

DINÂMICA NICTEMERAL EM VIVEIRO DE PISCICULTURA COM MACRÓFITAS AQUÁTICAS NO CULTIVO DE PIRARUCU

Jucilene Cavali¹

Jerônimo Vieira Dantas Filho²

Marlos Oliveira Porto³, Laessa Lopes Machado⁴

Fábio Silva do Carmo Lopes⁵, Fernanda Bay Hurtado⁶

RESUMO

As macrófitas aquáticas podem ser utilizadas para estabilizar os parâmetros limnológicos em pisciculturas. Avaliou-se os parâmetros oxigênio dissolvido (mg L^{-1}), pH, temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e condutividade ($\mu\text{s cm}^{-1}$) da água em um viveiro escavado sob cultivo do *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822), com presença e ausência de macrófitas aquáticas. O desenvolvimento do estudo foi no Centro de Piscicultura Carlos Eduardo Matiazze, Universidade Federal de Rondônia, Presidente Médici-RO. Os níveis de oxigênio dissolvido demonstraram que a presença de macrófitas aquáticas elevaram seu teor em água. A temperatura se manteve com médias normais para regiões tropicais. O pH manteve-se neutro durante os períodos do estudo, e a condutividade apresentou tendência de redução nos períodos do final da tarde e na presença de macrófitas aquáticas no viveiro. A presença controlada de macrófitas aquáticas nos viveiros pode manter os parâmetros limnológicos estáveis. O que proporcionou melhores condições de cultivo ao pirarucu.

Palavras-chave: Aquicultura. *Arapaima gigas*. *Eichhornia crassipes*. *Lemna valdiviana*. Qualidade de água.

¹ Engenheira Agrônoma, Mestra e Doutora em Zootecnia. Professora da Universidade Federal de Rondônia. E-mail: jcavali@unir.br

² Engenheiro de Pesca, Mestre em Ciências Ambientais e Doutorando em Ciência Animal. <http://orcid.org/0000-0002-5965-9438> E-mail: jeronimovdantas@gmail.com

³ Médico Veterinário, Mestre e Doutor em Zootecnia. Professor da Universidade Federal de Rondônia. E-mail: marlospporto@unir.br

⁴ Engenheira de Pesca. Universidade Federal de Rondônia. E-mail: lopeslaessa@gmail.com

⁵ Engenheira de Pesca. Mestre em Ciências Ambientais. Universidade Federal de Rondônia. E-mail: enge.pesca.fabio@gmail.com

⁶ Graduada em Química, Mestra em Química. Universidade Federal de Rondônia. E-mail: fernandabay@unir.br

DYNAMICS NICTIMERAL IN FISH TANK WITH PRESENCE OF AQUATIC MACROPHYTES IN THE CULTURE OF PIRARUCU

ABSTRACT

Aquatic macrophytes can be used to stabilize physicochemical parameters in fish farming. The values of dissolved oxygen (mg L⁻¹), pH, temperature (°C) and conductivity ($\mu\text{s cm}^{-1}$) of water from a pond excavated under *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822) cultivation of aquatic macrophytes were analyzed. The development of the study was at the Carlos Eduardo Matiazze Fishing Center, Federal University of Rondônia, Presidente Médici-RO. The levels of dissolved oxygen showed that the presence of macrophytes increased the oxygen content dissolved in water. The temperature was maintained with normal means for tropical regions. The pH remained neutral during the study periods, and the salt concentration showed a tendency of reduction in the afternoon and the presence of macrophytes in the nursery. The controlled presence of aquatic macrophytes in nurseries can maintain stable limnological parameters. This provided better conditions for pirarucu cultivation.

Keywords: *Arapaima gigas*, *Eichhornia crassipes*, Fish farm, *Lemna valdiviana*; Water quality.



1 INTRODUÇÃO

O estado de Rondônia é o maior produtor de peixes nativos do Brasil correspondendo a 47,5% da produção de um total de 94 mil toneladas produzidas no país (IBGE, 2018), dentre os peixes produzidos destaca-se o pirarucu *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822), como o segundo peixe mais cultivado na região Norte, que representa cerca de 9% do pescado cultivado em Rondônia. Apesar de nativo, adaptado as condições hidroclimáticas da Amazônia e um dos mais cultivados na Amazônia, os conhecimentos sobre suas exigências nutricionais tanto quanto as adaptações fisiológicas em defluência do estresse ambiental de cultivo ainda são limitados, porém, sabe-se que o pirarucu é de grande importância social, econômica e ambiental não somente ao estado de Rondônia, mas também na região amazônica (ARANTES et al., 2013; DANTAS FILHO, 2019).

No tocante aos problemas de estresse de cultivo buscou-se uma tecnologia limpa para o controle das variações limnológicas nos viveiros de pisciculturas, as macrófitas aquáticas, especialmente as espécies nativas da Amazônia *Eichhornia crassipes* e *Lemna valdiviana*, comumente chamadas de Água-pé e Lena, respectivamente. Essas macrófitas podem ser utilizadas no controle de qualidade de água assim como para estabilizar os parâmetros limnológicos, reduzindo assim o estresse de cultivo (DIAS, 2012). Porém, a utilização de macrófitas em excesso pode afetar não só as características limnológicas, mas também à sobrevivência dos peixes (MACHADO, 2018), em decorrência do potencial de eutrofização.

Viveiros eutrofizados reduzem significativamente a transparência e oxigênio dissolvido da água, assim como aumentam a produção primária e de macrófitas emergentes em excesso no viveiro (BOARETO, 2014). À medida que as concentrações de nutrientes aumentam ocorre a aceleração da produtividade de algas, assim alterando a ecologia do sistema aquático (THOMAZ; BINI, 2003). Os nutrientes ao serem lançados na água contribuem para aumento da produção orgânica do sistema, com elevação da biomassa fitoplancônica e consequente diminuição na penetração de luz (MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES, 2010).

Com baixa concentração de luz o viveiro torna-se estratificado ocasionando o acúmulo de matéria orgânica no sedimento que consequentemente causa falta de oxigênio dissolvido na água podendo levar a morte de peixes de algumas espécies mesmo as mais resistentes como o Pirarucu (*Arapaima gigas*) (SILVA et al., 2014).

Macrófitas aquáticas flutuantes, emergentes ou submersas são substratos extremamente ativos e de grande importância para o *perifíton*. As macrófitas aquáticas competem espaço com *fitoplâncton* e o *perifíton* na absorção de nutrientes e na busca por radiação solar. Contudo, estas possuem papel fundamental no metabolismo de lagos rasos utilizados em piscicultura extensiva, em função da alta decomposição, servindo como fonte de alimento para diversas espécies aquáticas (QUINTÃO, 2012). As macrófitas aquáticas tem o papel de bombear o fósforo, função essa que está inteiramente ligada a capacidade de manutenção temporal deste fósforo na biomassa viva e nos detritos, sendo que a decomposição permite nutrientes serem liberados para a coluna d'água (LEIRA et al., 2017). Estas características estão presentes no ciclo de vida das macrófitas aquáticas emersas (BENTO et al., 2007). Uma alternativa para incrementar as concentrações de oxigênio dissolvido é a utilização de sistemas de tratamento com espécies de macrófitas aquáticas submersas (HENARES, 2008).

A alteração nos valores de produtividade e taxas de crescimento de macrófitas aquáticas transcorre principalmente da espécie e o tipo ecológico, competição intra e interespecífica e das características abióticas, estabelecidas de temperatura, radiação, transparência da água, nível da água e tipo de substrato e concentração de nutrientes (GUERRA et al., 2008).

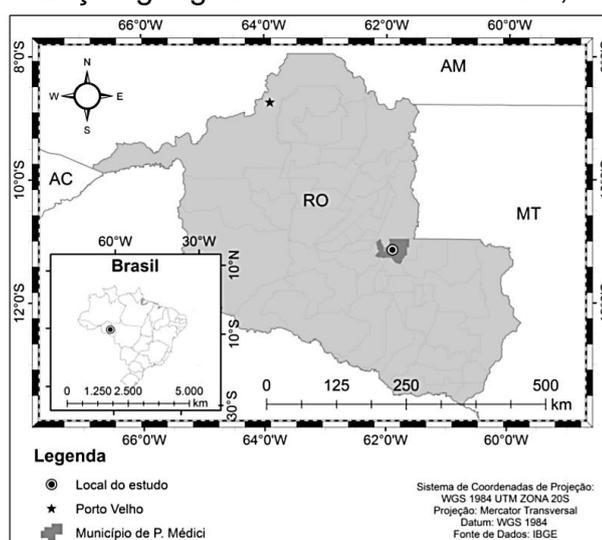
Neste contexto, se vê que a utilização de macrófitas aquáticas como a *Eichhornia crassipes* em viveiro de piscicultura pode favorecer em alguns aspectos, mas também pode trazer algumas desvantagens, por isso é necessário estudar o assunto mais a fundo. Para tanto, esse trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros limnológicos - oxigênio dissolvido (mg L^{-1}), potencial hidrogeniônico (pH), temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e condutividade (μs) - da água de um viveiro escavado sob cultivo do *Arapaima gigas*, na presença e na ausência das macrófitas aquáticas *Eichhornia crassipes* e *Lemna valdiviana*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área do Estudo e delimitação experimental

O estudo foi desenvolvido no Centro de Pesquisa em Piscicultura Carlos Eduardo Matiazze, Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Presidente Médici, Rondônia, Brasil (Figura 1).

Figura 1- Localização geográfica. Presidente Médici, Rondônia, Brasil.



O cultivo dos pirarucus foi realizado sob assentimento do Comitê de Ética no Uso de Animais, sob protocolo de nº 0019/2015/UNIR em viveiro escavado com vazão

de 5 litros s⁻¹, dimensão de 1.000 m² e profundidade de 1,64 m, subdividido em 16 hapas com área de 50 m² cada hapa, subdivididas em tela galvanizada e revestidas com Policloreto de vinila (PVC) e dotadas de comedouros flutuantes de 1,5 m de raio.

Foram utilizados noventa e seis pirarucus de 1,6 a 5,3 kg distribuídos em 16 hapas, totalizando-se seis peixes por hapa e submetidos a duas condições de cultivo, com presença e ausência de macrófitas aquáticas, com 8 repetições em delineamento inteiramente casualizado. Foi oferecida aos pirarucus ração comercial extrusada contendo 36 % de proteína bruta (Tabela 1) foi fornecida em taxa de alimentação de 5 a 6% do peso vivo às 08:00, 12:00 e 16:00 horas por 120 dias.

Tabela 1- Níveis de garantia da ração comercial.

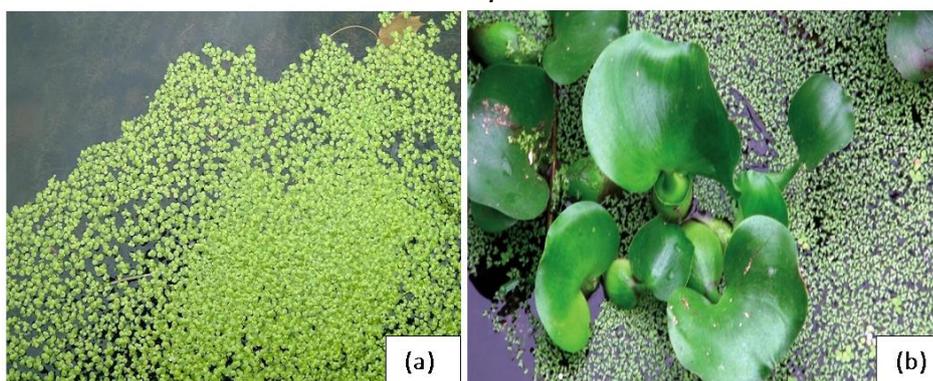
Composição	Garantia (%)	Composição	Garantia (%)
Matéria seca (g)	91,00	Extrato etéreo	1,20
		(mim,g)	
Proteína bruta (min.,g)	3,60	Cálcio (max.,g)	0,55
Matéria fibrosa (máx.,g)	0,95	Cálcio (min.,g)	0,20
Matéria mineral (max.,g) ¹	1,50	Fósforo (min.,g)	1,00

¹Quantidade de nutriente por kg. Ácido Pantotênico (min) – 3,00 mg; Biotina (min) – 50 mg; Colina (min) – 290 mg; Vitamina A(mIn) – 28.000 UI; Vitamina B1(min) – 2,00 mg; Vitamina B12 (min) – 4,00 mg; Vitamina B2 (min) – 3,00 mg; Vitamina B6 (min) – 2,00 mg; Vitamina D3 (min) – 5.000 UI; Vitamina E(min) – 45.00 UI; Vitamina K3 (min) – 2,00 mg; Vitamina C (min) – 500 mg; Cobre (min) – 10,00 mg; Ferro (min) – 90 mg; Iodo (min) – 0,40 mg; Niacina (min) – 50,00 mg; Manganês (min) – 10,00 mg; Zinco (min) – 180 mg; Selênio (min) – 0,60 mg.

2.2 Monitoramento dos parâmetros limnológicos

A avaliação nictimeral foi realizada em dois períodos distintos no ciclo de cultivo, sendo em viveiro com presença e com ausência de macrófitas, e após trinta dias da inclusão de 500 g das macrófitas *Lemna valdiviana* e *Eichhornia crassipes* (Figura 2). Os parâmetros limnológicos oxigênio dissolvido em água (mg L⁻¹), pH, temperatura (°C) e condutividade (µs cm⁻¹) da água foram monitorados por sonda multiparamétrica (modelo YSI) com intervalos de duas horas, totalizando vinte quatro horas. Para a execução dessas avaliações limnológicas foram seguidas as recomendações de BRASIL (2005 e 2011), Macedo e Sipaúba-Tavares (2010), Dias (2012), Pinheiro et al., (2013) e Galvão et al., (2014).

Figura 2- Macrófitas administradas no viveiro. (a) *Lemna valdiviana*; (b) *Eichhornia crassipes*.



2.3 Análises estatísticas

Realizou-se análise de variância (ANOVA), para posteriormente verificar a existência de contrastes entre as médias dos tratamentos com presença e ausência de macrófitas e os períodos, diurno e noturno, por meio do teste T de *Student* ($\alpha=0,05$). Para realizar as análises estatísticas empregou-se o programa estatístico R vinculado ao o *software* Genes (CRUZ, 2013), para efetuar-se os cálculos necessários para deferir e facilitar a retratação e interpretação dos resultados.

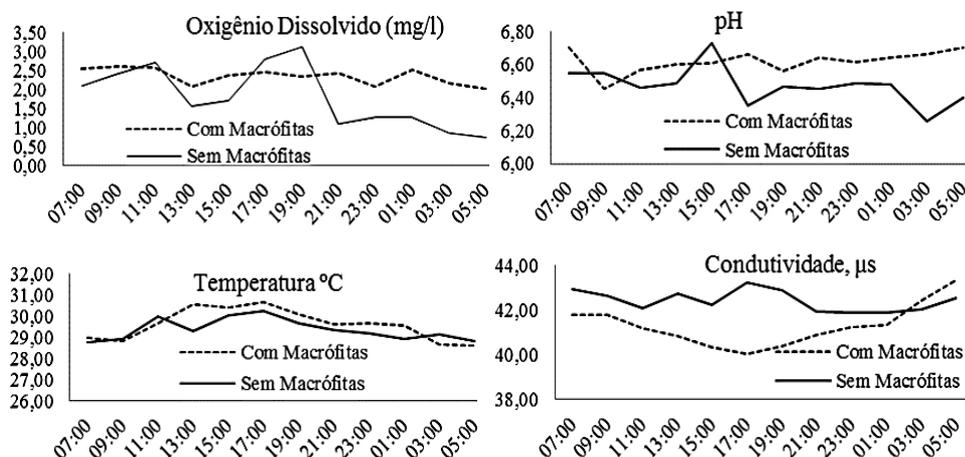


3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de macrófitas aquáticas no manejo dos sistemas de criação do Pirarucu possibilita o controle e a estabilização de características físico-químicas dos viveiros, proporcionando assim maior estabilidade do ambiente aquático e controle nutricional no cultivo do Pirarucu (Figura 3). Pompeo (2017), experimentou macrófitas aquáticas flutuantes para qualidade de água em reservatórios e também encontrou maior estabilidade dos parâmetros limnológicos com presença controlada de macrófitas aquáticas.

Durante os experimentos não houve interação entre o uso de macrófitas aquáticas e o período do dia ($p > 0,05$). A presença de macrófitas aquáticas proporcionou maior estabilidade na temperatura da água, pH e condutividade, nos períodos diurnos e noturnos ($p < 0,05$).

Figura 3 - Variação dos parâmetros limnológicos do viveiro com e sem macrófitas aquáticas.



Também verificou-se a presença de macrófitas aquáticas elevou os níveis de oxigênio dissolvido na água, de 1,79 para 2,34 mg L⁻¹ (p<0,05) (Tabela 2) comparado a ausência das macrófitas aquáticas (Figura 3). Contudo, no período noturno em ausência de macrófitas ocorreram reduções de oxigênio dissolvido em água, chegando a 0,81 mg L⁻¹ às 05:00 da manhã (Tabela 2).



Tabela 2 - Parâmetros limnológicos em função da inclusão de macrófitas e do período do dia.

Variáveis	Macrófitas		Período	
	Presente	Ausente	Diurno	Noturno
Temperatura	29,6 a	29,27 a	29,69 a	29,27 a
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	2,34 a	1,79 b	2,32 a	1,82 b
pH	6,62 a	6,47 b	6,56 a	6,53 a
Condutividade (μs cm ⁻¹)	41,3 a	42,4 b	41,83 a	41,91 a

Média seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste T (α=0,05).

Níveis de oxigênio dissolvido durante o dia podem aumentar em virtude dos processos fotossintéticos; portanto durante à noite, a respiração biológica e a deterioração química do sedimento provocam perdas fotossintéticas, que pode alcançar níveis críticos, causando sérios riscos aos peixes cultivados (DIEMER et al., 2010; PINHEIRO et al., 2013). Segundo Bueno et al. (2006), em dias nublados ou com pouca incidência de luz, os animais apresentam-se lênticos e estáticos na superfície próximos a entrada de água do viveiro em função da maior oxigenação da água. Valores baixos de oxigênio dissolvido podem estar relacionados com os animais que

tem como hábito revirar os sedimentos, as biometrias e as sobras de rações (DIAS, 2012; VALENTE-CAMPOS et al., 2014).

O excesso de matéria orgânica oriunda das sobras da ração e das excretas dos peixes na água ocasionou o aparecimento de florações de algas que, em grandes quantidades, contribuem para que o oxigênio dissolvido produzido não seja suficiente para a manutenção dos organismos presentes. O oxigênio dissolvido é um dos fatores vitais para a sobrevivência dos organismos aquáticos, sobre tudo os peixes, nesse sentido altos níveis de oxigênio dissolvido são favoráveis à piscicultura, contudo, concentrações abaixo de 4,0 mg L⁻¹ geralmente causam estresse aos peixes, restringindo o consumo de alimento e resistência a doenças (FREITAS, 2010; PINHEIRO et al., 2013).

Segundo Macedo e Sipaúba-Tavares (2010) a produção excessiva de fitoplâncton pode causar deficiência de oxigênio dissolvido nas primeiras horas do dia e em dias nublados sem luz solar. A temperatura manteve-se estável nas 24 horas (p>0,05), apesar da presença das macrófitas aquáticas reduzirem em 0,5 °C a temperatura no período das 11:00h à 01:00h e aumentar em 0,4°C das 03:00h às 06:00h da manhã (Figura 3). Não ocorreu qualquer oscilação brusca de temperatura na presença de macrófitas aquáticas. O que foi um resultado interessante, pois mudanças bruscas de temperatura podem influenciar na capacidade de desenvolvimento do pirarucu, por isso a utilização de macrófitas aquáticas pode proporcionar sombreamento sobre a água mantendo a temperatura estável. Resultados consoantes foram encontrados por Boareto (2014), onde a temperatura sofreu poucas variações com presença das macrófitas *Eichhornia crassipes* e *Pistia stratiotes*.

Alterações frequentes na temperatura da água transformam a velocidade das reações químicas, afetando o equilíbrio entre as proteínas, o que pode promover várias mudanças no funcionamento dos órgãos vitais dos peixes tropicais (FREITAS, 2010). Ressalta-se que variações de temperatura corporal provocam mudanças fisiológicas, por isso, peixes tropicais, como o pirarucu, normalmente apresentam ótimo crescimento à temperatura de 28 a 32 °C (SIPAÚBA-TAVARES; BRAGA, 2008). Desse modo, baixas temperaturas da água e a temperatura do ar juntas podem exercer influência sobre o pirarucu, devido a respiração aérea obrigatória que a espécie apresenta (DIAS, 2012; SILVA; DUNCAN, 2016).

O pH é um parâmetro que influencia quase todas as reações químicas que ocorrem na água e no interior dos seres vivos. Na presença de macrófitas aquáticas o pH manteve-se mais estável, com média de 6,62 (Tabela 2) e valores variaram entre 6,8 e 6,6, enquanto na ausência de macrófitas aquáticas houveram oscilações entre 6,6 a 6,2, e menor média de 6,47 ± (inserir o desvio padrão aqui) com mínima de 6,2 às 15h. Contudo, não apresentou diferença significativa entre o período do dia ($p > 0,05$). Durante o dia, a elevação do pH pode estar relacionada com a remoção de gás carbônico pelo seu uso na fotossíntese. Ao entardecer, o processo de fotossíntese se interrompe e o gás carbônico se acumula na água, promovendo acidez do meio e causando o declínio do pH (MERCANTE et al., 2008). No entanto, neste estudo o pH não foi influenciado pelo período diurno ou noturno ($p > 0,05$) (Tabela 2).

O pirarucu é considerado um peixe rústico e pode tolerar uma faixa larga de pH, entre 5,0 a 11,5 (SILVA; DUNCAN, 2016), uma vez que não foi observada mortalidade em nenhum dos extremos de pH obtidos neste trabalho. Vale salientar que, valores de pH abaixo de 4,0 são letais aos peixes, e mais, pH entre 4,0 e 6,5 aumentam seu estado de estresse. Para os peixes o pH ideal é entre 6,5 e 9,0 (SOUZA, 2015; BALDISSEROTTO, 2013, 2018).

A condutividade elétrica oscilou entre 40,0 e 44,0 $\mu\text{s cm}^{-1}$ ($p < 0,05$) (Figura 3) sendo a mais elevada na presença de macrófitas aquáticas, 41,3 vs 42,4 $\mu\text{s cm}^{-1}$ (Tabela 2) comparada a condutividade da água na ausência de macrófitas aquáticas. O aumento dos níveis de condutividade elétrica pode estar relacionado com a decomposição das macrófitas aquáticas, sobra de rações e excreta dos peixes. Quando os valores de condutividade elétrica são altos, indicam grau de decomposição elevado e o inverso (valores reduzidos) indicam acentuada produção primária (algas e microrganismos aquáticos), sendo, portanto, uma maneira de avaliar a disponibilidade de nutrientes nos ecossistemas aquáticos (LEIRA et al., 2017). Dessa forma, à medida que as concentrações de nutrientes aumentam, há a aceleração da produtividade de algas, alterando a ecologia do sistema aquático. Entretanto, neste estudo, a condutividade elétrica não foi influenciada pelo período do dia ($p > 0,05$), apresentando média de 41,86 ± (inserir o desvio padrão) $\mu\text{s cm}^{-1}$ (Tabela 2).

A condutividade elétrica é um fator importante que colabora com a avaliação da disponibilidade de nutrientes nos ecossistemas aquáticos. Os valores desejáveis para a criação de peixes encontram-se entre 20 e 150 $\mu\text{s cm}^{-1}$ (LEIRA et al., 2017). Não obstante, o crescimento excessivo de macrófitas aquáticas pode vir a ser um

problema na piscicultura pois em grande volume é um fator potencial para eutrofização. O aumento das concentrações de nitrogênio e fósforo são as principais causas da eutrofização em ecossistemas aquáticos continentais, podendo haver rápido desenvolvimento de algas e crescimento excessivo de plantas aquáticas, como cianobactérias e *Eichhornia crassipes* (MACEDO, 2010).

E também, os detritos originados pela decomposição das macrófitas aquáticas podem levar a baixas concentrações de oxigênio e à emissão de gases como metano e sulfídrico. Além disso, a decomposição incorpora uma carga orgânica adicional para a coluna d'água, que pode resultar em um desequilíbrio de oxigênio dissolvido no hipolímnio, alterando assim a cadeia alimentar, decorrente da mortalidade de peixes e causando problemas na potabilidade da água (BRITO, 2012). Conquanto, Dhote e Dixit (2007), observaram o melhoramento de águas residuais utilizando a macrófita aquática *Eichhornia crassipes*, onde se comprovou sua eficiência na redução de nitratos e fosfatos, como também, o controle da condutividade elétrica e também da turbidez. Sipaúba-Tavares, Barros e Braga (2003), constataram uma eficiente redução dos níveis de nitrato, condutividade elétrica e fósforo total, na água de tanques de piscicultura quando as macrófitas *Eichhornia crassipes* e *Salvinia sp.* foram controladas, ou seja, abaixo do limite de 25% da área total do sistema há redução de níveis limnológicos indesejáveis. Podendo evitar com isso impactos negativos sobre a qualidade da água, e conseqüentemente, favorecerem a produção de peixes, pois este serão mais saudáveis.

Oscilações bruscas nos parâmetros de oxigênio dissolvido e pH durante o dia causaram estresse nas espécies de peixes comerciais cultivados em viveiros escavados impactando diretamente na redução do consumo dos peixes podendo levar à morte de animais. Valores baixos do oxigênio dissolvido podem estar relacionados ao estresse ambiental dos peixes que tem como hábito revirar os sedimentos, também tem potencial de estresse ambiental as biometrias e os excedentes de rações (DANTAS FILHO, 2019).

O excesso de matéria orgânica na água ocasionou o aparecimento de florações de algas que, em grandes quantidades, contribuem para que o oxigênio produzido não seja suficiente para a manutenção dos organismos presentes, uma vez que parte desse oxigênio é absorvido pelas algas (SOUZA, 2015). Assim como discutido, a baixa temperatura da água somado a temperatura do ar podem exercer grande influência sobre o cultivo e sobre as características fisiológicas do pirarucu,

devido a sua respiração aérea obrigatória (SILVA; DUNCAN, 2016; BALDISSEROTTO, 2018).

O excesso de matéria orgânico nos viveiros de piscicultura geralmente culpa do excedente e/ou desperdício de ração fornecida, o que provoca desestabilidade dos parâmetros limnológicos (DANTAS FILHO, 2019). O manejo alimentar inadequado nos sistemas de cultivo piscícolas, juntamente com a má qualidade da água e a grande quantidade de ração desperdiçada causam estresse ambiental aos organismos aquáticos e inclusive prejudicando o desenvolvimento das espécies cultivadas, assim como uma série de problemas nutricionais e aumento de suscetibilidade a doenças infecciosas e parasitárias (BEZERRA, 2013).

As alterações limnológicas ocorrem geralmente devido ao cultivo de peixes estar próximo a urbanizações, receberem cargas poluidoras de esgotos domésticos, industriais e/ou estão próximas a área de influência da aplicação de defensivos agrícolas (FURNUS et al., 2014), igualmente como ocorreu na piscicultura estudada nesse trabalho. A ação antropogênica polui as águas subterrâneas e as águas de igarapés e nascentes, lançando compostos genotóxicos nos viveiros de piscicultura, provocando condições desconfortáveis aos peixes (FURNUS et al., 2014). O manejo inadequado dos peixes nos sistemas de cultivo, como a má qualidade da água e a grande quantidade de ração proporcionam estresse que pode comprometer a capacidade adaptativa no meio ambiente e até mesmo provocar uma interrupção temporária do crescimento, bem como uma série de problemas nutricionais e aumento suscetibilidade a doenças infecciosas e parasitárias (BEZERRA, 2013).

O pirarucu demonstra ser uma espécie de peixe com considerável imunidade inata, ou seja, muito resistente a diversos estressores ambientais e ao estresse agudo resultante de práticas comuns do sistema de cultivo; entretanto, as respostas fisiológicas do pirarucu submetido a estressores diferem em intensidade e duração (BEZERRA, 2013). Isto posto, a presença controlada de macrófitas na água de cultivo possibilita otimização do manejo alimentar, conseqüentemente, com o controle adequado no manejo alimentar, inibe-se o aporte excessivo de matéria orgânica, em decorrência do equilíbrio da taxas de sólidos suspensos na água dos viveiros, teores de N e P, demanda bioquímica de oxigênio, potencial de oxirredução e da biodiversidade planctônica (CAVALI et al., 2016; DANTAS FILHO, 2019).

As condições fisiológica, hematológica e imunitária dos pirarucus estão diretamente relacionadas ao bem-estar nos meios de cultivo e correlacionadas a

deposição de proteínas musculares, porquanto, correlacionadas ao rendimento e ganho de massa corporal (PAZ; VAL, 2018; DANTAS FILHO, 2019). Quando as condições do cultivo são favoráveis, isto é, quando há estabilidade bioquímica e fisiológica, ocorre maior deposição de proteínas, porque as membranas das células liberam gordura elevando as concentrações de ácidos graxos livres nos fluidos e são convertidas em acetil-CoA, que é usado como fonte de energia, o que economiza proteínas, encaminhando-as para crescimento e para engorda (SAMPAIO; FREIRE, 2016; DANTAS FILHO, 2019).

Sendo assim, o consumo de proteína é direcionado para o crescimento somático, muscular e ósseo (BJORNSSON et al., 2012). Estudos sobre condições de estresse apontaram maior direcionamento da energia obtida da alimentação para manter o equilíbrio fisiológico e, em menor quantidade para o crescimento (SUDAGARA et al., 2009; DANTAS FILHO, 2019). Essas informações podem ser utilizadas pela inspeção veterinária para avaliar e controlar o estado fisiológico dos pirarucus, padronizando condições ideais na alimentação, minimizando o desperdício de ração no cultivo, reduzindo a descarga excessiva de nutrientes no ambiente (NEVES et al., 2018).



4 CONCLUSÃO

A presença de macrófitas aquáticas nos viveiros de piscicultura de forma controlada pode manter os parâmetros limnológicos estáveis - oxigênio dissolvido, temperatura, pH e condutividade. Desse modo, é possível evitar bruscas oscilações físico-químicas na água dos viveiros com presença de macrófitas, o que proporcionou melhor condições de cultivo ao pirarucu.

5 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Este trabalho foi executado sob aprovação no Comitê de Ética Animal, sob nº de protocolo CEUA 019/2015, Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR).

REFERÊNCIAS

ARANTES, C.C.; CASTELLO, L.; CETRA, M.; SCHILLING, A. Environmental influences on the distribution of *Arapaima gigas* in Amazon floodplains. *Environmental Biology of Fish*, v.96, n.10, p.1257-1267, 2013. Disponível em: < <http://whrc.org/wp-content/uploads/2015/09/ArantesetalEnvBioFish.11.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

BALDISSEROTTO, B. *Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura*. Santa Maria: UFSM, 2013. 350p.

BALDISSEROTO, B. *Fisiologia de Peixes aplicada a Piscicultura*. Santa Maria: UFSM, 2018. 352p.

BENTO, L.; MAROTTA, H.; ESTEVES, F.A.; ENRICHPRAST, A. O papel das macrófitas aquáticas emersas no ciclo do fósforo em lagos rasos. *Oecologia Brasiliensis*, v.11, n.4, 2007. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/23553/1/JessicaMitizyDeOliveiraSilverio_DISSERT.pdf. Acesso em: 28 jul. 2018.

BEZERRA, R.F.; SOARES, M.C.F.; SANTOS, A.J.G.; CARVALHO, E.V.M.M.; COELHO, L.C.B.B. Secondary indicators of seasonal stress in the Amazonian pirarucu fish (*Arapaima gigas*). In: DANIELS, J.A. *Advances in Environmental Research*. 28.ed. New York: New Science Publishers, Inc., 2013. p.233-244.

BJORNSSON, B.T.; JOHANSSON, V.; BENEDETTI, S. Growth hormone endocrinology of salmonids: regulatory mechanisms and mode of action. *Fish Physiology and Biochemistry*, v.27, p.227-242, 2012. Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1023/B:FISH.0000032728.91152.10>>. Acesso em: 20 out. 2018.

BOARETO, A. *Efeito da infestação de macrófitas aquáticas na comunidade planctônica em um viveiro de piscicultura*. 2014. 40f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2014.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Dados da piscicultura brasileira em 2018*. Brasília: IBGE, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011*. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília: CONAMA, 2011. Disponível em: < http://www.labb.com.br/wp-content/pdf/Resolucao_CONAMA_430_11.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 357, de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília:

CONAMA, 2011. Disponível em:< http://www.labb.com.br/wp-content/pdf/Resolucao_CONAMA_430_11.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2019.

BRITO, J. G. *Caracterização limnológica e avaliação da expansão de macrófitas aquáticas por sensoriamento remoto*. 2012. 108p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Universidade do Leste de Minas Gerais, Coronel Fabriciano-MG, 2012.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A.F.; MOSCARDI, F.; OLIVEIRA, J.R.G.; CAMILLO, M.F. Sem barreira. *Revista Cultivar Grandes Culturas*, v.93, p.12-15, 2007. Disponível em:<<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&id=464692&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22PARRA,%20J.R.%22&qFacets=autoria:%22PARRA,%20J.R.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=7>>. Acesso em: 02 mar. 2018.

CAVALI, J.; LOPES, F.S.C.; LEOPOLDINO, F.B.R.; PORTO, M.O.; OLIVEIRA, J.D.; BELETE, N.A.S.; HURTADO, F.B.; SOARES, N.T.D.; HASHIMOTO, A.J.; FERREIRA, E. Aporte de nitrogênio e fósforo de diferentes taxas de arraçoamento para pirarucu em viveiro escavado. In: World Aquaculture Society Meetings, 2016, Lima, Peru. *Anais...Lima: Lacqua*, 2016, p.62. Disponível em:<<https://www.was.org/meetings/ShowAbstract.aspx?Id=44409>>. Acesso em: 25 mar. 2019.

CRUZ, C.D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*, v.35, n.3, p.271-276, 2013.

DANTAS FILHO, J.V. *Adição da virginiamicina na alimentação do pirarucu: benefícios fisiológicos, zootécnicos e ambientais*. 2019. 54p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Rondonia, Rolim de Moura-RO, 2019.

DHOTE, S.; DIXIT, S. Water Quality Improvement through Macrophytes: A Case Study. *Asian Journal Experience Science*, v.21, n.2, p.427-439, 2007. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/238080530_Water_Quality_Improvement_through_Macrophytes_A_Case_Study>. Acesso em: 12 mar. 2018.

DIAS, S. G. *Caracterização físico-química, microbiológica e planctônica de um viveiro coberto por macrófitas usado no abastecimento de água para aquicultura*. 2012. 40f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias e Veterinárias) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.

DIEMER, O.; NEU, D.H.; FEIDEN, A.; LORENZ, E.K.; BITTENCOURT, F.; BOSCOLO, W.R. Dinâmica nictimeral e vertical das características limnológicas em ambiente de criação de peixes em tanques-rede. *Ciência Animal Brasileira*, v.1 1, n. 1, p. 24-31. 2010. Disponível em:< <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/6754/7605>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

FREITAS, F.V. *Biorremediação em efluentes de piscicultura utilizando macrófitas aquáticas *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) e probióticos*. 2010. 41p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2010.

FURNUS, G.N.A.; CAFFETTI, J.D.; GARCÍA, E.M.; BENÍTEZ, M.F.; PASTORI, M.C.; FENOCCHIO, A.S. Baseline micronuclei and nuclear abnormalities frequencies innative fishes from the Paraná River (Argentina). *Brazilian Journal Biology*, v.74, n.1, 2014. Doi: 10.1590/1519-6984.13712

GALVÃO, J.A.; OETTERER, M.; MATTHIENSEN, A. A sustentabilidade na produção de pescado: qualidade de água. In: GALVÃO, J.A.; OETTERER, M. (Org). *Qualidade e processamento de pescado*. Rio de Janeiro: Elsevier, 97-118, 2014.

GUERRA, J.G.M.; SANTOS, G.A.; SILVA, L.S. da; CAMARGO, F.A. O. Macromoléculas e substâncias húmicas. 2. ed. rev. atual. ampl. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S. da; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais*. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 19-26. Parceria: UFRRJ; UFSM; UFRGS.

HENARES, M.N.P. *Utilização de macrófitas aquáticas flutuantes no tratamento de efluentes de carcinicultura*. 2008. 45f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2008.

LEIRA, M.H.; CUNHA, L.T. BRAZ, M.S.; BOTELHO, H.A.; REGHIM, L.S. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. MARINGÁ; PARANA, *PUBVET*, v.11, n.1, p.11-17, 2017. Disponível em:<pubvet.com.br/artigo/3588/qualidade-da-aacutegua-e-seu-uso-em-pisciculturas>. Acesso em: 30 jul. 2018.

MACEDO, F.C; SIPAUBA-TAVARES, H.L. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. *Boletim do Instituto de Pesca*, p 149-163. 2010. Disponível em:<https://www.pesca.sp.gov.br/36_2_149-163rev.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2018.

MERCANTE, F. M.; SILVA, R. F.; FRANCELINO, C. S. F.; CAVALHEIRO, J. C. T.; OTSUBO, A. A. Biomassa microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.34, n. 4, p. 479-485, 2008. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1807-86212008000400006&script=sci_abstract&lng=es>. Acesso em: 02 mar. 2019.

NEVES, M.S.; COUTO, M.V.S.; SOUZA, N.C.; SANTOS, R.F.B.; DIAS, H.M.; ABE, H.A.; DIAS, J.A.R.; CUNHA, F.S.; TAVARES-DIAS, M.; FUJIMOTO, R.Y. Resposta hematológica do cascudo ornamental amazônico *Peckoltia oligospila* ao estresse de transporte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.70, p.13-19, 2018. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352018000100013>. Acesso em: 30 out. 2018.

PINHEIRO, A.; KAUFMANN, V.; SCHNEIDERS, D.; OLIVEIRA, D.A.; ALBANO, R.M.R. Concentrations and loads of nitrate and phosphate in the Ribeirão Concórdia river basin, Lontras, SC. *Revista Engenharia Agrícola Ambiental*, V.17, n.1, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000100012>

POMPÊO, M. *Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais brasileiros*. 1.ed. São Paulo, Instituto de Bio- ciências da USP, 2017. 138 p.

QUINTÃO, J.M.B. *Decomposição de macrófitas aquáticas em reservatórios com diferentes graus de trofia*. 2012. 41p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

SAMPAIO, F.D.F.; FREIRE, C.A. An overview of stress physiology of fish transport: changes in water quality as a function of transport duration. *Fish and Fisheries*, v.8, 2016. 10.1111/faf.12158. <https://doi.org/10.1111/faf.12158>

SILVA, A.M.; DUNCAN, W.L.P. Aspectos biológicos, ecologia e fisiologia do pirarucu (*Arapaima gigas*): uma revisão de literatura. *Scientia Amazonia*, v. 5, n.3, 31-46, 2016. Disponível em:<<https://docplayer.com.br/29622470-Aspectos-biologicos-ecologia-e-fisiologia-do-pirarucu-arapaima-gigas-uma-revisao-da-literatura-1.html>>. Acesso em: 15 nov. 2018.

SILVA, R.D.A.; BRUNO, A.M.S.S.; GENTELINI, A.L.; SILVA, A.H.G.; SOREAS, E.C. Eficiência do aguapé sobre variáveis limnológicas em canais de abastecimento utilizados no cultivo de tambaqui. *Acta Amazônica*, v.44, n.2, p 255-262, 2014. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/aa/v44n2/a11v44n2.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2019.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; BARROS, A. F.; BRAGA, F. M. S. Effect of floating macrophyte cover on the water quality in fishpond. *Acta Scientiarum. Animal Science*, v.25, n.1, p.101-106, 2003. Disponível em:<<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/67172>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; BRAGA, F. M. S. Constructed wetland in wastewater treatment. *Acta Scientiarum*, v.30, n.3, p.261-265, 2008. Disponível em:<[https://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2035194](https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2035194)>. Acesso em: 20 jan. 2019.

SOUZA, R.S. *Caracterização limnológica de um ciclo de cultivo do pirarucu em viveiro escavado*. 2015. 35f. Monografia (Engenharia de Pesca) – Universidade Federal de Rondônia, Presidente Médici-RO, 2015.

SUDAGARA, M.; MOHAMMADIZAREJABADA, A.; MAZANDARANIA, R.; POORALIMITLAGHA, S. The efficacy of clove powder as naan esthetic and its effects on hematological parameters on roach (*Rutilus rutilus*). *J. of Aquaculture Feed Sci. and Nutrition*, v.1-5. P.O. cond.: 49138-15749.

VALENTE-CAMPOS, S.; NASCIMENTO, E.S.; UMBUZEIRO. Water quality criteria for livestock watering - a comparison among different regulations. *Acta Scientiarum, Animal Science*, v.36, n.1, 2014. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v36i1.21853>

THOMAZ, M. S; BINI, M. *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: Editora EDUEM, 2003.