



Crescimento da curimatã comum em um sistema de recirculação de água

Growth of the common curimat in a water recirculation system

Raimundo Bezerra da Costa^{1*}; José Oriani Farias¹; Maria Audália Marques de Carvalho²; Ronaldo de Oliveira Sales⁴; Luana da Anunciação Silva²; Cecilia Guedes de Oliveira³; Luiz Antônio Moreira Miranda³; Quezia Montoril Ferreira³;

Artigo

RESUMO: O trabalho foi desenvolvido com alevinos da Curimatã comum em um sistema de recirculação d'água ("Recirculating Aquaculture System - RAS") cujo fluxo ocorre do tanque de cultivo, passando por uma série de tratamentos, e retornando ao mesmo tanque. Os excrementos, resto de ração, urina e fezes, foram lançados para o meio aquoso criatório e submetidos a um processo de filtragem mecânico-biológica para retirada do material em suspensão e promover a digestão dos contaminantes por bactérias anaeróbias. Foram utilizados 180 alevinos da Curimatã comum (*Prochilodus cearaensis*) de tamanhos iniciais diferentes, mas mesma idade: 40 grandes, 100 médios (dois grupos: 50 + 50) e 40 pequenos alimentados três vezes ao dia com ração comercial (Free Ribe 40% PB, para peixe), acrescida de Spirulina. Ocorreu um crescimento compensatório dos pequenos, que alcançou os grandes, e superando aos médios no tamanho final.

Palavras-chave: RAS; Curimatã comum; tamanho; ganho de peso; crescimento compensatório.

SUMMARY: The work was developed with common Curimatã fingerlings in a Recirculating Aquaculture System (RAS) whose flow occurs from the culture tank, through a series of treatments, and returning to the same tank. The excrements, feed rest, urine and faeces, were sent to the aqueous medium and subjected to a mechanical-biological filtration process to remove suspended material and promote the digestion of contaminants by anaerobic bacteria. A total of n180 common Curimatã (*Prochilodus cearaensis*) fingerlings of different initial sizes, but same age: 40 large, 100 medium (two groups: 50 + 50) and 40 small ones were fed three times daily with commercial ration (Free Ribe 40% PB, for fish), plus Spirulina. There was a compensatory growth of the small ones, that reached the big, and surpassing the average ones in the final size.

Keywords: RAS; Common Curimatã; size; weight gain; compensatory growth.

Endereço para correspondência: *E-mail: raimundo.costa@uece.br,

Recebido em 10.12.2018. Aceito 30.03.2019

<http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20190004>

¹ Professor da Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Veterinária/LaGePe;

² Pesquisadora do LaGePe e da Universidade Estadual do Ceará Eng. de pesca. E. mail: audaliacarvalho@yahoo.com.br; lluana.a.silva@gmail.com

³ Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Veterinária/LaGePe, bolsistas do LaGePe;

E. Mail: luiz98antonio@hotmail.com, ceciliaguedes07@gmail.com, queziamontoril@hotmail.com

⁴Pesquisador do LaGePe/UECE e da Universidade Federal do Ceará;
E. Mail: ronaldo.sales@ufc.br

Introdução

Água, espaço físico e controle sanitário são fatores determinantes em uma criação piscícola. As limitações econômicas e de espaço, possibilidades em um melhor controle do ambiente, além da dependência de grandes volumes de água (Barak *et al.*, 2003; Martins *et al.*, 2010), foram as forças motrizes que despertaram o laboratório em iniciar suas atividades de estudo e pesquisa no sistema de recirculação (“Recirculating Aquaculture System - RAS”). Neste sistema a água normalmente flui do cultivo de peixes para um tanque receptor, que passa por uma série de tratamentos (Van Rijn, 1996; Martinset *al*, 2010; Lima *et al*, 2015), para em seguida retroalimentar os mesmos tanques criatórios (VAN RIJN, 1996; MIRZOYAN *et al.*, 2010).

No cultivo dos peixes em RAS resultam compostos excretórios em parte sólida, as sobras da ração não consumida e fezes, e uma fração volátil maior, que varia de 50 a 92%, o que torna o ambiente criatório contaminado (PIEDRAHITA, 2003; GEBAUER, 2004; GEBAUER & EIKEBROKK, 2006; MIRZOYAN *et al.*, 2008). Há algum tempo a despoluição dos resíduos

gerados em níveis de município, da indústria e da agricultura vem sendo realizada satisfatoriamente, de uma maneira geral, pela digestão anaeróbica, a fim de proporcionar sua estabilização (COLETTI *et al.*, 2010; FLOR *et al.*, 2018).

No entanto, somente recentemente esse procedimento começou a ser adotado para o tratamento dos dejetos produzido em RAS na recuperação da qualidade da água, evitando o desperdício elevando à condição da sua reutilização com segurança sanitária (BRISTOW *et al.*, 2008; MIRZOYAN *et al.*, 2008).

Esse tipo de digestão é um processo natural promovido pela degradação biológica da matéria orgânica, com a utilização de bactérias anaeróbias facultativas e obrigatórias (NOVAK *et al.*, 2003; MSHANDETE *et al.*, 2005; APPELS *et al.*, 2008).

Nesses ambientes, tanto os indivíduos mais sensíveis como os de maior tolerância às variações nos parâmetros de qualidade da água, temperatura e nitrito/nitratos, se adaptam com diferentes taxas de crescimento, atributos importantes a uma espécie desejável ao cultivo e

produção (ANSON & ROUSE, 1994; NARANJO-PÁRAMO *et al.*, 2004; SOUZA *et al.*, 2009). Por vezes, mesmo que esses organismos venham sofrer privação, total ou parcial, quando posteriormente ocorre uma disponibilidade suficiente e continuada de alimento observa-se uma franca recuperação, sendo por isso denominado de crescimento compensatório (Wilson & Osbourn, 1960); nesse período, muitas vezes, podem alcançar o mesmo tamanho daqueles que viveram em condições ambientais e de manejo mais favorecido (MONTEIRO & FALCONER, 1966; ALI *et al.*, 2003). Assim, neste trabalho buscou-se promover a criação da Curimatã comum e verificar seu crescimento no sistema de recirculação de água, considerando indivíduos de mesma idade mas com tamanhos iniciais diferentes.

Metodologia

O sistema recirculação de água

O sistema adotado pelo Laboratório de Genética e Reprodução de Peixes Dulciaquícolas - LaGePe é da recirculação de água (Recirculating Aquaculture System - RAS), pela simplicidade, pequeno espaço disponível e facilidade no controle e manejo dos indivíduos.

Ele é formado por 5 (cinco) tanques (caixas) de polipropileno: 4 (quatro) de mil litros, compondo o ambiente para alimentação e crescimento de alevinos; e, um de 500 (quinhentos) litros para o filtro mecânico-biológico (composto de três camadas separadas por baldes de PVC de 50 litros perfurados na sua base).

A primeira delas é formada por um tecido de algodão (dois sacos de açúcar vazios) e manta acrílica (dois metros) para retenção do material sólido (filtro mecânico); e uma segunda e terceira de brita com menor e maior calibre, respectivamente. Ainda são adicionados fragmentos de cerâmica no interior do tanque formando uma camada, que funciona como substrato para o desenvolvimento de bactérias nitrificantes e desnitrificantes desse filtro biológico. Adicionou-se ao sistema uma bomba periférica de ½ HP (vazão de 2000 L/H) instalada na proximidade (distanto 2 metros) que faz a sucção da água filtrada e distribui para as 4 caixas de cultivo, de forma equitativa, conduzida através de canos de PVC de ½ polegada. A água cai nos tanques de cultivo de uma altura de 50 cm de modo a favorecer sua aeração que retornam ao filtro pela ação da gravidade (LIMA *et al.*, 2015).

A troca da água ocorre por substituição na proporção de 50% do total, realizada semanalmente.

Os animais e o ambiente

Crescimento de 180 alevinos de Curimatã comum (*Prochilodus cearaensis*), de tamanhos diferentes e agrupados em três categorias, no período entre Out/17 a Abr/18: 40 grandes, 100 (50 + 50) médios e 40 pequenos alimentados três vezes ao dia com ração comercial peixe (Free Ribe 40% PB), acrescida de Spirulina obtida em cultivo no LaGePe.

Cada uma das medidas de comprimento (cm) e pesagens (g) total e padrão foram coletadas por amostragens de dez alevinos apreendidos por tanque. As variantes consideradas no ambiente criatório foram temperatura (T°), pH, Nitrito (N) e Amônia (A), que variaram: T° de 26,9°C a 28,9°C, pH de 7,4 a 8,7, N de 0,1 ppm a 1,2 ppm e A de 0,01 ppm a 0,04 ppm.

Resultados e Discussão

A necessidade de amplas áreas e dependência de grandes volumes de água são fatores importantes no desenvolvimento da Piscicultura, contudo observa-se serem cada vez mais limitados (Barak *et al.*, 2003; Martins *et al.*, 2010), o que dificulta o bem-estar dos animais. Assim, em

função dessas limitações constatadas nas atividades criatórias, e a possibilidade de controle eficiente, foi que o estudo e pesquisa deste laboratório voltaram-se ao sistema de recirculação (“Recirculating Aquaculture System- RAS”). Neste sistema são pequenas áreas ocupadas e reutiliza a água de forma eficiente, evitando o desperdício, após recuperar sua qualidade com a devida segurança sanitária (BRISTOW *et al.*, 2008; MIRZOYAN *et al.*, 2008).

O funcionamento do sistema apresentou-se adequado quanto à qualidade da água, pois as variações na temperatura, pH, amônia, nitrito e nitrato ficaram dentro dos parâmetros aceitáveis, proporcionando as condições necessárias ao cultivo e crescimento dos alevinos na espécie Curimatã comum (ROCHA LOURESET *et al.*, 2001; NASCIMENTO & VON SPERLING, 2018). Por outro lado, quando o ambiente torna-se inadequado, como pela salinidade (Anson & Rouse, 1994) ou densidade elevada (Naranjo-Páramo *et al.*, 2004), promovendo uma modificação de ambiente leva os indivíduos a apresentar menor desempenho, em função dessa alteração no seu bem-estar (NIGHTINGALE *et al.*, 2018).

Mesma importância também pode ser observada quanto ao tamanho inicial dos alevinos e a qualidade/quantidade de alimento fornecido, pois os indivíduos menores ao serem separados pelo porte tiveram um crescimento superior aos outros dois tipos, grandes e médios, conforme os Gráficos 1 e 2, sugerindo a ocorrência

de um tipo de segregação social (NIGHTINGALE *et al.*, 2018). Os pequenos e grandes apresentaram-se significativamente diferentes no início ($P < 0,05$), mas alcançaram desenvolvimento (crescimento) equivalente no final; em relação aos médios somente os pequenos diferiram no final do experimento.

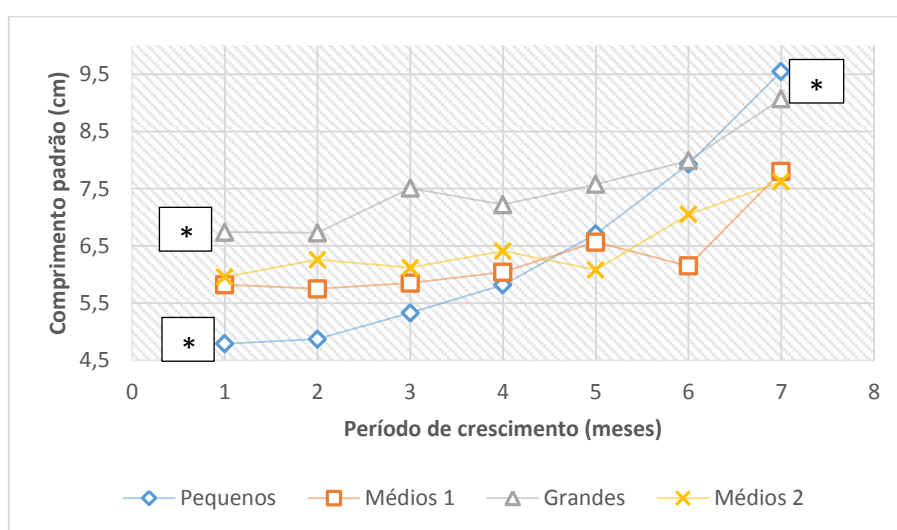


Gráfico 1. Comprimento padrão (cm) dos três tipos de indivíduos: pequenos, médios (1 e 2) e grandes, no período compreendido entre outubro/17 a abril/18.

As taxas de ganho de peso mensal (Gráfico 3) apresentaram descontinuidades nos diferentes grupos: no de pequenos (Dez-Jan), mas, mesmo assim, alcançaram um crescimento médio de 43,42%; médios 1 (Out-Mar), com crescimento médio de 29,30%; médios 2 (Nov-Dez) e crescimento médio de 14,31%;e, os grandes (Dez-Jan), e crescimento médio de 18,55%. Os indivíduos de tamanho medianos

apresentaram maiores variações nos ganhos de peso nas diferentes medidas realizadas, Médios 1 e 2, o que reflete a variabilidade genética dos heterozigotos, enquanto os grandes atingiram um peso superior aos medianos, mesmo tendo ganho médio equiparado, o que reflete menor heterozigosidade.

Os pequenos cresceram continuamente quando houve uma

disponibilidade suficiente e continuada de alimento, recuperando-se alcançando uma equiparação no peso aos grandes, caracterizando um crescimento compensatório (WILSON & OSBOURN, 1960; MONTEIRO & FALCONER, 1966). Essa recuperação com altas taxas de crescimento (ganho

médio de peso 43,4%) e tolerância nas variações dos parâmetros de qualidade da água são atributos importantes, pois demonstra uma espécie adequada neste tipo de cultivo (ANSON & ROUSE, 1994; NARANJO-PÁRAMO *et al.*, 2004).

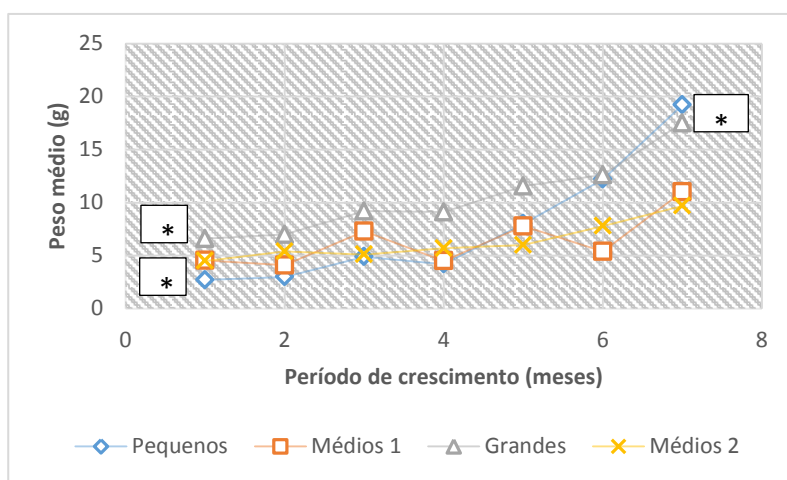


Gráfico 2. Ganho de peso médio (g) dos três tipos de indivíduos: pequenos, médios (1 e 2) e grandes, no período compreendido entre outubro/17 a abril/18.

Outro fator que deve ser considerado é a densidade populacional, pois tem relevância quanto aos parâmetros de produção de espécies cultivadas (Mills & McCloud, 1983; Lutz & Wolters, 1986), como aconteceu com o lagostin americano (*Austropotamo biuspallipes*), com estocagem diretamente relacionada ao crescimento e sobrevivência (Romano & Zeng, 2017; Savolainen *et al.*, 2004), não considerado neste experimento.

Quanto ao tamanho, o grupo de pequenos teve um crescimento

significativamente superior, quando separados dos maiores, sugestivo de exclusão na competição pelo alimento em função da hierarquia de dominância social (NIGHTINGALE *et al.*, 2018).

Por outro lado, tem sido constatado que muitos organismos apresentam um crescimento mais rápido de recuperação após esse período de privação de alimento, total ou parcial, que com alimentação adequada e fornecimento continuado (Wilson & Osbourn, 1960) chegaram a alcançar o desempenho desejado quando as

condições ambientais tornaram-se mais favoráveis (MONTEIRO &

FALCONER, 1966; ALI *et al.*, 2003), como refletido nos Gráficos 1 e 2.

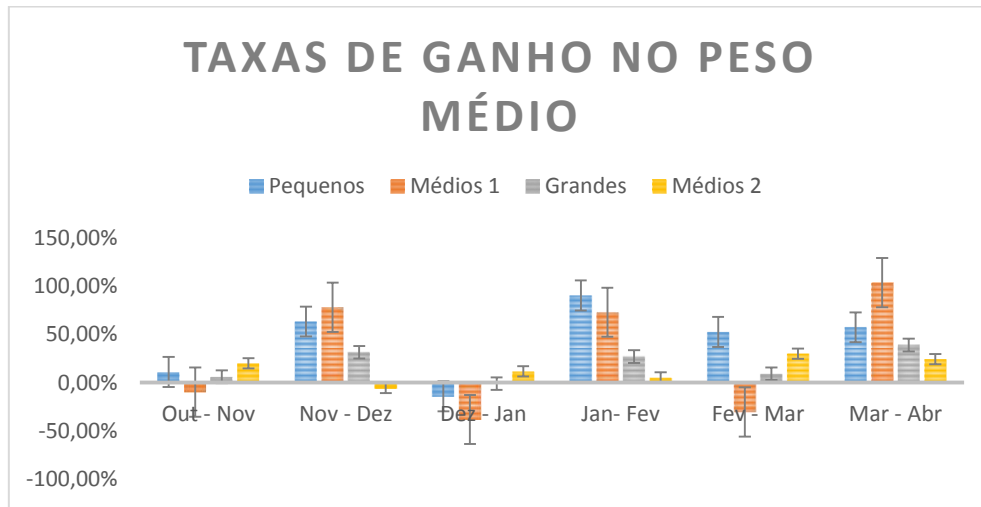


Gráfico 3. Taxas de ganho de peso médio nos três tipos de indivíduos e seus erros padrões: pequenos, médios (1 e 2) e grandes, no período compreendido entre outubro/17 a abril/18.

Esse crescimento pode ser controlado por mecanismos de *feedback* com o ajuste de suas taxas para alcançar uma trajetória de destino (MONTEIRO & FALCONER, 1966). Acredita-se que esse fato está em função da diversidade existente em cada grupo. Por outro lado, ficou constatado que os menores (pequenos) apresentaram um crescimento superior aos outros grupos, demonstrando a capacidade genética de recuperação dos indivíduos submetidos a estresse no início do desenvolvimento (Gráficos 3). Como consequência importante dessa compensação tem-se uma convergência das trajetórias de crescimento dos indivíduos, o que reflete os "alvos alcançados" com a

recuperação observada (Gráficos 1 e 2). É um processo que tende a canalizar mudanças ontogenéticas no tamanho e a reduzir os efeitos da variabilidade ambiental (ALI *et al.*, 2003).

Considerações finais

O sistema de recirculação ("Recirculating Aquaculture System - RAS") apresentou-se adequado quanto à qualidade da água, pois a temperatura, pH, amônia, nitrito e nitrato variaram dentro dos níveis normais durante o desenvolvimento do experimento, o que favoreceu ao cultivo e crescimento dos alevinos na espécie Curimatã comum.

Como ficou ressaltada uma fragilidade dos indivíduos no início da criação, observou-se sua possibilidade

de recuperação quando as condições de ambiente e alimentação tornaram-se adequadas. Este fato demonstra a potencialidade genética de recuperação dos indivíduos durante o período de crescimento.

Referências Bibliográficas

1. ALI, M., NICIEZA, A., WOOTTON, R.J. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. **Fish and Fisheries**, 4: 147-190, 2003.
<https://doi.org/10.1046/j.1467-2979.2003.00120.x>
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1467-2979.2003.00120.x>
2. APPELS, L., BAEYENS, J., DEGRÉVE, J., DEWIL, R. Principles and potential of the anaerobic digestion of waste-activated sludge. **Prog. Energ. Combust.**, 34: 755–781, 2008.
3. ANSON, K.J., ROUSE, D.B. Effects of salinity on hatching and post-hatch survival of the Australian red claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. **J. WORLD AQUAC. SOC.**, 25: 277–280, 1994.
4. BARAK, Y., CYTRYN, E., GELFAND, I., KROM, M., VAN RIJN, J. Phosphorus removal in a marine prototype, recirculating aquaculture system. **Aquaculture**, 220: 313–326, 2003.
5. BRISTOW, C.E., MORIN, A., HESSLEIN, R.H., PODEMSKI, C.L. Phosphorus budget and productivity of an experimental lake during the initial three years of cage aquaculture. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, 65: 2485–2495, 2008.
6. COLETTI, C., TESTEZLAF, R., RIBEIRO, T.A.P., SOUZA, R.T.G. DE, PEREIRA, D. DE A. Water quality index using multivariate factorial analysis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V.14, N.5, p.517–522, 2010. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG –
<http://www.agriambi.com.br>.
7. FLOR, A., ARROJA, L., CAPELA, I. Co-digestão anaeróbia da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos (FORSU) e Lamas Secundárias (LS). See discussions, stats, and author profiles for this publication at:
<https://www.researchgate.net/publication/228814190>. Acesso em: 10 de dezembro de 2018.
8. GEBAUER, R. Mesophilic anaerobic treatment of sludge from saline fish farm effluents with biogas production. **Bioresour. Technol.**, 93: 155–167, 2004.
9. GEBAUER, R., EIKEBROKK, B. Mesophilic anaerobic treatment of sludge from salmon smolt hatching. **Bioresour. Technol.**, 97: 2389–2401, 2006.
10. LIMA, J. DE F., TAVARES-DIAS, M., YOSHIOKA, E.T.O., SANTOS, E.F. DOS, DUARTE, S.S., BASTOS, A.M., MONTAGNER, D. *Sistema Fechado Simples de Recirculação para Recria de Peixes ou Camarões de Água-Doce*. Comunicado Técnico, 136. 2015.8p.
11. LUTZ, C.G., WOLTERS, W.R. The effect of five stocking densities on growth and yield of red swamp crawfish *Procambarus clarkii*. **J. World Aquac. Soc.**, 17: 33–36, 1986.
12. MARTINS, C.I.M., EDINGA, E.H., VERDEGEMA, M.C.J., HEINSBROEKA, L.T.N., SCHNEIDER, O., BLANCHETOND, J.P., D’Orbcasteld, E. R., VERRETH, J.A.J. New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. **Aquacultural Engineering**, 43: 83-93, 2010.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaeng.2010.09.002>.
13. MILLS, B., MCCLOUD, P.I. Effects of stocking and feeding rates on experimental pond production of the crayfish *Cherax destructor* Clark (*Decapoda: Parastacidae*). **Aquaculture** 34: 51– 72, 1983.

21. MIRZOYAN, N., PARNES, S., SINGER, A., TAL, Y., SOWERS, K., GROSS, A. Quality of brackish aquaculture sludge and its suitability for anaerobic digestion and methane production in an upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor. **Aquaculture**, 279: 35–41, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.04.008>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004484860800286X>
15. MIRZOYAN, N., TAL, Y., GROSS, A. Anaerobic digestion of sludge from intensive recirculating aquaculture systems: Review. **Aquaculture**, 306: 1–6, 2010.
16. MONTEIRO, L.S.; FALCONER, D.S. Compensatory growth and sexual maturity in mice. **Animal Production**, 8:179-192, 1966.
17. MSHANDETE, A., BJORNSSON, L., KIVAISI, A.K., RUBINDAMAYUGI, S.T., MATTIASSON, B. Enhancement of anaerobic batch digestion of sisal pulp waste by mesophilic aerobic pre-treatment. **Water Res.**, 39: 1569–1575, 2005.
18. NARANJO-PÁRAMO, J., HERNANDEZ-LLAMAS, A., VILLARREAL, H. Effect of stocking density on growth, survival and yield of juvenile redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae) in gravel-lined commercial nursery ponds. **Aquaculture**, 242: 197–206, 2004.
19. NASCIMENTO, L.V. do, VON SPERLING, M. Os padrões brasileiros de qualidade das águas e os critérios para proteção da vida aquática, saúde humana e animal. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte – BRASIL. Biblioteca Virtual em Saúde. <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPIDISCA&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=45265&indexSearch=ID>. Acesso em: 10 de dezembro de 2018.
20. NIGHTINGALE, J., STEBBING, P., TAYLOR, N., MCCABE, G., JONES, G. Determining an effective density regime for rearing juvenile *Austropotamobius pallipes* in a small-scale closed system hatchery. **Aquaculture Research**.2018;1–8. DOI: 10.1111/are.13766.
21. NOVAK, J.T., SADLER, M.E., MURTHY, S.N. Mechanisms of floc destruction during anaerobic and aerobic digestion and the effect on conditioning and dewatering of biosolids. **Water Res.**, 37: 3136–3144, 2003.
27. PIEDRAHITA, R. Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. **Aquaculture**, 226: 35–44, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00465-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00465-4)
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848603004654?via%3Dihub>
23. ROCHA LOURES, B.T.R., RIBEIRO, R.P., VARGAS, L., MOREIRA, H.L.M., SUSSEL, F.R., JAIME APARECIDO POVH, J.A., CAVICHIOLO, F. Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. **Acta Scientiarum**, 23: 877-883, 2001.
24. ROMANO, N., ZENG, C. Cannibalism of decapod crustaceans and implications for their aquaculture: A review of its prevalence, influencing factors, and mitigating methods. **Reviews in Fisheries Science and Aquaculture**, 25: 42–69, 2017. <https://doi.org/10.1080/23308249.2016.1221379>.
25. SAVOLAINEN, R., RUOHONEN, K., TOLONEN, J. Effect of stocking density on growth, survival and cheliped injuries of stage 2 juvenile signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* Dana. **Aquaculture Research**, 231, 237–248. (2004).

26. SOUZA, J.M.L.; SALES, R.O.; AZEVEDO, A.R. Avaliação do ganho de biomassa de alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) alimentados com silagem biológica de resíduos de pescado.. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**. v.3, n.1, p.1 –14, jan – jun (2009), 19p. <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20090001>.
34. VAN RIJN, J. The potential for integrated biological treatment systems in recirculating fish culture - A review. **Aquaculture**, 139: 181–201, 1996. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(95\)01151-X](https://doi.org/10.1016/0044-8486(95)01151-X).
27. WILSON, P.N., OSBOURN, D.F. Compensatory growth after under nutrition in mammals and birds. **Biological Review**, 35:324-363, 1960.