

## Curvas de crescimento de reprodutores de rã-touro (*Aquarana catesbeiana*) em ranário de pequeno porte

Growth curves of bullfrog (*Aquarana catesbeiana*) breeders in small frog farm

Curvas de crecimiento de reproductores de rana toro (*Aquarana catesbeiana*) en ranario pequenas

Recebido: 23/09/2023 | Revisado: 06/11/2023 | Aceitado: 08/10/2023 | Publicado: 11/10/2023

**Marcelo Maia Pereira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1898-2722>

Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: [mmaiap2001@yahoo.com.br](mailto:mmaiap2001@yahoo.com.br)

### Resumo

A reprodução é o início da produção animal, para seu sucesso é necessário reprodutores que possuam qualidade produtiva superior e que transmitam as características desejadas aos seus descendentes. Este trabalho foi realizado com o objetivo de descrever um modelo de crescimento corporal para um grupo de reprodutores de rã-touro. Foram utilizadas 30 imagos com peso médio inicial de 12,78 g, machos e fêmeas foram alojados em uma mesma baia em sistema inundado. Foram realizadas a pesagem de todas as rãs para a coleta dos dados de peso vivo, totalizando 19 coletas de dados em 434 dias. O modelo de Gompertz ( $P_t = P_m \cdot e^{-(e^{-b \cdot (t - t^*)})}$ ) foi adotado para descrever o crescimento das rãs. Dos 30 imagos iniciais, 16 eram machos e 14 fêmeas. Os valores assintóticos para peso a maturidade ( $P_m$ ) para peso vivo para ambos os sexos; machos e fêmeas respectivamente foram de 656,9; 626,3 e 679,2 g; os valores encontrados para  $b$  (taxa de crescimento relativa) respectivamente foram de 0,0138; 0,0147 e 0,0140 g/dia e o valor de  $t$  o qual representa o dia em que taxa de crescimento é máxima respectivamente foram de 173,3; 169,5 e 175,0 dias. As rãs atingiram o peso comercial de 250 g aos 176 dias de criação. A partir das curvas geradas dos reprodutores será possível avaliar os seus descendentes quanto ao crescimento e com isso os dados estatísticos obtidos nessa pesquisa poderão ser utilizados para uma base de seleção genética.

**Palavras-chave:** Imagos; Produção; Ranicultura.

### Abstract

Reproduction is the beginning of animal production, for its success it is necessary that breeders have superior productive quality and that they transmit the desired characteristics to their descendants. This work was carried out with the aim of describing a body growth model for a group of bullfrog breeders. 30 images were used with an initial average weight of 12.78 g. Males and females were housed in the same tank in a flooded system. All frogs were weighed to collect live weight data, totaling 19 data collections over 434 days. The Gompertz model ( $P_t = P_m \cdot e^{-(e^{-b \cdot (t - t^*)})}$ ) was adopted to describe the growth of frogs. Of the initial 30 images, 16 were male and 14 female. The asymptotic values of weight at maturity ( $P_m$ ) for live weight for both sexes; men and women, respectively, were 656.9; 626.3 and 679.2g; the values found for  $b$  (relative growth rate) were respectively 0.0138; 0.0147 and 0.0140 g/day and the value of  $t$  that represents the day on which growth rates are maximum respectively were 173.3; 169.5 and 175.0 days. The frogs reached a commercial weight of 250 g after 176 days of rearing. Using the curves generated by breeders, it will be possible to evaluate their descendants in terms of growth and, therefore, the statistical data obtained in this research can be used as a basis for genetic selection.

**Keywords:** Froglets; Frog farm; Production.

### Resumen

La reproducción es el inicio de la producción animal, para su éxito es necesario criadores que tengan calidad productiva superior y que transmitan las características deseadas a su descendencia. Este trabajo se realizó con el objetivo de describir un modelo de crecimiento corporal para un grupo de criadores de ranas toro. Se utilizaron 30 imágenes con un peso promedio inicial de 12.78 g, machos y hembras fueron alojados en el mismo corral en un sistema inundado. Se pesaron todas las ranas para recolectar datos de peso vivo, totalizando 19 recolecciones de datos en 434 días. Se adoptó el modelo de Gompertz ( $P_t = P_m \cdot e^{-(e^{-b \cdot (t - t^*)})}$ ) para describir el crecimiento de las ranas. De los 30 imagos iniciales, 16 eran masculinos y 14 femeninos. Los valores asintóticos de peso a madurez ( $P_m$ ) para peso vivo para ambos sexos; hombres y mujeres respectivamente fueron 656,9; 626,3 y 679,2 gramos; los valores encontrados para  $b$  (tasa de crecimiento relativo) respectivamente fueron 0,0138; 0,0147 y 0,0140 g/día y el valor de  $t$  que representa el día en que la tasa de crecimiento es máxima respectivamente fueron 173,3; 169,5 y 175,0 días. Las ranas alcanzaron un peso comercial de 250 g después de 176 días de reproducción. A partir de las curvas generadas

por los reproductores, será posible evaluar su descendencia en términos de crecimiento y, por lo tanto, los datos estadísticos obtenidos en esta investigación podrán usarse como base para la selección genética.

**Palabras clave:** Producción; Ranicultura; Rana.

## 1. Introdução

O estudo do crescimento dos animais através das curvas não lineares permite enxergar detalhes que nem sempre estão explícitos quando verificam somente médias finais de peso e tempo para abate (Dumas et al., 2010; Pereira et al., 2015).

Para rã-touro o formato sigmoide das curvas dos modelos de Gompertz e Logístico que apresentou melhores ajustes estatísticos e fez com que estes modelos fossem os eleitos para estimar o crescimento da rã-touro (Rodrigues et al., 2007).

Dentre os animais de produção em geral existem uma literatura com muitas informações sobre curvas de crescimento, na produção de rãs existe uma escassez, porém existem alguns poucos trabalhos, por exemplo, para rã-pimenta pós-metamorfose (Agostinho et al., 1991), para girinos de rã-touro (Mansano et al., 2012; Mansano et al., 2013), para rã-touro após a metamorfose para recria e engorda (Rodrigues et al., 2007; Pereira et al., 2014).

A reprodução é o início da produção animal, para seu sucesso é necessário que os reprodutores possuam qualidade produtiva superior e que transmitam as características desejadas na produção aos seus descendentes (Leal & Pereira, 2021). Então conhecer o crescimento dos reprodutores através de curvas não lineares se torna importante e interessante para pesquisa.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de descrever um modelo de crescimento corporal (peso vivo) para um grupo de reprodutores de rã-touro (*Aquarana catesneiana*) na fase pós-metamorfose.

## 2. Metodologia

Os procedimentos adotados foram aprovados na Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (Protocolo CEUA/FIPERJ 01/2018).

Os animais utilizados na experimentação foram no total de 30 imagos com peso médio inicial de 12,78 g, alojados em uma baia adaptada para sistema inundado (Mello et al., 2016) com três metros quadrados, com troca total da água uma vez ao dia.

A baia possuía controle de fotoperíodo de 12 horas de luz e escuro durante todo o período experimental através de um temporizador (timer), e a temperatura da água e do ambiente foram medidas duas vezes ao dia às 8 e as 15 horas através de um termômetro digital com sensor interno e externo.

A ração comercial extrusada com 40% de proteína bruta foi fornecida de forma “ad libitum” a lanço de forma a não ter sobras.

Machos e fêmeas foram criados na mesma baia e não houve relatos de acasalamento natural ou mesmo abortos espontâneos.

A cada 14 dias nas 11 primeiras biometrias, 28 dias em cinco biometrias intermediárias e 56 dias nas últimas três biometrias foram realizadas a pesagem de todas as rãs para a coleta dos dados de peso vivo, totalizando 19 coletas de dados em 434 dias. A biometria foi realizada para pesagem dos animais em balança digital (0,01 de precisão).

O modelo adotado para descrever as curvas de crescimento foi de Gompertz:  $P_t = P_m e^{-e^{-b(t-t^*)}}$ ; em que  $P_t$  = peso (g) ao tempo  $t$ , estimado em função do  $P_m$ ;  $P_m$  = peso (g) à maturidade;  $b$  = taxa de maturidade (g/dia);  $t^*$  = tempo (dias) em que a taxa de crescimento é máxima;  $t$  = tempo (dias).

Com base na equação estimada, calcularam-se as taxas de crescimento (g /dia) em função do tempo ( $t$ ), por meio da derivada das equações de Gompertz:  $dP_t'/dt = P_m b e^{-b(t-t^*)} - e^{-b(t-t^*)}$

Os parâmetros foram estimados através do procedimento NLIN do Sistema de Análises Estatística, SAS (2001). As estimativas dos parâmetros foram obtidas por método iterativo de Gauss-Newton, método modificado, desenvolvido por Hartley (1961), para modelos não-lineares.

Os critérios utilizados para seleção do modelo mais adequado foram: coeficiente de determinação ( $R^2$ ) (Souza, 1998); quadrado médio do resíduo (QMR); critério de Akaike (AIC) (Akaike, 1974); desvio médio absoluto dos resíduos (DMA) (Sarmiento et al., 2006), quanto menor o valor do DMA.

### 3. Resultados

Dos espécimes iniciais, trinta imagos, dezesseis eram machos e quatorze fêmeas. Com isso o tamanho amostral dos machos foi maior que das fêmeas, por exemplo, n amostral para ambos os sexos foi de 30, para machos 16 e fêmeas 14.

Os valores assintóticos para peso a maturidade ( $P_m$ ) para peso vivo para ambos os sexos (baia); machos e fêmeas respectivamente foram de 656,9; 626,3 e 679,2 g (Tabela 1).

Os valores encontrados para b (taxa de crescimento relativa) para ambos os sexos (baia); machos e fêmeas respectivamente foram de 0,0138; 0,0147 e 0,0140 g/dia (Tabela 1).

O valor de t o qual representa o dia em que taxa de crescimento é máxima para ambos os sexos (baia); machos e fêmeas respectivamente foram de 173,3; 169,5 e 175,0 dias (Tabela 1).

Os valores dos parâmetros de qualidade de ajustes dos modelos; quadrado médio do resíduo (QMR), coeficiente de determinação ( $R^2$ ), desvio médio absoluto (DMA) e o critério de Akaike (AIC) de acordo com o sexo dos reprodutores de rã-touro (*Aquarana catesbeiana*) foram adequados. (Tabela 1).

Esses parâmetros de qualidade mostraram também diferenças principalmente em razão do tamanho amostral de cada ajuste e os valores encontrados para os parâmetros dos ajustes das curvas para fêmeas apresentaram maiores dispersão em relação à média (Tabela 1).

**Tabela 1** - Estimativas dos parâmetros e erro padrão, quadrado médio do resíduo (QMR), coeficiente de determinação ( $R^2$ ), desvio médio absoluto (DMA) e o critério de Akaike (AIC) de acordo com o sexo dos reprodutores de rã-touro (*Aquarana catesbeiana*).

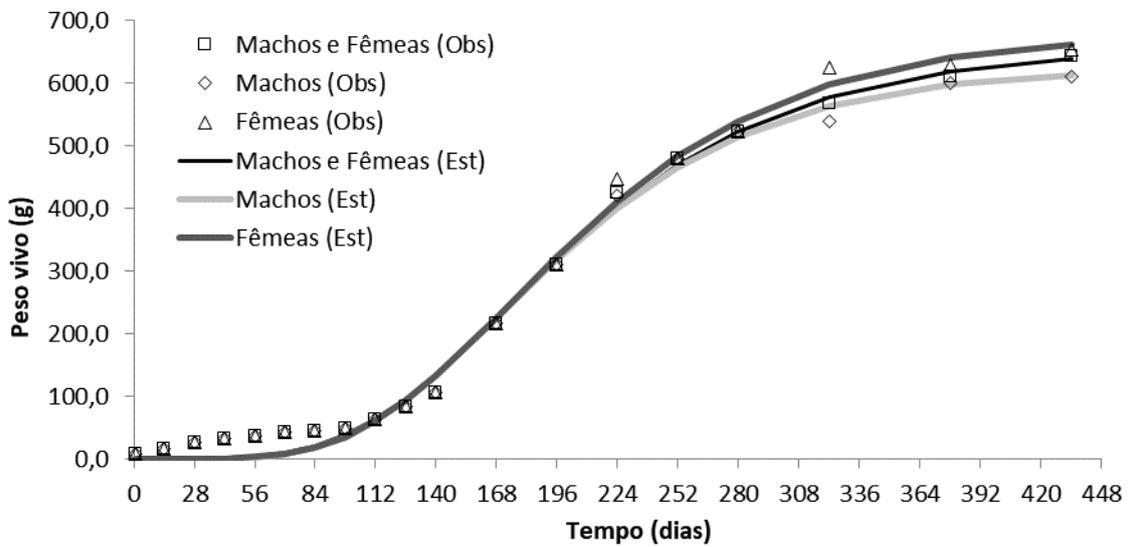
Sexo	$P_m$ (g)	b (g/dia)	$t^*$ (dia)	
Ambos	659,9 ± 15,3	0,0138 ± 0,0021	173,3 ± 11,34	
Machos	626,3 ± 12,1	0,0147 ± 0,0026	169,5 ± 10,03	
Fêmeas	679,2 ± 16,9	0,0140 ± 0,0028	175,0 ± 17,32	
	QMR	$R^2$	DMA	AIC
Ambos	12,0336	0,9991	0,2764	3,2755
Machos	10,2677	0,9994	0,5715	2,3321
Fêmeas	16,9621	0,9989	0,6723	4,0121

$P_m$  = peso (g) à maturidade; b = taxa de maturidade (g/dia);  $t^*$  = tempo (dias) em que a taxa de crescimento é máxima. Fonte: Autores (2023).

As rãs atingiram o peso comercial de abate de 250 g aos 176 dias de criação (Figura 1). Valor esse próxima ao valor de t o qual representa o dia em que taxa de crescimento é máxima para ambos os sexos (baia); machos e fêmeas respectivamente foram de 173,3; 169,5 e 175,0 dias (Figura 2, representado pela seta).

Verifica-se que os valores observados e o estimados para peso vivo dos reprodutores de rã-touro estão próximos, que a curva de machos e fêmeas vão apresentar diferenças visuais a partir dos 196 dias (Figura 1).

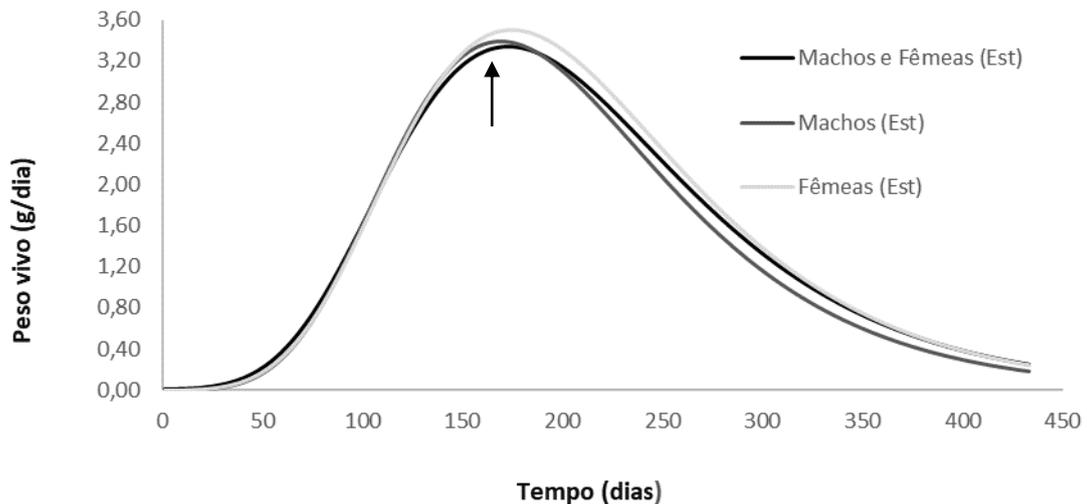
**Figura 1** - Curvas de crescimento corporal (g) para reprodutores (machos e fêmeas) de rã-touro (*Aquarana catesneiana*) de ranário de pequeno porte.



Fonte: Autores (2023).

Verifica-se que o ponto de inflexão das curvas de taxa de crescimento ou crescimento diária das fêmeas é mais tardio que os machos e ambos os sexos, porém apresentam maior valor (Figura 2).

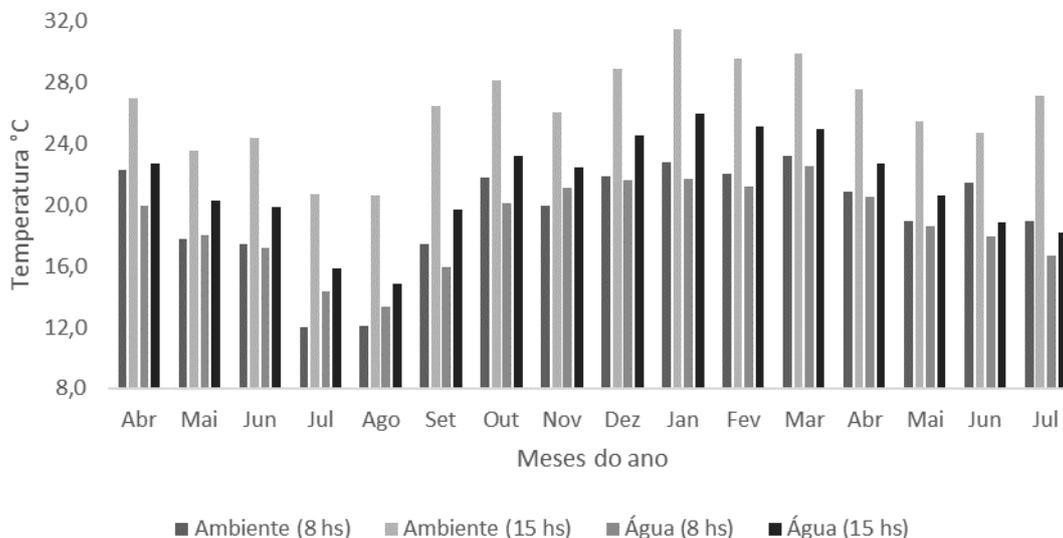
**Figura 2** - Curvas de ganho de peso diário (g/dia) para reprodutores (machos e fêmeas) de rã-touro (*Aquarana catesneiana*) de ranário de pequeno porte.



Fonte: Autores (2023).

A médias mensais das temperaturas do ambiente e da água de criação dos reprodutores de rã-touro as 8 e as 15 horas, apresentaram diferenças aos longos dos 434 dias, essas médias mensais de temperaturas influenciaram no crescimento, principalmente nos meses iniciais com retardamento em tempo.

**Figura 3** - Temperatura do ambiente e da água (8 e as 15 horas) do local de criação dos reprodutores de rã-touro (*Aquarana catesneiana*) em ranário de pequeno porte.



Fonte: Autores (2023).

#### 4. Discussão

Os avaliadores de ajustes das equações matemáticas revelaram que existem diferenças entre as três curvas, para ambos os sexos, machos e fêmeas. A curva de crescimento corporal para fêmeas se mostrou com maior heterogeneidade não somente confirmada pelos avaliadores como também pelo erro-padrão dos valores estimados para os parâmetros da equação de Gompertz.

A explicação pelas diferenças acima descrita pode ser fisiológica pois as fêmeas possuem flutuação de volume e peso corporal entre os indivíduos maior devido as suas estruturas reprodutivas (Costa et al., 1998; Leal & Pereira, 2021).

Os valores assintóticos para peso a maturidade ( $P_m$ ),  $b$  (taxa de crescimento relativa),  $t$  (qual representa o dia em que taxa de crescimento é máxima) encontrados para curvas de crescimento para reprodutores de rã-touro podem ser comparados com os valores encontrados na literatura (Rodrigues et al., 2007; Pereira., 2014) para direcionamento das informações, entretanto existem muitas diferenças desde metodológicas (tempo experimentação, temperatura de criação, alimentação dos animais e outros) como a genética dos animais.

Os valores encontrados para  $b$  para ambos os sexos (baia); machos e fêmeas respectivamente de 0,0138; 0,0147 e 0,0140 g/dia, próximo de 0,0137 g/dia (Rodrigues et al., 2007). Os valores de  $t$  para ambos os sexos (baia); machos e fêmeas respectivamente foram de 173,3; 169,5 e 175,0 dias, bem superior aos 78,0 dias (Rodrigues et al., 2017). Isso mostra as diferenças entre os modelos e o crescimento corporal existente da rã-touro no Brasil, são informações importantes para base para um futuro programa de melhoramento genético da rã-touro.

Através dos poucos trabalhos existentes sobre modelos de crescimento é possível dizer que o crescimento dos animais é heterogêneo. A heterogeneidade do crescimento da tilápia e de outros peixes na aquicultura é fato presente (Fuentes-Andraca et al., 2023).

As rãs atingiram o peso comercial de abate de 250 g aos 176 dias de criação (Figura 1). Valor esse próxima ao valor de  $t$  o qual representa o dia em que taxa de crescimento é máxima para ambos os sexos de 173,3 dias. A faixa de peso vivo de 250 a 300 g é a recomendada para abate (Seixas Filho et al., 2017), entretanto alguns produtores no Brasil abatem com 380 g devido exigências de mercado (Ribeiro & Toledo, 2022).

O crescimento dos animais e a deposição dos nutrientes possuem ponto máximo, porém o consumo do alimento pelos animais se mantém e a conversão alimentar aparente a partir deste ponto se eleva (Pereira et al., 2015; Aguiar et al., 2021), ou seja, as curvas de crescimento podem e devem ser usadas como ponto de eficiência produtiva, de precisão para abate dos animais e seleção de reprodutores pelos produtores de rãs.

As fêmeas de rã-touro desta pesquisa apresentaram ganho diário de peso máximo de 3,50 g, esse valor superior aos 1,70 g/dia para rãs em recria (Rodrigues et al., 2007) e 2,50 g/dia para rãs em crescimento (Pereira et al., 2014). Mostra a necessidade de trabalhos principalmente na seleção de animais para desempenho superiores.

Outro fator importante em considerar no crescimento das rãs é a temperatura do ambiente e da água de criação das rãs que influenciam diretamente na velocidade do crescimento dos imagos (Braga & Lima, 2001) e das rãs adultas (Figueiredo et al., 1999), temperatura baixas fora do intervalo de 25 a 30° C levam a diminuição do metabolismo da rã-touro (Petersen & Gleeson, 2011), temperaturas elevadas fora do intervalo de conforto dos anfíbios também interferem de forma negativa no bem-estar destes (Browne & Edwards, 2003). A temperatura influenciou no crescimento das rãs nesse trabalho de forma elevando o tempo de abate e crescimento.

A partir das curvas geradas dos reprodutores será possível avaliar os seus descendentes quanto ao crescimento e com isso os dados estatísticos obtidos nessa pesquisa poderão ser utilizados para uma base de seleção genética, área que possui escassez de informação na ranicultura nacional.

## 5. Conclusão

O ajuste dos parâmetros da equação do modelo de Gompertz permitiu descrever com qualidade estatística curvas de crescimento corporal (peso vivo) para um grupo de reprodutores de rã-touro na fase pós-metamorfose.

## Referências

- Agostinho, C. A., Silva, M. A., Torres, R. A., & Lima, S. L. (1991). Curvas de crescimento de rãs-pimenta. *Leptodactylus labyrinthicus* (Spix, 1824). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 20, 47-54.
- Aguiar, A. W. F., Santos, M. P., Dias, G. E. A., & Pereira, M. M. (2021). Modelos matemáticos para estimar o consumo de dieta para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Research, Society and Development*, 10(14), e514101418850. [10.33448/rsd-v10i14.18850](https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.18850).
- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19(6), 716-723;
- Braga, L. G. T., & Lima, S. L. (2001). Influência da Temperatura Ambiente no Desempenho da Rã-touro, *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802) na Fase de Recria. *Rev. bras. zootec.*, 30(6):1659-1663.
- Browne, R. K., & Edwards, D. L. (2003). The effect of temperature on the growth and development of the endangered green and golden bell frog (*Litoria aurea*). *Journal of Thermal Biology* 28, 295–299. [https://doi.org/10.1016/S0306-4565\(03\)00006-8](https://doi.org/10.1016/S0306-4565(03)00006-8).
- Costa, C. L. S., Lima, S. L., Andrade, D. R., & Agostinho, C. A. (1998). Caracterização morfológica dos estádios de desenvolvimento do aparelho reprodutor feminino da rã-touro, *Rana catesbeiana*, no sistema anfigranja de criação intensiva. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 27, 651-657. <http://www.sbz.org.br/revista/artigos/1962.pdf>
- Dumas, A., France, J., & Bureau, D. (2010). Modelling growth and body composition in fish nutrition: where have we been and where are we going? *Aquaculture Research*. 41, 161- 181.
- Figueiredo, M. R. C., Agostinho, C. A., Baeta, F. C., & Lima, S. L. (1999). Efeito da temperatura sobre o desempenho da rã-touro (*Rana catesbeiana*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 28(4), 661-667.
- Fuentes-Andraca, V. H., Aranedo-Padilla, M. E., Domínguez-May, R., Gullian-Klanian, M., Marin-Coria, E. J., Quintana-Casares, J. C., Peñalosa-Martínell, D., & Ponce-Díaz, G. (2023). Modeling Nile tilapia heterogeneous growth under different stocking densities during pre-grow-out Stage. *Aquaculture Research*. <https://doi.org/10.1155/2023/9347654>
- Hartley, H. O. (1961). The modified Gauss Newton method for the fitting of non linear regression functions by least squares. *Thechnometrics*, 3(2), 269-280.
- Leal, M. S., & Pereira, M. M. (2021). Ciclo anual reprodutivo de rãs-touro (*Lithobates catesbeianus*) no estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Agricultura Sustentável*, 11(1), 14-21. <https://doi.org/10.21206/rbas.v11i1.10433>
- Mansano, C. F. M., De Stéfani, M. V., Pereira, M. M., & Macente, B. I. (2013). Deposição de nutrientes na carcaça de girinos de rã-touro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(8): 885-891.

- Mansano, C. F. M., Stéfani, M. V., Pereira, M. M., & Macente, B. I. (2012). Non-linear growth models for bullfrog tadpoles. *Ciência e Agrotecnologia*, 36(4), 454-462.
- Mello, S. C. R. P.; Oliveira, R. R., Pereira, M. M., Rodrigues, E., Silva, W. N., & Seixas Filho, J. S. (2016) Development of a water recirculating system for bullfrog production: technological innovation for small farmers. *Ciência e Agrotecnologia* 40(1):67-75. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542016000100006>
- Pereira, M. M., Mansano, C. F. M., Peruzzi, N. J., & Stéfani, M. V. (2015). Nutrient deposition in bullfrog during the fattening phase. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41 (2): 305-318.
- Pereira, M. M., Mansano, C. F. M., Silva, E. P., & de Stefani, M. V. (2014). Growth in weight and of some tissues in the bullfrog: Fitting nonlinear models during the fattening phase. *Ciência e Agrotecnologia*, 38(6), 598-606.
- Petersen, A. M., & Gleeson, T. T. (2011). Acclimation temperature affects the metabolic response of amphibians skeletal muscle to insulin. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, 160 (1):72-80.
- Ribeiro, L. P., & Toledo, L. F. (2022). An overview of the Brazilian frog farming. *Aquaculture*, e737623. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737623>
- Rodrigues, M. L., Lima, S. L., Moura, O. M., Agostinho, C. A., Silva, J. H. V., Cruz, G. R. B., Campos, V. M., Casali, A. P., & Mendes, R. R. B., Albuquerque, A. G. (2007). Curva de crescimento em rã-touro na fase de recria. *Archivos de Zootecnia*, 56(214), 125-136.
- Sarmento, J. L.R., Regazzi, A. J., Souza, W. H., Torres, R. A., Breda, F. C., & Menezes, G. R. O (2006). Analysis of the growth curve of Santa Ines sheep. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 435-442.
- Seixas Filho, J. T., Pereira, M. M., & Mello, S. C. R. P. (2017). *Manual de Ranicultura Para o Produtor*. HP Comunicação Editora, Rio de Janeiro, RJ.
- Souza, G. S. (1998). *Introdução aos modelos de regressão linear e não-linear*. Brasília: Serviço de Produção de Informação/ EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-SEA. 505 p.