-estar dessa espécie. Nossas descobertas enfatizam que a qualidade da água do reservatório (*i.e.*, maior valor de IQA) está correlacionada com a presença de tilápias-do-nilo maiores e mais pesadas. Assim, o padrão geral sob condição intra-sazonal reflete a resiliência da espécie *O. niloticus*, e retrata suas estratégias para recrutamento, alimentação e aumento de comprimento e peso.

Apesar do viés habitual dos estudos com tilápias-do-nilo serem em tanques de piscicultura e visarem analisar maior produtividade pesqueira, esse estudo ecológico demonstra como as mudanças sazonais e os efeitos antrópicos determinam o comprimento, peso e fator de condição dessa espécie, confirmando assim nossa hipótese inicial. Nossos dados sugerem que o aumento do nível da água no açude de Jaramataia, resulta em efeitos benéficos no fator de condição dessa espécie, já que esse corpo d'água se encontra numa condição eutrófica (*i.e.*, valores baixos de IQA). Tais dados corroboram com outros estudos desenvolvidos em açudes no semiárido brasileiro, destacando a importância do regime de cheias como ação paliativa anual para amenizar os efeitos antrópicos em açudes degradados e poluídos.

O estudo da relação peso-comprimento e fator de condição foram considerados como métodos úteis para avaliação do bem-estar e desempenho de crescimento de *O. niloticus*. Apesar de nossos resultados retratar as condições previstas para a tilápias-do-nilo, a manutenção de despejo de efluentes doméstico, intensificação de práticas agrícolas e pastoris nas margens do açude de Jaramataia, tende a intensificar o estresse e bem-estar das populações ícticas, inviabilizando a pesca artesanal das comunidades locais. Assim, nossos dados apontam para a necessidade de revitalização desse corpo d'água visando melhoria da qualidade da água e aplicação dos planos de gestão pesqueira como ferramenta para manutenção da pesca artesanal.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Alagoas (IFAL) pelo financiamento da bolsa de iniciação científica e pelo apoio logístico.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Novaes JLC, Freire AE, Amorim R de RA, Costa R da S. Diagnóstico da pesca artesanal em um reservatório do semiárido Brasileiro. Bol Inst Pesca. 2015;41(1):31–42.
2. Araújo SMS. A região semiárida do nordeste do Brasil: Questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. Rev Rios Eletr. 2011;5(5):89–98.
3. Schuler EP, Filho JERV. Evolução da piscicultura no Brasil: Diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia. Instituto de pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Ipea; 2017. 40 p.
4. Turra EM, Oliveira DAA, Texeira EA, Prado SA, Melo DC, Sousa AB. Uso de medidas morfométricas no melhoramento genético do rendimento de filé da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Rev Bras Reprod Anim. 2010;34(1):29–36.
5. Azevedo JW de J, Castro ACL, Soares LS, Silva MHL, Ferreira HR, Magalhães LA. Comprimento médio de primeira maturação para a Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758 (Perciformes: Cichlidae) capturado na bacia do bacanga, São Luís, MA. Bol labor hidrobiol. 2012;25(1):49–54.
6. Novaes JLC, Carvalho ED. Reproduction, food dynamics and exploitation level of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) from artisanal fisheries in Barra Bonita Reservoir, Brazil. Rev Biol Trop. 2012;60(2):721–34, doi: 10.15517/rbt.v60i2.3987

7. Barbieri G, Vermulm H, Giamas MTD, Teixeira Filho AR, Campos EC, Vermulm Jr. H, et al. Biologia populacional da tilápia, *Oreochromis niloticus*, da represa de Guarapiranga, São Paulo - I. Estrutura da população, idade e crescimento. Vol. 26, Boletim do Instituto de Pesca. 2000. p. 1–7.
8. Agostinho AA, Gomes LC, Pelicice FM. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Agostinho AA, Gomes LC, Pelicice FM, editors. Maringá-PR: Editora da Universidade Estadual de Maringá; 2007. 501 p.
9. Tribuzy-Neto IA, Conceição KG, Siqueira-Souza FK, Hurd LE, Freitas CEC. Condition factor variations over time and trophic position among four species of Characidae from Amazonian floodplain lakes: Effects of an anomalous drought. *Braz J Biol.* 2018;78(2):337–44, doi: 10.1590/1519-6984.166332.
10. Le Cren ED. The Length-Weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). *J Anim Ecol.* 1951;20(2):201–19.
11. Froese R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: History, meta-analysis and recommendations. *J Appl Ichthyol.* 2006;22(4):241–53, doi: 10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x1439-0426.2006.00805.x
12. Asmamaw B, Beyene B, Tessema M, Assefa A. Length-weight relationships and condition factor of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) (Cichlidae) in Koka Reservoir, Ethiopia. *International J Fish Aquat Res.* 2019;4(1):47–51, ISSN: 2456-7248.
13. Santos EP. Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura. São Paulo: HUCITEC; 1978. 129 p.
14. Tavares-Dias M, Araújo CSO, Gomes ALSi, Andrade SMS. Relação peso-comprimento e fator de condição relativo (Kn) do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) em cultivo semi-intensivo no estado do Amazonas, Brasil. *Rev Bras Zool.* 2010;12(1):59–65.
15. Blackwell BG, Brown ML, Willis DW. Relative weight (Wr) status and current use in fisheries assessment and management. *Rev Fish Sci.* 2000;8(1):1–44, doi: 10.1080/10641260091129161.
16. Silva AF, Garcia CAB, Costa SSL, Santos NCM, Silva JM, Garcia HL. Qualidade da água do reservatório de Nossa Senhora das Dores através do índice de qualidade da água de reservatório. *Sci Plena.* 2017;13(10):1–6, doi: 10.14808/sci.plena.2017.109907.
17. Silva RAS, Maynard INF, Barbosa AQ, Tolle EC, Cavalcante EB, Marques MN. Aplicação de um Índice de qualidade de água para o sistema de abastecimento público. *Sci Plena* 2017;13(10):1–7.
18. Lima RS, Hora Alves JP. Avaliação da qualidade da água dos reservatórios localizados nas bacias hidrográficas dos rios Piauí – Real, utilizando o índice de qualidade da água (IQA). *Sci Plena.* 2017;13(10):1–10, doi: 10.14808/sci.plena.2017.109918.
19. CETESB. Índices de qualidade das águas. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental; 2008. 31 p.
20. DNOCS. Açude Público Jaramataia. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. 2020 [cited 2020 May 18]. Available from: <https://www.dnocs.gov.br>.
21. Farias JLN de, Oliveira MF de, Pereira JB. Dinâmicas de uso e cobertura do solo do território da comunidade pesqueira do povoado São Pedro, Jaramataia, Alagoas. *Rev Verde Agroecol Desenvol Sustent.* 2019;14(5):641–9, doi: 10.18378/rvads.v14i5.7607.
22. Ferreira JM, Soares IP, Ladeira SA, Oliveira SB, Oliveira MF, Lima JS. Biologia populacional da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) do reservatório Jaramataia, Alagoas. In: XI Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação. Macéio: Instituto Federal de Alagoas; 2018. p. 1–9.
23. IBGE. Agricultura e pecuária da cidade de Jaramataia-AL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2020 [cited 2020 May 10]. Available from: <https://cidades.ibge.gov.br>.
24. IBGE. Manual técnico de uso da terra. 3 ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2013. 171 p.
25. Christofolletti A. Modelagem de Sistemas Ambientais. 1 ed. Christofolletti A, editor. Blucher; 1999. 236 p.
26. Sánchez-Botero JI, Garcez DS, Cardoso VT, Caramaschi EP. Diagnóstico pesqueiro da Ictiofauna na Lagoa Costeira Cabiúnas, Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Rio De Janeiro, Brasil. Vol. 43, Labomar - Arquivos de Ciências do Mar. 2010;59–65, doi: 10.32360/acmar.v43i2.5998.
27. APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23 ed. Washington: American Public Health Association; 2017. 1546 p.
28. Silva N, Junqueira VCA, Silveira NFA, Taniwaki MH, Gomes RAR, Okazaki MM. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 5 ed. São Paulo: Blucher; 2017. 560 p.
29. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. In Vienna, Austria; 2020. Available from: <https://www.r-project.org/>
30. Soares IP, Ferreira JM, Barbosa JB, Ladeira SA, Lima JS. Avaliação da qualidade da água de um reservatório da região Semiárida de Alagoas. In: XI Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação.

- Macéio: Instituto Federal de Alagoas; 2018. p. 1–10.
31. Conama. Resolução n 357, 17 de março de 2005. Diário Oficial. Brasília; 2005.
  32. Winemiller KO, Montoya JV, Roelke DL, Layman CA, Cotner JB. Seasonally varying impact of detritivorous fishes on the benthic ecology of a tropical floodplain river. *J North Am Benthol Soc.* 2006;25(1):250–62, doi: 10.1899/08873593(2006)25[250:SVIODF] 2.0.CO;2.
  33. Dias-Koberstein TCR, Neto AG, Stéfani MV, Malheiros EB, Zanardi MF, Santos MA. Reversão sexual de larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por meio de imersão em diferentes dosagens hormonais. *Rev Acadêmica.* 2007;5(4):391–5.
  34. Graaf GJ, Galemoni F, Huisman EA. Reproductive biology of pond reared Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquacult Res.* 1999;30(1):25–33, doi: 10.1046/j.1365-2109.1999.00295.x.
  35. Pauly D, Watson R. Background and interpretation of the “Marine Trophic Index” as a measure of biodiversity. *Philos Trans Royal Soc B: Biol Sci.* 2005;360(1454):415–23, doi: 10.1098/rstb.2004.1597.
  36. Leonardo AF, Corrêa CF, Baccarin AE. Qualidade da água de um reservatório submetido à criação de tilápias em tanques-rede, no sul de São Paulo, Brasil. *Bol Inst Pesca.* 2011;37(4):341–54.
  37. Rocha MA da, Ribeiro EL de A, Mizubuti IY, Silva LDDF, Bignardi AB, Domingues AR. Relações entre as características de crescimento na tilápia (*Oreochromis nilotica*). *Semina: Ciên Agr.* 2003;24(1):119, doi: 10.5433/1679-0359.2003v24n1p119.
  38. Naeem M, Salam A, Gillani Q, Ishtiaq A. Length-weight relationships of *Notopterus notopterus* and introduced *Oreochromis niloticus* from the Indus River, southern Punjab, Pakistan. *J Appl Ichthyol.* 2010;26(4):620–620, doi: 10.1111/j.1439-0426.2010.01480.x.
  39. Froese R, Thorson JT, Reyes RB. A Bayesian approach for estimating length-weight relationships in fishes. *J Appl Ichthyol.* 2014;30(1):78–85, doi: 10.1111/jai.12299.
  40. Yongo E, Outa N, Kito K, Matsushita Y. Studies on the biology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Lake Victoria, Kenya: in light of intense fishing pressure. *Afr J Aquat Sci.* 2018;43(2):195–8, doi: 10.2989/16085914.2018.1455574.