

Qualidade da água para produção de *Colossoma macropomum* (Serrasalminidae) em Salvaterra, Estado do Pará

Loyane Trindade do Nascimento¹, Bettina Valda Malato¹, Paulo Weslem Portal Gomes², Thiago de Melo e Silva³, Abraão de Jesus Barbosa Muribeca³, Paulo Wender Portal Gomes³

1. Graduação em Ciências Naturais - Química (Universidade do Estado do Pará, Brasil).

loy.trindade04@gmail.com

malatobettina@gmail.com

2. Graduação em Ciências Naturais - Biologia (Universidade do Estado do Pará, Brasil). Doutorando em Biologia Vegetal (Universidade Estadual de Campinas, Brasil).

weslemg2@gmail.com

3. Graduação em Ciências Naturais - Química (Universidade do Estado do Pará, Brasil). Doutorando em Química (Universidade Federal do Pará, Brasil).

thiagoms30@gmail.com

abraao_muribeca@hotmail.com

wenderufpa@hotmail.com

<http://lattes.cnpq.br/3741363990513396>

<http://lattes.cnpq.br/1643462761266518>

<http://lattes.cnpq.br/1958787377667016>

<http://lattes.cnpq.br/1263236033536436>

<http://lattes.cnpq.br/1006873022498893>

<http://lattes.cnpq.br/6102293278640224>

<http://orcid.org/0000-0002-1724-3127>

<http://orcid.org/0000-0002-3347-2114>

<http://orcid.org/0000-0002-1020-8011>

<http://orcid.org/0000-0003-1796-5215>

<http://orcid.org/0000-0002-4752-3605>

<http://orcid.org/0000-0001-5478-2448>

RESUMO

A expansão da piscicultura se deve ao incentivo e ao desenvolvimento de pesquisas voltadas a qualidade da água, para isso, é necessário o monitoramento dos parâmetros físicos e químicos da água. Este estudo objetivou avaliar os parâmetros físicos e químicos da água de um tanque experimental de cultivo do *Colossoma macropomum* e a percepção dos piscicultores de uma cooperativa em Salvaterra, estado do Pará, quanto à qualidade da água para a produção de peixes. As análises foram realizadas no período de 08:00 às 11:00 horas nos meses de janeiro a abril de 2018 com intervalo de 15 dias para coleta das amostras, com um total de oito amostras coletadas e analisadas para cada um dos parâmetros físicos e químicos. Os valores médios de alcalinidade total ($15,0 \pm 5,3 \text{ mg.L}^{-1}$), amônia total ($0,3 \pm 0,3 \text{ mg.L}^{-1}$), dureza ($28,7 \pm 6,4 \text{ mg.L}^{-1}$), nitrito ($0,02 \pm 0,03 \text{ mg.L}^{-1}$), oxigênio dissolvido ($8,0 \pm 0,5 \text{ mg.L}^{-1}$), pH ($6,7 \pm 0,3$), temperatura ($26,7 \pm 0,6 \text{ }^\circ\text{C}$) e transparência ($54,4 \pm 20,4 \text{ cm}$), em sua maioria, mantiveram-se dentro dos valores estabelecidos para o cultivo de peixes, como o tambaqui. Avaliou-se a percepção dos piscicultores por meio de formulários, em que se observou que há a necessidade de formação técnica para obtenção de qualidade na produção dos peixes.

Palavras-Chave: Piscicultura, Cooperativa, Tambaqui.

Water quality for *Colossoma macropomum* (Serassalminidae) production in Salvaterra, Pará state

ABSTRACT

The expansion of the fish farm, due to the encouragement and development of research at the water quality and, for this reason, it is necessary to monitor the physical and chemical parameters of the water. This study aimed to evaluate the physical and chemical parameters of the water in the tank, the experimental cultivation of *Colossoma macropomum* as well as the perception of the farmers of the co-operative Republic, in the state of Pará, Brazil, and the quality of water for fish production. The analyses were carried out in the period from 08:00 to 11:00 pm during the months of January through April of 2018, with the interval of 15 days for the collection of the samples, with a total of eight samples collected and analyzed for each of the physical and chemical parameters. The average values of total alkalinity ($15,0 \text{ mg.L}^{-1} \pm 5,3$), ammonia-total (as $0.3 \text{ mg.L}^{-1} \pm 0.3$), the hardness ($28,7 \text{ mg.L}^{-1} \pm 6,4$), nitrite ($0.02 \text{ mg.L}^{-1} \pm 0.03$), dissolved oxygen ($8,0 \text{ mg.L}^{-1} \pm 0,5$), pH ($6,7 \pm 0,3$), temperature was ($26,7 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,6$) and transparency ($54,4 \text{ cm}, \pm 20,4$), and most were within the values established for the cultivation of fish such as the tambaqui. The study evaluated the perception of farmers, by means of the forms in which it has been observed that there is a need for technical training in order to obtain and ensure the quality of the fish.

Keywords: Fish farming; Cooperative; Tambaqui.

Introdução

A piscicultura caracteriza-se pela criação de peixes que melhor se adaptam ao meio e em regiões onde essa prática encontra melhor aceitação de mercado (FRANÇA; PIMENTA, 2012), e assim representa uma alternativa para a subsistência como fonte alimentar e de renda para muitas populações, pois tem um importante papel na economia mundial (TAVARES-DIAS; MARIANO, 2015).

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é originário da bacia do rio Amazonas e representa a principal espécie de peixe criada no Brasil, a qual apresentou boa adaptação quando foi introduzido na piscicultura e sua criação vem apresentando ótimos resultados em sistemas semi-intensivo na região Norte do Brasil (FARIA et al., 2013). A piscicultura tem sido desenvolvida em larga escala em alguns municípios do estado do Pará, contudo, na região da Ilha de Marajó essa prática ainda usa pequenos tanques

artificiais instalados nos quintais dos domicílios, o que contribuiu para o desenvolvimento social e econômico dessas populações (BRASIL, 2007; SOUZA et al., 2015).

Condições inadequadas da qualidade de água na piscicultura podem causar problemas à saúde dos peixes, comprometendo seu crescimento e reprodução, inviabilizando muitas vezes o cultivo. Dentre os inúmeros processos relacionados a qualidade da água em viveiros, destaca-se a amônia, como o principal produto da excreção dos peixes e que pode aumentar nos sistemas de criação (WESTERS, 2001), causando a degeneração na pele, danos às brânquias e aos rins dos animais (SODERBERG, 1994), além de retardar o crescimento, ou mesmo causar mortalidade (JOBBLING, 1994). Por isso, a renovação de água dos tanques precisa ocorrer periodicamente, para manutenção dos níveis ideais de oxigênio dissolvido, como de outros parâmetros de qualidade da água (AZEVEDO; TAKIYAMA, 2008).

Este estudo objetivou avaliar os parâmetros físicos e químicos da água de um tanque experimental de cultivo do *Colossoma macropomum* e a percepção dos piscicultores quanto a qualidade da água para a produção de peixes.

Metodologia

Área de estudo

O estudo foi realizado em um tanque experimental de 10,6 m³ contendo 10 espécimes de *Colossoma macropomum* (tambaqui) com peso médio de 0,8 ± 0,2 kg e comprimento médio de 15 ± 4,1 cm. O tanque está situado no município de Salvaterra-PA e faz parte do projeto piloto da cooperativa Associação da Agricultura Familiar, Apicultura, Aquicultura e Piscicultura de Salvaterra (AAFAAPS), que pretende a implantação de novos tanques a partir dos resultados deste estudo. O tanque foi construído a partir de material alternativo e de baixo custo, como garrafas pet, areia, madeira, ferro, corda, tela de sombreamento (sombrite) e tela plástica (Figura 1). Anexos ao tanque, por meio de tubos PVC, estão dois filtros formados por barris de plástico, seixo, carvão, pedra e tijolo.



Figura 1. Tanque experimental para criação de *Colossoma macropomum*. / Figure 1. Tank for reared of *Colossoma macropomum*.

Sistema de Funcionamento do Tanque

O processo sistemático do tanque (Figura 2) funciona com a água sendo escoada gravitacionalmente por meio de uma tubulação, que inicia no fundo do tanque em direção ao filtro mecânico e, posteriormente, para o filtro biológico, onde ocorre uma nova filtração e a proliferação de microrganismos aquáticos nos poros dos tijolos. Após o processo de filtração a água retorna ao tanque com o auxílio de duas bombas de máquinas de lavar roupas e ao ser despejada contribui para a aeração do tanque. A oxigenação é realizada através de um aerador elétrico, produzido com cano PVC e bomba de máquina de lavar roupas.

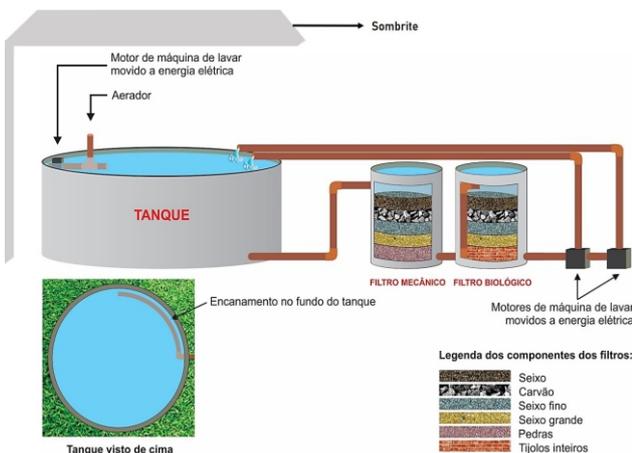


Figura 2. Esquema do tanque experimental montando para criação de tambaqui. / Figure 2. Tank operation diagram.

Análises dos parâmetros físicos e químicos da água

As análises foram realizadas de janeiro a abril de 2018, durante quatro meses, com coleta da amostra de água a cada 15 dias, totalizando oito repetições. As coletas sempre foram feitas em triplicatas no período da manhã (08:00 às 11:00 horas) com análise *in loco* dos parâmetros de alcalinidade, amônia, dureza total, nitrito, oxigênio dissolvido, pH, temperatura e transparência utilizando uma metodologia descrita no "kit do produtor água doce" (Alfakit[®], Florianópolis - Santa Catarina, CEP- 88090-820).

Aplicação do formulário

Foi aplicado um formulário com cinco perguntas (Tabela 1) para 20 representantes da cooperativa AAFAAPS, aos quais foi repassado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que foi assinado por todos os entrevistados (TEIXEIRA, 2011).

Tabela 1. Perguntas do formulário de percepção aplicado aos piscicultores da cooperativa AAFAAPS. / Table 1. The questions in the form of perception, as applied to the farmers of the cooperative AAFAAPS.

Formulário

1. Cultivou, cultiva ou pretende cultivar peixes?
2. Participou de alguma formação sobre práticas de cultivo de peixes?
3. Considera o acompanhamento da qualidade da água do tanque utilizado no cultivo como não importante, razoavelmente importante ou muito importante?
4. Considera que os parâmetros físicos e químicos da água podem interferir no cultivo dos peixes?
5. Conhece algum dos parâmetros físicos e químicos da água que devem ser analisados? Se sim, quais?

Resultados e discussão

Os valores (média ± desvio padrão) encontrados para os parâmetros físico-químicos analisados das 8 amostras (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 e A8) de água estão estabelecidos na Figura 3, onde se constituiu um padrão médio para os parâmetros analisados.

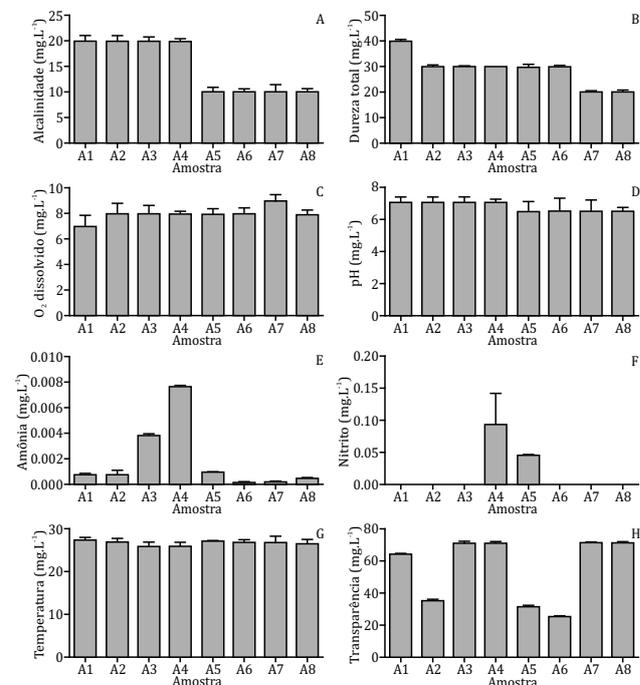


Figura 3. Parâmetros analisados de oito amostras (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 e A8) da água de tanque de criação experimental de *Colossoma macropomum* (tambaqui) do projeto piloto da cooperativa Associação da Agricultura Familiar, Apicultura, Aquicultura e Piscicultura de Salvaterra (AAFAAPS). (A) Alcalinidade, (B) Dureza total, (C) Oxigênio dissolvido, (D) pH, (E) Amônia, (F) Nitrito, (G) Temperatura e (H) Transparência. / Figure 3. The parameters analyzed for the eight samples (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 and A8) of the water in the tank, to the creation of *Colossoma macropomum* (tambaqui) of the pilot project is a cooperative Association of Family-based Farming, Bee-keeping, fish farming, and Fish farming of the Republic (AAFAAPS). (A) Alkalinity, (B) total Hardness, (C) dissolved Oxygen; (D) pH; (E) Ammonia; (F) Nitrites; (G) ambient Temperature and (H) Transparency.

Alcalinidade

Os valores de alcalinidade observado nas quatro primeiras análises foi 20 mg L^{-1} , sendo que nas outras quatro análises seguintes o valor foi de 10 mg L^{-1} (Figura 3A), sendo que segundo Leira et al. (2017) os valores maiores estão dentro dos valores adequados para a criação de peixes. Entretanto, para a produção de *C. macropomum* em tanques recomenda-se para seu bom desenvolvimento a manutenção de águas com alcalinidade superior a 30 mg L^{-1} (IZEL et al., 2014; MORAIS; O'SULLIVAN, 2017). Dessa forma, é necessário realizar aplicações controladas de cal hidratada para recompor a alcalinidade da água no tanque, pois a baixa alcalinidade diminui a capacidade de neutralizar ácidos presentes na água que podem afetar o desenvolvimento do fitoplâncton (KUBITZA, 2006). Conseqüentemente a capacidade tamponante interfere na oxigenação do meio uma vez que, este fitoplâncton é fotossintetizante, promovendo variações no pH (LEIRA et al., 2017).

Dureza total

A primeira amostra apresentou maior concentração com 40 mg L^{-1} , a partir da segunda à sexta amostra os valores foram estáveis com 30 mg L^{-1} e a sétima e oitava amostra com 20 mg L^{-1} (Figura 3B). Segundo Izel et al. (2014), as águas com dureza superior a 30 mg L^{-1} são ideais para o bom desenvolvimento de *C. macropomum*. Kubitzza (2017) ressalta que quando as concentrações estão abaixo do adequado para piscicultura, é necessário realizar aplicações de carbonato de cálcio (CaCO_3) para recompor os teores ideais de dureza da água, visto que, são importantes na regulação iônica reduzindo a permeabilidade das membranas biológicas e auxiliar na manutenção do poder tampão da água.

Oxigênio Dissolvido (O.D.)

A concentração de O.D. apresentou média de 8 mg L^{-1} em seis amostras, com mínima de 7 mg L^{-1} e máxima de 9 mg L^{-1} (Figura 3C). Para o cultivo de peixes tropicais e especificamente para o *C. macropomum*, esses resultados estão dentro dos valores estabelecidos por Ostrenski e Boeger (1998), em que acima de 5 mg L^{-1} são ideais, entre 1 e 5 mg L^{-1} os peixes sobrevivem com a diminuição da sua taxa de crescimento e inferior a 1 mg L^{-1} pode ser letal, quando exposto por tempo prolongado. Ainda que esta espécie de peixe apresentem uma adaptação morfológica quando exposto a hipóxia (DAIRIKI; SILVA, 2011; SOUSA et al., 2016), a falta ou a baixa concentração de oxigênio prejudica a respiração celular, podendo levar os peixes à morte (RODRIGUES et al., 2013).

As pequenas oscilações encontradas nos teores de O.D. na água podem ter sido influenciadas pela transparência, temperatura, quantidade de substâncias dissolvidas e pressão parcial do oxigênio. O aumento da temperatura eleva o consumo de O.D. pelos peixes e resulta em sua diminuição na água (LEIRA et al., 2017). No início da manhã, os valores de O.D. aumentam e as maiores taxas ocorrem no período no período da tarde em razão da fotossíntese pelo fitoplâncton, a noite as concentrações de O.D. são baixas devido à interrupção do processo de fotossíntese e podem atingir níveis críticos durante a madrugada (FARIA et al., 2013).

Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH foi neutro entre a primeira e quarta amostra, com

média de 6,5 para as demais (Figura 3D). Esses resultados são favoráveis para a criação de peixes, já que o pH ideal se situa nas faixas entre 6,5 e 9 (FARIA et al., 2013). Segundo Aride et al. (2007) o bom desenvolvimento do *C. macropomum* situa-se com pH em torno de 4,0 a 6,5, em decorrência de sua tolerância relativa ao ambiente de água ácida com estratégias adaptativas que envolvem ajustes hematológicos, regulação iônica e produção de muco.

Amônia (NH_3)

A concentração de amônia encontrada em todas as amostras do presente estudo não apresentou valores adequados para piscicultura (Figura 3E), visto que valores ideais são no máximo de $0,05 \text{ mg L}^{-1}$. Contudo, com o aumento da temperatura e do pH elevam-se as concentrações de amônia, de modo que, acima de $0,15 \text{ mg L}^{-1}$ são suficientes para induzir toxicidade levando a uma diminuição do crescimento e da resistência às doenças (FARIA et al., 2013). Os valores de amônia acima de $0,10 \text{ mg L}^{-1}$ são prejudiciais à saúde dos peixes (LIMA et al., 2013) e podem ser letais a partir de $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ para a maioria das espécies de peixes, mesmo que por curto período de exposição (RODRIGUES et al., 2013; AZEVEDO; AIUB, 2012).

Nitrito (NO_2)

Em 75% das amostras não foram registradas concentrações de nitrito, mas, a quarta e a quinta apresentaram concentrações de 1 mg L^{-1} e $0,5 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente (Figura 3F). A exposição dos peixes em cultivo a concentrações de $0,3$ a $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ de nitrito pode causar a redução no crescimento e na resistência a doenças (LEIRA et al., 2017). A ação tóxica do nitrito é observada quando os peixes sobem à superfície da água do tanque em busca de oxigênio, mesmo havendo grande teor de oxigênio na água (CARBALLO et al., 2008). Esse processo de intoxicação ocorre quando a molécula de ferro da hemoglobina de Ferro II (Fe^{+2}) é oxidada a Ferro III (Fe^{+3}), transformando-a em meta-hemoglobina, que é incapaz de se ligar e transportar oxigênio (RODRIGUES et al., 2013).

Temperatura

A temperatura da água superficial e da água submersa se estabeleceu na faixa de 26 a $27 \text{ }^\circ\text{C}$ (Figura 3G). A temperatura do tanque estava dentro da faixa ideal para a criação do *C. macropomum*, conforme estabelecido por Faria et al. (2013), onde a faixa de 25 a $32 \text{ }^\circ\text{C}$ é considerada ótima para o crescimento de *C. macropomum* e temperaturas abaixo de $22 \text{ }^\circ\text{C}$ reduzem a atividade metabólica dos peixos e podem até morrer com temperatura menor que $16 \text{ }^\circ\text{C}$ (FARIA et al., 2013). As pequenas variações de temperatura observadas nas diferentes medições do tanque podem ser atribuídas a alta transparência da água, em que a temperatura pode variar de 2 a $4 \text{ }^\circ\text{C}$ em tanques com 1 metro de profundidade com transparência de 20 a 25 cm (LEIRA et al., 2017).

Transparência

Observou-se que o máximo de transparência foi até o nível de 70 cm de profundidade na terceira, quarta, sétima e oitava amostra (Figura 3H). Esses resultados não afetaram o teor de O.D. na água, o que pode ser atribuído a constante oxigenação realizada a partir dos aeradores presentes no tanque. Ainda que, as altas faixas de transparência podem

representar a baixa produtividade primária do fitoplâncton, implicando na produção de alimentos de origem natural para o desenvolvimento dos peixes (LEIRA et al., 2017).

Em relação aos resultados da segunda, quinta e sexta amostras, Leira et al. (2017), afirmam a profundidade do disco de Secchi adotável para o equilíbrio dos plânctons está em torno de 20 a 40 cm. Segundo Rodrigues et al. (2013), as medidas inferiores a faixa mínima podem suscitar a falta de O.D. durante a noite em razão da ausência de luz para a fotossíntese, sendo o fitoplâncton apenas consumidor de oxigênio e produtor de gás carbônico nesse período. Com isso, para determinar a transparência ideal da água para a piscicultura, deve-se levar em consideração os diversos fatores que podem interferir nesse parâmetro, como a profundidade e a turbidez.

Informações dos piscicultores sobre análise da qualidade água

Os entrevistados responderam todas as perguntas do formulário, com exceção do complemento da questão cinco referente à citação de parâmetros físicos e químicos da água. Na primeira pergunta foi possível avaliar a experiência dos entrevistados em relação a prática da piscicultura, onde 12,5% responderam que já cultivaram peixes e 87,4% cultivam. Dessa forma, constatou-se que todos os entrevistados tiveram experiências com o cultivo de peixes e que a maior parte possui uma formação. Sendo assim, esses dados ressaltam a maior compreensão a respeito das técnicas de monitoramento da qualidade da água.

A segunda pergunta proporcionou a sondagem acerca da formação dos piscicultores na área que atuam e irão exercer na cooperativa, cerca de 81,25% dos entrevistados afirmaram que já participaram de uma formação e 18,75% responderam que não possuem formação. Segundo Igarashi (2016), a capacitação técnica e atualização constante das práticas de manejo alimentar, reprodutivo e sanitário dos peixes são de crucial importância tanto para o sucesso da produção quanto para questões de sustentabilidade.

Com as respostas obtidas a partir da terceira questão avaliou-se a percepção dos entrevistados quanto à necessidade do monitoramento da água do tanque de piscicultura. Assim, aproximadamente 43,75% consideraram que essa prática não é importante, por outro lado, 56,25% acreditam que deve haver a avaliação dos parâmetros físico-químicos da água, por se tratar de um monitoramento muito importante para a qualidade do pescado, as quais segundo Lopes (2012), são consideradas indispensáveis para o sucesso da piscicultura.

Na quarta questão, houve a sondagem em relação a interferência da qualidade da água no produto final do cultivo, onde todos os entrevistados (100%) afirmaram que sim, que a qualidade da água influencia na produção final dos peixes. Diante disso, percebe-se uma contradição nas respostas da terceira com a quarta pergunta, onde as mesmas pessoas que consideraram que o monitoramento da água não seria importante, agora afirmam que a água pode interferir no desenvolvimento da espécie cultivada.

A quinta questão buscou sondar o conhecimento dos piscicultores a respeito dos parâmetros a serem analisados para o controle da qualidade da água. Se a alternativa marcada fosse sim, solicitava-se que os entrevistados complementassem a resposta citando alguns dos parâmetros físicos quanto aos químicos. Cerca de 81,25% afirmaram e

18,75% negaram ter conhecimento a respeito dos parâmetros físicos e químicos da água. Ainda que a maioria dos entrevistados afirmaram ter ciência dos parâmetros de monitoramento, os mesmos não aprofundaram as informações solicitadas, podendo-se sugerir que existe uma contradição em ter ou não ter maiores conhecimentos técnicos a respeito dessa prática. Fato que fica em maior evidência quando um entrevistado afirma já ter cultivado peixes, participado de formação acerca das técnicas de cultivo, tem ciência da importância das análises dos parâmetros físicos e químicos, porém deixou claro não conhecer tais análises.

Conclusão

Os parâmetros físicos e químicos indicaram que a água do tanque apresenta condições favoráveis para o cultivo de *Colossoma macropomum*, mas que necessita periodicamente de acompanhamento técnico para manter a qualidade da água para o bom desenvolvimento da espécie. Com relação a percepção dos piscicultores, é necessário que os produtores busquem auxílio técnico ou cursos para capacitação que proporcione a manutenção dos parâmetros físicos e químicos da água durante o cultivo de peixes.

Referências Bibliográficas

- ARIDE, P. H. R.; ROUBACH, R.; VAL, A. L. Tolerance response of tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier) to water pH. *Aquaculture Research*, v. 38, n. 6, p. 588-594, 2007.
- AZEVEDO, J. C.; AIUB, J. A. S. Avaliação da qualidade da água utilizada nos viveiros de tambaquis (*Colossoma macropomum*) na região de Cáceres - MT. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 12, n. 2, p. 40-46, 2012.
- AZEVEDO, R. C. J.; TAKIYAMA, L. R. Caracterização físico-química da água em tanques de piscicultura, município de Macapá-AP. *Revista Pesquisa e Iniciação Científica*, v. 2, n. 1, p. 11-14, 2008.
- BRASIL. **Plano de Desenvolvimento Territorial Sustentável do Arquipélago do Marajó**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2007. p. 296.
- CARBALLO, E.; EER, A. V.; SCHIE, T. V.; HILBRANDS, A. **Piscicultura de água doce em pequena escala**. Fundação Agromisa e CTA, Digiograf, Wageningen, 2008. 8 p.
- DAIRIKI, J. K.; SILVA, T. B. A. **Revisão de leitura: exigências nutricionais do tambaqui - complicação de trabalhos, formação de ração adequada e desafios futuros**. Manaus: Embrapa, 2011. 44 p.
- FARIA, R. H. S.; MORAIS, M.; SORANNA, M. R. G. S.; SALLUM, W. B. **Manual de criação de peixes em viveiro**. Brasília: Codevasf, 2013. 136 p.
- FRANÇA, I.; PIMENTA, P. P. A. Viabilidade da piscicultura para o pequeno produtor de Dourados. *Comunicação & Mercado*, v. 01, n. 1, p. 36-51, 2012.
- IGARASHI, M. A. **Piscicultura**. Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar, Paraná, 2016. 40 p.
- IZEL, A. C. U.; CRESCÊNCIO, R.; O'SULLIVAN, F. L. A.; CHAGAS, E. C.; BOIJINK, C. L. **Cultivo do Tambaqui no Amazonas**. Embrapa, Brasília, 2014. 51 p.
- JOBLING, M. **Fish bioenergetics**. London: Chapman & Hall, 1994. 294 p.
- KUBITZA, F. A água na aquicultura: a relação entre pH, gás carbônico, alcalinidade e dureza e sua influência no desempenho e saúde dos peixes e camarões. *Revista Panorama da Aquicultura*, v. 27, n. 163, p. 13-21, 2017.
- KUBITZA, F. **Sistemas de Recirculação: Sistemas fechados com tratamento e reúso da água**. *Panorama da Aquicultura*, v. 16, n. 1, p. 15-22, 2006.
- LEIRA, M. H.; CUNHA, L. T.; BRAZ, M. S.; MELO, C. C. V.; BOTELHO, H. A.; REGHIM, L. S. Qualidade da Água e seu Uso em Pisciculturas. *Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 11, n. 1, p. 11-17, 2017.
- LIMA, A. F.; SILVA, A. P.; RODRIGUES, A. P. O.; BERGAMIN, G. T.; TORATI, L. S.; PEDROZA-FILHO, M. X.; MACIEL, P. O. **Qualidade da água: piscicultura familiar**. Palmas: Embrapa, 2013. 8 p.
- LOPES, J. C. O. **Piscicultura**. **Colégio Agrícola de Floriano**, EDUFPI, Piauí, 2012. 82 p.
- MORAIS, I. S.; O'SULLIVAN, F. L. de A. **Biologia, habitat e cultivo do tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1816)**. *Revista Scientia Amazonia*, v. 6, n. 1, 81-93, 2017.
- OSTRENSKI, A.; BOERGER, W. **Piscicultura: Fundamentos e Técnicas de Manejo**. Guaíba: Liv. Edit. Agropecuária Ltda, 1998. 211 p.
- RODRIGUES, A. P. O.; LIMA, A. F.; ALVES, A. L.; ROSA, D. K.; TORATI, L. S.; SANTOS, V. R. V. **Piscicultura de Água Doce: Multiplicando Conhecimentos**. Embrapa, Brasília, 2013. 440 p.
- SODERBERG, R. W. **Flowing water fish culture**. Boca Raton: CRC Press, 1994. 147 p.
- SOUZA, R. G. C.; PRADO, G. F.; PYÑEIRO, J. I. G.; NETO, E. B. B. N. Avaliação do ganho de peso do tambaqui cultivado com diferentes taxas de proteínas na alimentação. *Revista Biota Amazônia*, v. 6, n. 1, p. 40-45, 2016.
- SOUZA, R. A. L. DE.; SOUZA, A. DA. S. L. DE.; SILVA, F. N. L.; SOUZA, F. B.; ARANHA, T. V.; LOPES, A. S. A. **Piscicultura no Marajó, Pará, Amazônia Oriental, Brasil**. *Boletim Técnico Científico do CEPNOR*, v. 15, n. 1, p. 23-29, 2015.
- TAVARES-DIAS, M.; MARIANO, W. S. **Aquicultura no Brasil: novas Perspectivas**. v. 2. São Carlos: Ed. Pedro & João, 2015. 345 p.
- TEIXEIRA, E. **As três metodologias: acadêmica, da ciência e da pesquisa**. 8. ed. Petrópolis: Vozes, 2011.
- WESTERS, H. **Production**. In: WEDEMEYER, G. A. (Ed.). **Fish hatchery management**. 2 ed. Bethesda: American Fisheries Society, 2001. p. 31-90.