

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA EM SISTEMAS DE CULTIVO DE TAMBAQUI NA REGIÃO METROPOLITANA DE MANAUS E SUA RELAÇÃO COM AS PRÁTICAS DE MANEJO

Rayza Lima Araújo¹, Hellen Paredio Santana², Manoel Pio Nonato Neto³, Diana da Silva Chamorro⁴, Emily Santarém Carneiro⁴, Jackson Pantoja Lima⁵, Adriano Teixeira de Oliveira⁶

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM Campus Presidente Figueiredo (rayza.araujo@ifam.edu.br)

⁶ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM Campus Presidente Figueiredo (jackson.lima@ifam.edu.br)

⁷ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM Campus Presidente Figueiredo (adriano.oliveira@ifam.edu.br)

RESUMO

O presente estudo teve como objetivos avaliar os parâmetros físico-químicos e verificar a qualidade microbiológica de sistemas de cultivo de tambaqui, correlacionando-os às práticas de manejo. Realizou-se análises físico-químicas e quantificação de coliformes, Bactérias Heterotróficas Cultiváveis (BHC), Aeromonas e Pseudomonas da água de captação e da água dos viveiros de tambaqui cultivado em seis pisciculturas da Região Metropolitana de Manaus, entre março e setembro de 2015. Os resultados apontaram valores limítrofes de OD na maioria dos viveiros e amônia acima do limite máximo ideal para cultivo em todas as propriedades. As contagens de coliformes termotolerantes ultrapassaram a legislação em 70% das amostras. As elevadas contagens de BHC, Aeromonas e Pseudomonas na água de cultivo sugerem a presença de espécies oportunistas que causam infecção em peixes estressados devido a condições inadequadas de manejo.

Palavras-chave: pisciculturas, Colossoma macropomum, microrganismos, ambiente, sanidade.

1 Docente IFAM Campus Presidente Figueiredo

2 Mestre em Ciências Pesqueiras nos Trópicos

3 Graduando em Engenharia de Aquicultura IFAM Campus Presidente Figueiredo

4 Discentes Egressos do Curso Técnico Subsequente em Recursos Pesqueiros IFAM Campus Presidente Figueiredo

5 Discentes Egressos do Curso Técnico Subsequente em Recursos Pesqueiros IFAM Campus Presidente Figueiredo

6 Docente IFAM Campus Presidente Figueiredo

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the physical-chemical parameters and verify the microbiological quality of the tambaqui cultivation systems, correlating them with the management practices. Physical-chemical analyzes and quantification of coliforms, Heterotrophic Bacteria (HB), *Aeromonas* and *Pseudomonas* by the catchment water and the fishponds water were measured in six fish farms in the Metropolitan Region of Manaus, from March to September in 2015. The results showed limited dissolved oxygen values in most fishponds and ammonia up to the ideal limit for the cultivation on all properties. The coliform thermotolerants counts exceeded legislation by 70% of samples. High HB, *Aeromonas* and *Pseudomonas* counts in the fishponds water suggest the presence of opportunistic species that cause infection in stressed fish due to inadequate management conditions.

Keywords: fish farms, *Colossoma macropomum*, microorganisms, environment, healthy.

INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como um dos países de maior potencial para a expansão da aquicultura, neste momento em que é crescente a demanda mundial por alimentos de origem aquática, em função da demanda por alimentos mais saudáveis (DUARTE et al., 2009). Esta atividade tem desempenhado um papel cada vez mais importante na produção de peixes, crustáceos e moluscos no Brasil.

Na Amazônia, a aquicultura de água doce ainda é incipiente, mas existe um grande potencial para o seu desenvolvimento devido à grande extensão da hidrobacia amazônica brasileira e à ampla diversidade ictiológica (ONO, 2005).

A aquicultura no Estado do Amazonas resume-se, basicamente, às atividades de piscicultura, cujas espécies-alvo são o tambaqui (*Colossoma macropomum*), a matrinxã (*Brycon amazonicus*) e o pirarucu (*Arapaima gigas*); havendo em menor escala o cultivo de outras espécies nativas como a pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) (ESTÉVÃO-RODRIGUES et al., 2017). O cultivo de peixes é praticado principalmente através de duas modalidades: viveiros escavados e canais de igarapés, de forma artesanal, com poucos módulos produtivos desenvolvidos em escala comercial (PANTOJA-LIMA et al., 2015). De acordo com os mesmos autores, pratica-se ainda a piscicultura em viveiros de barragens e em tanques-rede/gaiolas, com menor intensidade; sendo os cultivos praticados em diversas modalidades de produtividade (extensivo, semi-intensivo e intensivo).

Dentre os municípios que desenvolvem esta atividade, destacam-se aqueles que formam a Região Metropolitana de Manaus: Manacapuru, Presidente

Figueiredo, Manaus, Iranduba, Itacoatiara e Rio Preto da Eva, com aproximadamente 1.700 hectares de lâmina de água de piscicultura em 2008 (GANDRA, 2010). Apesar dos elevados índices de produção de peixes através da aquicultura, o mesmo autor afirma que o Amazonas ainda importa anualmente cerca de 6.000 toneladas de tambaqui de estados como Roraima e Rondônia.

O sucesso econômico do cultivo de peixes está diretamente relacionado à boa manutenção da qualidade da água de cultivo. No entanto, no Amazonas, Lima et al. (2019) verificaram a maioria dos módulos produtivos de piscicultura no nosso estado não dispõem de aporte tecnológico adequado, o que tem acarretado diversos problemas, como índices zootécnicos insatisfatórios, perdas de produção e toxinfecções associadas ao consumo desses alimentos.

A qualidade físico-química da água de captação e da água dos viveiros pode influenciar na qualidade microbiológica do pescado, favorecendo a multiplicação de bactérias indesejáveis para o cultivo de origens endógena e exógena, ocasionando problemas de sanidade dos peixes e de seus produtos (HERNANDES et al., 2016).

A maioria das espécies de bactérias causadoras de enfermidades em peixes são micro-organismos saprófitas encontradas naturalmente no meio ambiente. Mais de 25 gêneros de bactérias, contendo aproximadamente 50 espécies, já foram isoladas a partir de peixes doentes. As perdas econômicas têm sido causadas por *Aeromonas*, *Flexibacter*, *Edwardsiella*, *Pasteurella*, *Vibrio* e *Yersinia* (COSTA, 2003). As bactérias inespecíficas, como *Pseudomonas* sp, *Aeromonas* sp. e *Streptococcus* sp. dependem de fatores estressantes contínuos para poderem se instalar. Segundo Costa (2009), na maioria dos casos, estas bactérias apenas causam doenças quando as condições de cultivo são precárias.

Um outro grupo de bactérias, não menos importante para o cultivo de peixes, são aquelas de importância para a sanidade dos consumidores destes animais. Estas bactérias usualmente têm origem por contaminação exógena do ambiente de cultivo pois não são habitantes normais da microbiota intestinal dos peixes, incluindo aqui as enterobactérias, associadas a toxi-infecções alimentares pelo consumo de pescado contaminado (LORENZON et al., 2010). Nesse sentido, destacam-se as bactérias contempladas pela RDC nº 12 de 2001 da ANVISA, associadas a pescados de água doce: coliformes termotolerantes a 45°C, estafilococos coagulase positiva e *Salmonella* sp. (BRASIL, 2001).

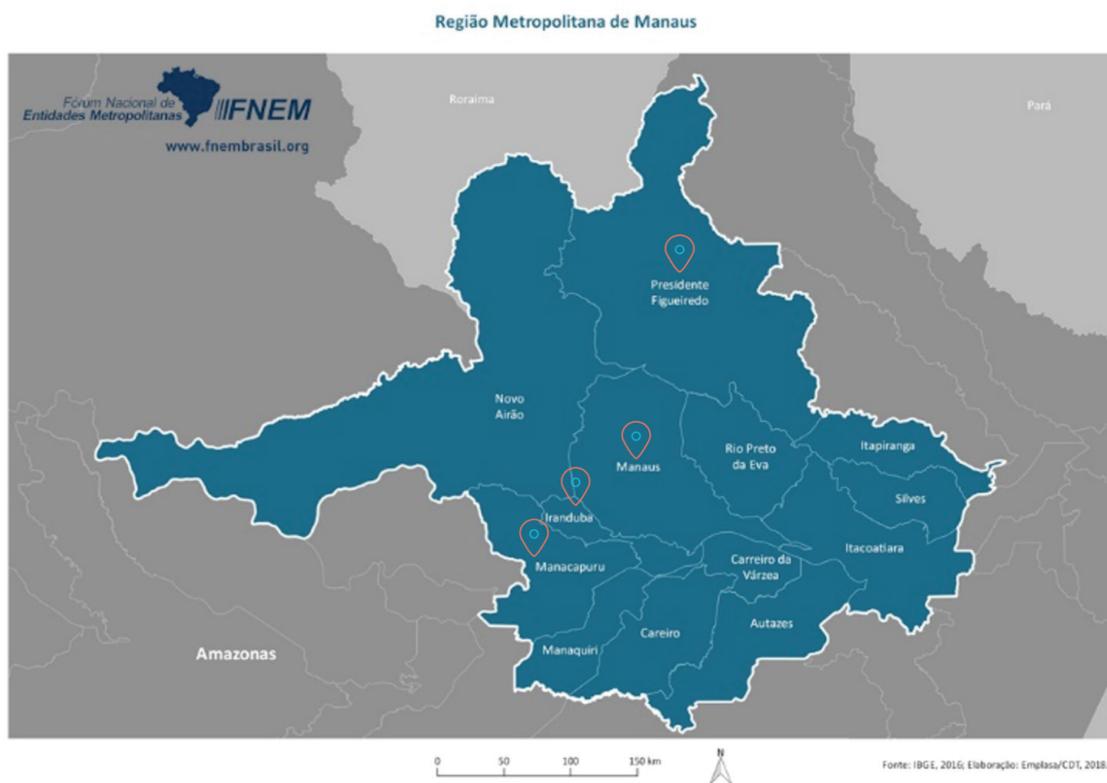
Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivos: *i*) avaliar os parâmetros físico-químicos, através da medição de oxigênio dissolvido, amônia não ionizada, nitrito, pH e temperatura; e *ii*) verificar a qualidade microbiológica de sistemas de cultivo de tambaqui, através da quantificação de coliformes totais, coliformes termotolerantes, Bactérias Heterotróficas Cultiváveis (BHC), *Aeromonas* sp. e *Pseudomonas*, da água de captação e da água de viveiros de tambaqui cultivados na Região Metropolitana de Manaus, correlacionando-os às práticas de

manejo adotadas em cada módulo produtivo.

MÉTODO OU FORMALISMO

Área de estudo **e caracterização das propriedades:** A amostragem foi realizada em seis pisciculturas da região metropolitana de Manaus (Figura 1), sendo duas no Município de Presidente Figueiredo (Rodovia AM 240, Ramal da Morena, km 08 e 09), duas no Município de Iranduba (Rodovia AM 070, km 26 e 28) e duas no Município de Manacapuru, (Rodovia AM 352, km 42), no período de março a setembro de 2015.

Figura 1: Recorte da Região Metropolitana de Manaus.



Todos os produtores selecionados eram assistidos pelos técnicos do projeto PRÓ-RURAL Aquicultura (FAPEAM/SEPROR), cujo objetivo principal consistia na transferência de tecnologia em piscicultura para produtores rurais. As propriedades eram formadas por módulos produtivos de pequeno porte, com cultivo de tambaqui em viveiros escavados, utilizando sistema semi-intensivo destinado à engorda, com baixo nível de aplicação de tecnologia, cuja água era captada através de poço

artesiano ou canal de Igarapé. Era praticado o cultivo concomitante de outras espécies nativas (pirapitinga e pirarucu), porém o foco da produção se concentrava no tabaqui. Nenhuma das propriedades dispunha de equipamentos próprios de análise de água, sendo alguns parâmetros – pH, amônia, nitrito e nitrato e, em alguns casos, apenas oxigênio dissolvido – aferidos por técnicos externos, com periodicidade quinzenal ou mensal.

Análise físico-química da água dos viveiros: Foi realizada a aferição de oxigênio dissolvido (mg/L), amônia não ionizada (mg/L), nitrito (mg/L), pH e temperatura (°C) da água do viveiro, através de fotolorímetro multiparâmetro (Ysi-Pro Plus).

Coleta de água: Em cada propriedade foram coletadas duas amostras, sendo uma da água de captação (AC) e uma da água do viveiro (AV), a uma profundidade mínima de 80 cm, em garrafas de vidro âmbar de 1L previamente esterilizadas. Foi escolhido um viveiro de cada propriedade com peixes juvenis, de no mínimo, seis meses de cultivo. Em seguida, os recipientes foram acondicionados em isopor térmico com gelo e transportados ao Laboratório de Recursos Pesqueiros do IFAM Campus Presidente Figueiredo, para as análises microbiológicas.

Preparação das amostras: Cada amostra de água foi vigorosamente agitada ainda fechada, retirando-se, posteriormente, uma alíquota de 1 mL, que foi repassada para um tubo de ensaio contendo 9 mL de Solução Salina 0,85%, constituindo a diluição 10^{-1} , a partir da qual foram feitas as diluições de 10^{-2} a 10^{-4} , utilizando o mesmo diluente na proporção 1:9.

Quantificação de coliformes: De cada diluição obtida para cada amostra de água, retirou-se uma alíquota de 1 mL, que foi repassada para um tubo contendo 10 mL de Caldo Lauril Triptose (Difco) com tubos de Durhan invertidos, repetindo-se o procedimento em uma série de 5 tubos para cada diluição. Os tubos foram incubados em estufa bacteriológica a 35°C por 48 horas. Aqueles que se apresentaram turvados e com produção de gás foram considerados positivos na prova presuntiva para coliformes totais. Os tubos positivos do Caldo Lauril Triptose foram repicados para tubos com 4 mL de caldo BVB (Difco), com tubos de Durhan invertidos – incubados em estufa bacteriológica a 35°C por 48 horas – e tubos com 4 mL de caldo EC (Difco), com tubos de Durhan invertidos – incubados em banho-maria a 45°C/48 h. Foram considerados positivos para coliformes totais os tubos que apresentaram turvação do meio e formação de gás no caldo BVB, e positivos para coliformes termotolerantes a 45°C, os tubos que apresentaram turvação do meio e formação de gás no caldo EC. A quantificação de CT e CTT foi feita pelo método do Número Mais Provável (NMP) conforme as recomendações de Blodgett (2010). Para a determinação do NMP de coliformes termotolerantes selecionou-se uma série crítica das cinco repetições, com posterior consulta à Tabela de Hoskins, citada pelo mesmo autor. O valor encontrado na tabela foi multiplicado pelo

inverso do valor da diluição média dos tubos selecionados para a série, dado em NMP mL⁻¹. Nas diluições onde se obteve uma estimativa da quantificação (<1,8), considerou-se, para fins de cálculo, o valor de 1,7. Para fins de comparação com as atuais legislações, foi calculado o NMP de coliformes termotolerantes por 100 mL, apenas multiplicando o valor do NMP por cem.

Quantificação de Bactérias Heterotróficas Cultiváveis (BHC): Para a quantificação de bactérias heterotróficas cultiváveis utilizou-se metodologia descrita por Ururahy et al. (1998). Alíquotas de 1 mL de cada diluição em Solução Salina 0,85%, em duplicata para cada amostra de água, através da técnica de Pour Plate, utilizando-se Ágar PCA. As placas foram incubadas a 35°C por 48 h. Após esse período, foi realizada a contagem e selecionadas as placas com 30 a 300 colônias. O resultado da contagem foi obtido pela média da contagem das placas, multiplicada pelo inverso do fator de diluição. O resultado da contagem foi expresso em UFC/mL (DOWNES; ITO, 2001).

Quantificação de *Aeromonas*: Alíquotas de 100 µL de cada diluição em Água Peptonada Alcalina 1%, em duplicata para cada amostra de água, foram depositadas e espalhadas na superfície das placas contendo ágar seletivo GSP (HIMEDIA), usando alça de Drigalsky, acrescida de 20 µg do antibiótico ampicilina/mL, e então incubadas a 28°C por 24 horas (HUGUET; RIBAS, 1991). Foi realizada a contagem das colônias típicas de *Aeromonas* (colônias amarelas com halo claro ao redor da colônia) e selecionadas as placas com 30 a 300 colônias. Assim, a quantificação de *Aeromonas*, foi obtida pela média da contagem das placas (em duplicata) multiplicada pelo inverso da diluição correspondente. O resultado da contagem foi dado em UFC/mL.

Quantificação de *Pseudomonas*: Utilizou-se o método de Número Mais Provável (NMP), com adaptações da metodologia descrita na Norma Técnica L5.220 (SÃO PAULO, 2001). De cada diluição em Solução Salina 0,85%, inoculou-se 1 mL numa série de 5 tubos contendo 10 mL de Caldo Asparagina. Os tubos foram então incubados em estufa a 35°C por 48 horas. Após esse período, foram considerados positivos os tubos com crescimento (turvação do meio) e produção de um pigmento esverdeado fluorescente sob luz ultravioleta. A contagem foi expressa em NMP/100mL, onde o valor foi obtido através de tabelas em que são apresentados os limites de confiança de 95% para cada valor de NMP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores referentes aos parâmetros de qualidade de água de oxigênio dissolvido (OD), amônia não ionizada, nitrito, pH e temperatura, estão dispostos na tabela 1, de acordo com o município e a propriedade visitada. Os valores de OD variaram de 5,6 a 9,1 mg/L, onde a propriedade E apresentou o menor valor.

A amônia não ionizada variou de 0,10 a 0,50 mg/L, onde as propriedades de Manacapuru apresentaram os valores mais baixos e as propriedades de Presidente Figueiredo os valores mais elevados, tendo os valores de nitrito seguido o mesmo padrão. O pH apresentou valor médio igual a $6,75 \pm 0,69$, oscilando entre 6,0 e 8,0, dentre as propriedades visitadas. A temperatura média (\pm desvio padrão) da água de cultivo dos módulos produtivos foi igual a $30^{\circ}\text{C} \pm 2,68^{\circ}\text{C}$, sendo 26°C a menor temperatura registrada na propriedade A, e 34°C a maior temperatura registrada, na propriedade F.

Tabela 1 – Oxigênio dissolvido (OD), amônia não ionizada, nitrito, pH e temperatura, aferido dos viveiros de cultivo de tambaqui (*C. macropomum*) da Região Metropolitana de Manaus.

Município	Propriedade	OD (mg/L)	Amônia (mg/L)	Nitrito (mg/L)	pH	Temperatura (°C)
Presidente Figueiredo	A	6,0	0,50	0,025	6,0	26
	B	6,1	0,25	0,050	6,5	29
Iranduba	C	9,1	0,50	0,000	7	29
	D	6,4	0,10	0,020	6,5	31
Manacapuru	E	5,6	0,10	0,000	6,5	31
	F	7,8	0,10	0,000	8,0	34
Média		6,83	0,34	0,01	6,75	30,00
Desvio Padrão		1,34	0,36	0,02	0,69	2,68

O valor médio de oxigênio dissolvido foi de $6,83 \pm 1,34$, porém analisando as propriedades separadamente, observou-se que as propriedades A, B, D e E apresentaram valores de OD próximos a 6,0. Apesar de a literatura descrever o intervalo de 5,0 a 15,0 como desejável para o bom crescimento e integridade imunológica dos animais cultivados (SÁ, 2012), é importante considerar a variação nictimeral dessa variável limnológica. O mesmo autor pondera que as maiores concentrações de oxigênio dissolvido são medidas do início da manhã até o meio/final da tarde, observando-se queda na sua concentração após esse horário até o amanhecer do dia, onde registra-se as menores concentrações pouco antes do nascer do sol.

Considerando que as aferições das variáveis limnológicas no presente estudo foram realizadas no período da manhã e que nessas propriedades não havia acompanhamento das taxas de conversão alimentar e densidade de estocagem, nem equipamentos próprios de análise de água, os níveis já baixos de oxigênio registrados na água do viveiro poderiam cair para níveis próximos de 4,0 mg/L no final da madrugada, uma faixa estressante que retarda o crescimento

dos peixes e deixa-os mais susceptíveis às doenças (KUBTIZA, 2003). Souza et al (2018) observaram em estudo realizado na água de cultivo de viveiros escavados de tambaqui no município de Presidente Figueiredo-AM, região e condições semelhantes às do presente estudo, que os níveis de oxigênio dissolvido medido na madrugada apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação às medições tomadas nos períodos matutino, vespertino e noturno, podendo haver variação de até 4,13 mg/L.

A amônia caracteriza-se como o principal produto metabólico dos peixes, sendo transportada pelo sistema sanguíneo até as brânquias, onde é excretada para água (ISMIÑO-ORBE et al., 2003). Segundo Boyce (1999), a sua toxicidade em organismos aquáticos está relacionada principalmente à forma não ionizada (NH_3). De acordo com Sá (2012), é desejável que a concentração de amônia não ionizada da água de cultivo esteja abaixo de 0,05 mg/L, para não causar nenhum malefício aos peixes. No presente estudo, observou-se que todas as propriedades visitadas apresentaram valores de amônia acima do desejado, estando dentro da faixa considerada subletal (0,05 – 0,50 mg/L). Nesse intervalo, são observadas alterações patológicas em diferentes órgãos dos peixes, como rins, baço e tireoide, além de danificação do epitélio branquial e retardo no crescimento (SÁ, 2012). Todos esses fatores elencados reduzem a produtividades do sistema, estando os animais submetidos a esses efeitos mais susceptíveis a enfermidades (GAZOLLA, 2003).

O nitrito é um produto intermediário da oxidação da amônia em nitrato, podendo ser tóxica para os peixes ao ser absorvido pelas brânquias e causar a oxidação do elemento ferro da molécula de hemoglobina (URRUTIA; TOMASSO, 1987). O valor máximo de nitrito encontrado no presente estudo foi de 0,05 mg/L na propriedade B, revelando que todos os viveiros apresentaram valores aceitáveis deste parâmetro, que deve ser inferior a 0,3 mg/L.

Conforme podemos observar na tabela 1, o pH nos viveiros manteve-se neutro, tendendo para a faixa ácida, onde o valor mínimo de pH registrado foi de 6,0 na propriedade A, localizada no município de Presidente Figueiredo. De acordo com Sá (2012), a faixa de pH ideal para o desenvolvimento de organismos aquáticos cultivados vai de 6,5 a 9,0. Nesse sentido, os valores de pH encontrados nos viveiros de cultivo de tambaqui da Região Metropolitana de Manaus encontram-se dentro dessa faixa supracitada, com exceção da propriedade A, onde registrou-se pH 6,0. De acordo com o mesmo autor, quando o pH se afasta do valor ótimo, os peixes passam a sofrer estresse ocasionando mau aproveitamento dos alimentos, susceptibilidade a doenças, entre outros fatores.

Os peixes, em sua maioria, são animais ectotérmicos e que sofrem influência direta nas variações da temperatura da água. Apesar da variação observada nos registros de temperatura da água dos viveiros, os valores apresentados encontram-se dentro da faixa de conforto para o cultivo de tambaqui (SILVA et al., 2013).

De acordo com Piedras et al. (2004), quando os peixes atingem sua temperatura corpórea ideal, o alimento é absorvido de maneira mais eficiente, liberando o máximo de energia para a multiplicação celular e crescimento.

A tabela 2 apresenta os valores referentes às contagens microbiológicas de coliformes totais e coliformes termotolerantes por 100 mL das amostras de água de captação e dos viveiros dos seis módulos produtivos de tambaqui visitados. Os valores encontrados na água de captação, destes grupos bacterianos, apresentaram-se inferiores aos valores registrados para a água do viveiro, em todas as propriedades visitadas. Os valores de coliformes totais variaram de 920 a 17.000 NMP/100mL para a água de captação e 2.300 a 230.000 NMP/100mL para a água do viveiro. Os valores de coliformes termotolerantes variaram de 360 a 1.700 NMP/100mL para a água de captação e 360 a 15.000 NMP/100mL para a água do viveiro.

Tabela 2 – Quantificação de coliformes totais (CT) e coliformes termotolerantes (CTT) por 100mL das amostras de água de captação (AC) e dos viveiros (AV) dos módulos produtivos de tambaqui (*C. macropomum*) cultivados na Região Metropolitana de Manaus.

Município	Propriedade	CT		CTT	
		(NMP/100mL)		(NMP/100mL)	
		AC	AV	AC	AV
Presidente Figueiredo	A	2.300	150.000	920	15.000*
	B	17.000	230.000	1.700*	4.900*
Iranduba	C	1.700	13.000	1.100*	3.400*
	D	4.300	17.000	170	360
Manacapuru	E	2.300	2.300	360	360
	F	920	3.300	920	2.300*
Média		4.753,33	69.266,67	861,67	4.386,67
Desvio Padrão		6.103,14	97.043,24	547,08	5.489,30

* Amostras fora do padrão recomendado pelo CONAMA (BRASIL, 2005).

* AC: água de captação. AV: água do viveiro.

A legislação vigente, Resolução nº 357 de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (BRASIL, 2005), estabelece em seu 15º artigo, inciso II o limite de até 1.000 coliformes termotolerantes para as águas doces de classe 2, onde está incluído os corpos de água destinados ao cultivo de organismos aquáticos. Observa-se no presente estudo que, para a água de captação, duas propriedades apresentaram valores de coliformes termotolerantes acima do padrão estabelecido pela legislação: propriedade B com 1.700 NMP/100 mL e propriedade C com 1.100 NMP/100 mL, o que sugere contaminação prévia destes corpos d'água por resíduos de origem fecal, tornando-os inadequados para a atividade de aquicultura.

Considerando que as propriedades B e C utilizam como fonte de captação

água de Igarapé, as altas contagens de coliformes termotolerantes podem representar uma sobrecarga na exploração destas microbacias pela população, através do despejo de esgotos domésticos e efluentes de atividades primárias, como agricultura e piscicultura. Pivetta (2011) estudando a qualidade do uso da água em pisciculturas de água doce, também observou elevadas contagens de coliformes termotolerantes na água de captação para pisciculturas em Santa Catarina. Paiva (2014) também observou contagens de coliformes termotolerantes acima do padrão estabelecido pelo CONAMA para a água de captação de piscicultura em Ji-Paraná-Rondônia, tendo relatado que as contagens mais elevadas ocorreram no período chuvoso, o que corrobora com o presente estudo cujas coletas foram realizadas no mesmo período.

Para a água dos viveiros, quatro propriedades apresentaram níveis de contagens de coliformes termotolerantes acima do estabelecido pelo CONAMA para águas destinadas à aquicultura. As propriedades do município de Presidente Figueiredo registraram as contagens mais elevadas, na propriedade A com 15.000 NMP/100 mL e a propriedade B com 4.900 NMP/100 mL, seguida da propriedade C em Iranduba com 3.400 NMP/100 mL e da propriedade F em Manacapuru, com 2.300 NMP/100 mL. As propriedades D e E estavam com as contagens em conformidade com a legislação, para este parâmetro.

As contagens elevadas de coliformes termotolerantes em águas de cultivo de peixes sugerem além da contaminação da água de origem por fezes e urina de animais pastando nesses ambientes naturais conforme supracitado, a contaminação desses mananciais por fossas próximas aos viveiros, uma vez que essas localidades não dispõem de saneamento básico. Resultados semelhantes ao presente estudo foram observados por Lorenzon et al. (2010) analisando a água do viveiro de pesque-pagues localizados na região nordeste do Estado de São Paulo, onde metade das amostras analisadas apresentavam contagens de coliformes termotolerantes acima de 1.000 NMP/100 mL. Sousa et al. (2017) também relataram contagens de coliformes termotolerantes acima do estabelecido pela Resolução do CONAMA na de água de viveiros de cultivo de tambaqui no município de São Bento, Maranhão, onde 80% das amostras estavam desconformes com a legislação.

A tabela 3 apresenta os valores referentes às contagens microbiológicas de bactérias heterotróficas cultiváveis (BHC), *Aeromonas* e *Pseudomonas*, das amostras de água de captação e dos viveiros dos seis módulos produtivos de tambaqui visitados. As contagens de BHC variaram de 250 a 1.060 UFC/mL para a água de captação e de 250 a 21.600 UFC/mL para a água do viveiro. As contagens de *Aeromonas* variaram de 250 a 8.250 NMP/mL para a água de captação e 250 a 9.300 NMP/mL para a água do viveiro. Para *Pseudomonas*, as contagens variaram de 1,7 a 9,2 NMP/100 mL para a água de captação e de 1,7 a 33 NMP/100 mL para a água do viveiro.

Tabela 3 – Quantificação de bactérias heterotróficas cultiváveis (BHC), *Aeromonas* e *Pseudomonas* das amostras de água de captação (AC) e dos viveiros (AV) dos módulos produtivos de tambaqui (*C. macropomum*) cultivados na Região Metropolitana de Manaus.

Município	Propriedade	BHC		<i>Aeromonas</i>		<i>Pseudomonas</i>	
		(UFC/mL)		(NMP/mL)		(NMP/100mL)	
		AC	AV	AC	AV	AC	AV
Presidente Figueiredo	A	250	1.210	250	920	1,7	1,7
	B	670	2.350	8.250	9.300	9,2	33
Iranduba	C	940	21.600	1.390	3.000	9,2	33
	D	1.060	3.000	3.000	3.000	1,7	7,4
Manacapuru	E	250	250	370	820	1,7	1,7
	F	880	300	380	250	1,7	1,7
Média		675,00	4.785,00	2.273,33	2881,67	4,20	13,08
Desvio Padrão		352,63	8310,50	3109,02	3354,02	3,87	15,58

* AC: água de captação. AV: água do viveiro.

De uma forma geral, as contagens observadas para a água de captação foram iguais ou superiores às contagens da água do viveiro, refletindo as condições físico-químicas de cada ambiente, uma vez que a água de cultivo concentra uma maior quantidade de matéria orgânica em suspensão oriunda da excreta dos peixes, animais mortos e restos de ração, o que favorece a multiplicação microbiana.

A contagem de bactérias aeróbias mesófilas ou facultativas viáveis também é empregada para indicar a qualidade da água e representa os micro-organismos com desenvolvimento ótimo na faixa de temperatura de 35 a 37°C, e podem indicar a existência de diversos grupos de microrganismos patogênicos. Embora o número elevado de bactérias não seja definitivo para a previsibilidade de doenças microbianas, fatores de estresse aliados à baixa qualidade da água e condições de manejo inadequadas, podem deixar os peixes mais susceptíveis a infecções oportunistas causadas por estes microrganismos, constituindo risco aos peixes e à saúde pública.

As contagens de bactérias heterotróficas cultiváveis apresentaram-se mais elevadas tanto na água de captação quanto na água de cultivo nas propriedades C e D, pertencentes ao município de Iranduba; enquanto as menores contagens foram observadas para as propriedades E e F em Manacapuru. Os resultados da presente pesquisa apontaram ainda contagens de BHC na água de viveiro superiores aos achados por Silva (2010) em viveiros de piscicultura na região da baixada ocidental maranhense. De acordo com Mara e Cairncross (1989), em viveiros que apresentam contagens de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas acima de 10⁴ UFC/mL, pode haver risco de patógenos humanos penetrarem a musculatura dos peixes.

Na presente pesquisa apenas a propriedade C apresentou contagem superior a este limite, porém faz-se necessária a adoção de medidas adequadas de higiene e manipulação do pescado proveniente desses viveiros, para que não haja o aumento dessas populações ao longo da cadeia produtiva.

As bactérias do gênero *Aeromonas* são muito comuns no ambiente, predominantemente nos ambientes aquáticos e fazem parte da microbiota normal de organismos aquáticos. São patógenos oportunistas e podem causar enfermidades em animais pecilotérmicos e homeotérmicos, inclusive no homem, sendo consideradas importantes patógenos de peixes (YU et al., 2005).

No presente estudo, a contagem mais elevada de *Aeromonas* na água do viveiro foi observada na propriedade B (Presidente Figueiredo), com 9.300 NMP/mL, seguida das propriedades C e D (Iranduba), ambas com 3.000 NMP/mL. A propriedade B apresentou, de acordo com a tabela 1, valor de oxigênio dissolvido de 6,1 e amônia de 0,050 mg/L. O oxigênio dissolvido apesar de não estar fora do parâmetro adequado ao cultivo de peixes, está bem próximo ao limite mínimo e, conforme discutido anteriormente, pode ter variações abaixo de 5,0 mg/L à noite e início da manhã, causando estresse e problemas de crescimento. A amônia, por sua vez, encontra-se com limites bem acima do ideal para a piscicultura. Dessa forma, a baixa qualidade da água observada nesta propriedade, aliada às elevadas contagens observadas de *Aeromonas*, sugerem uma maior probabilidade de infecções oportunistas nesse ambiente, causadas por espécies deste gênero.

De uma forma geral, a qualidade da água e as práticas de manejo terão impacto direto no bem-estar dos animais cultivados, afetando o seu sistema imunológico. As condições de cultivo inadequadas geram estresse, diminuindo a imunidade dos peixes cultivados, e facilitando a entrada de bactérias oportunistas patogênicas, que se multiplicam rapidamente nas brânquias, fígado e rins, por exemplo afetando o seu crescimento, podendo levar até a morte e casos mais graves (COSTA, 2003).

As contagens de *Pseudomonas* foram, de forma geral, similares tanto para a água de captação, quanto para a água de cultivo. As bactérias deste gênero possuem grande versatilidade para se adaptar em diferentes ambientes, tendo seu ótimo de crescimento entre 30 e 37°C e exigência de pH próximo à neutralidade (AVILA, 2012), verificando-se, dessa forma, que água do viveiro possuía características físico-químicas compatíveis ao desenvolvimento destes microrganismos. As maiores contagens para a água de captação foram observadas nas propriedades B e C, ambas com 9,2 NMP/100 mL. O mesmo padrão foi observado para a água do viveiro, onde as mesmas propriedades apresentaram contagens de 33 NMP/100 mL de *Pseudomonas*.

Agentes como *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas fluorescens*, *Vibrio anguillarum* e *Edwardsiella tarda* são considerados oportunistas, e fazem parte da

microbiota da água, pele, brânquias e intestino dos peixes (SANTOS, 2010). Quando há desequilíbrio do sistema ambiente-bactéria-hospedeiro, podem desencadear epizootias (BARJA; ESTEVES, 1988). As contagens de bactérias heterotróficas cultiváveis, *Aeromonas* e *Pseudomonas* encontradas sugerem a presença de pelo menos parte dessas bactérias.

Uma das alternativas propostas por Tavechio et al. (2009) para a prevenção e controle de patógenos em piscicultura, é a utilização de fatores nutricionais, como por exemplo as vitaminas C e E que apresentam resultados positivos tanto para a prevenção quanto para o tratamento de infecção por bactérias, sendo capazes de reduzir o estresse próprio da criação, melhorar o sistema imune e reduzir a ocorrência de diversos grupos de parasitas, apresentando potencial para substituir produtos químicos no controle de doenças parasitárias, além de serem produtos mais acessíveis e de fácil manejo pelos produtores de pequenos porte da região de estudo.

Outra alternativa proposta pelos mesmos autores é a utilização de fitoterápicos, com uma gama de trabalhos acadêmicos desenvolvidos nessa linha, porém ainda não se verifica a aplicação de protocolos certificados de uso desses agentes nas pisciculturas do Amazonas. A maioria dos trabalhos desenvolvidos na região estuda a aplicação de agentes fitoterápicos na redução de estresse de transporte de peixes e como agente redutor de doenças parasitárias (ALMEIDA et al., 2013; SALARO, 2018), sendo os estudos específicos aplicados em bactérias isoladas de peixes e águas de cultivo ainda incipientes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dada a importância da Região Metropolitana de Manaus para a atividade aquícola no Estado do Amazonas, os resultados demonstraram a necessidade de um monitoramento constante da qualidade da água utilizada para o cultivo dos peixes da região do estudo, em virtude da ocorrência das bactérias pesquisadas. Dessa forma, torna-se urgente e necessário o esclarecimento e conscientização dos produtores sobre as boas práticas de manejo, principalmente relacionadas aos cuidados com animais no entorno dos viveiros, que podem servir de fonte de contaminação, das medidas profiláticas e do controle de qualidade da água utilizada para abastecimento dos viveiros. A adoção de tais medidas tende a melhorar o índice de produtividade desses sistemas, garantindo padrões sanitários adequados e evitando perdas por doenças.

Faz-se necessário ainda o desenvolvimento de pesquisas mais aprofundadas para identificação destes patógenos a nível de espécie, testagem para fatores de virulência das cepas para melhor conhecimento das estirpes endógenas às pisciculturas do Amazonas, bem como realização de testes para profilaxia e

tratamentos alternativos de fácil acesso e implementação pelos piscicultores de pequeno porte.

AGRADECIMENTOS

Ao IFAM pelo financiamento do projeto PAD CIT e concessão das bolsas de produtividade e iniciação científica.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Z. T.; QUEIROZ, M. N.; AFFONSO, E. G. Efeito do extrato aquoso da *Piper aduncum* L em monogenéticos e nos parâmetros sanguíneos de tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier 1818. In: **II Congresso de Iniciação Científica PIBIC/CNPq - PAIC/FAPEAM**, Manaus, 2013.

AVILA, L., A. **Diversidade e potencial biotecnológico de *Pseudomonas* spp. de sedimentos de manguezais**. 2012. 31 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia), Instituto Butantan, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2012.

BARJA, J. L. ESTEVES, A. T. **Patologia acuicultura**. Espanha: Caicyt, 1988. 550p.

BLODGETT, R. Appendix 2: Most probable number from serial dilutions. In: FOOD AND DRUG ADMINISTRATION – FDA. **Bacteriological Analytical Manual on line**. 2006. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/ucm109656.htm>>. Acesso em: 11 jan. 2020.

BOYCE, S. J. Nitrogenous excretion in the Antarctic plunderfish. **Journal of Fish Biology**, v. 54, n. 1, p. 72-81, 1999.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Resolução nº 12, de 02 de janeiro de 2001**. Diário Oficial da União, Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 11 abr. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução 357**. Brasília, 2005. 23 p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 15 abril 2020.

COSTA, A.B. **Caracterização de bactérias do complexo *Aeromonas* isoladas de peixes de água doce e sua atividade patogênica**. 2003. 54 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2003.

COSTA, O. F. T.; FERREIRA, D. J. S.; MENDONÇA, F. L. P.; FERNANDES, M. N.; Susceptibility of the Amazon fish, *Colossoma macropomum* (Serrasalminae) to short-term exposure to nitrits. **Aquaculture**, v. 232, p. 627-636, 2009.

DOWNES, F. P., ITO K. **Compendium of methods for Microbiological Examination of foods**. 4 ed. Washington: APHA. 2001. p. 676.

DUARTE, E.; SILVA, C. L.; COSTA, D. C.; PEDREIRA, M. M. Bem-estar de peixe: Manejo e qualidade de carne. In: **Zootec**. Águas de Lindoia, São Paulo. 2009.

ESTÉVÃO-RODRIGUES, T.T.; PANTOJA-LIMA, J.; ESTÉVÃO-RODRIGUES, T.D. Piscicultura familiar, assistência técnica e práticas de manejo colheita e pós-colheita: estudo de caso da região metropolitana de Manaus – Amazonas, Brasil. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, abr. 2017.

GANDRA, A.L. 2010. **O Mercado do Pescado da Região Metropolitana de Manaus**. Infopesca. Proyecto Mejoramiento del Acceso a los Mercados de Productos Pesqueros y Acuícolas de la Amazonia, CFC/FAO/INFOPESCA, CFC/FSCFT/28. 91p.

GAZZOLA, A. C. **Efeito da amônia e do oxigênio dissolvido na sobrevivência de alevinos de dourado, *Salminus brasiliensis***. 2003. 38 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

HERNANDES, L. M.; LAGO, A. A.; BOTELHO, H. A.; MELO, C. C. V.; MENDONÇA, F. G.; NASCIMENTO, A. F.; FREITAS, R. T. F. Principais infecções bacterianas na criação de peixes de água doce do Brasil – uma revisão. **Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública**, v. 3, n. 1, p. 44-59, 2016.

HUGUET, J. M.; RIBAS, F. SGAP-10C agar for the isolation and quantification of *Aeromonas* from water. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 70, p. 81-88, Jan. 1991.

ISMIÑO-ORBE, R. A.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; GOMES, L.C. Excreção de amônia por tambaqui (*Colossoma macropomum*) de acordo com variações na temperatura da água e massa do peixe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol.38, n. 10, 2003.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**, 2003.

LIMA, C. A.S.; MACHADO-BUSSONS, M. R. F.; PANTOJA-LIMA, J. Classificação dos sistemas de produção e grau de impacto ambiental das pisciculturas no estado do Amazonas, Brasil. **Revista Colombiana de Ciencia Animal**, v. 11, n. 1, 2019.

LORENZON, C. S.; GATTI-JUNIOR, P.; NUNES, A. P.; PINTO, F. R.; SCHOLTEN, C.; HONDA, S. N.; AMARAL, L.A. Perfil microbiológico de peixes e água de cultivo em pesque-pagues situados na região nordeste do Estado de São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 4, p. 617-624, out./dez., 2010.

MARA, D.; CAIRNCROSS, S. **Guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture: measures for public health protection**. World Health Organization, Geneva, 1989.

ONO, E. Cultivar peixes na Amazônia: possibilidade ou utopia? **Panorama da Aquicultura**, v. 15, n. 90, p. 41-48, 2005.

PANTOJA-LIMA, J.; SANTOS, S. M.; OLIVEIRA, A. T.; ARAÚJO, R. L.; SANTOS-JÚNIOR, J. A. L.; BERNARDINO, G.; ALVES, R.R.S.; FILHO, A. F.; GOMES, A. L.; ARIDE, P. H. R. 2015. Pesquisa e transferência de tecnologia aliadas para o desenvolvimento da aquicultura no Estado do Amazonas. In: TAVARES-DIAS, M.; MARIANO, W. S. (Org). **Aquicultura no Brasil: novas perspectivas**. São Carlos: Editora Pedro & João, 2015.

PAIVA, M. C. **Análise da qualidade da água de um sistema de piscicultura: estudo de caso no município de Ji-Paraná / RO – Brasil**. 2014. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Fundação Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, 2014.

PIEDRAS, S. R. N.; MORAES, P. R. R.; POUHEY, J. L. O. F. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 30, n.2, p. 177-182, 2004.

PIVETTA, J. R. **Avaliação da qualidade do uso da água em piscicultura de água doce**. 2011. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

SÁ, MARCELO, V. C. **Limnocultura: Limnologia para aquicultura**. Ed: UFC, 2012. 218 p.

SALARO, R. E. G. **Atividade in vitro de óleos essenciais contra *Neoechynorhynchus buttnerae* de tambaqui e seus efeitos no hospedeiro**. 2018. 65 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura), Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, Jaboticabal, 2018.

SANTOS, D. M. S. **Qualidade da água e histopatologia de órgãos de peixes**

provenientes de criatórios do município de Itapecuru Mirim, Maranhão. 2010. 83 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária – Patologia Animal), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, Jaboticabal, 2010.

SÃO PAULO – Companhia Ambiental de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Norma técnica (L5.220). ***Pseudomonas aeruginosa* - determinação do número mais provável pela técnica de tubos múltiplos: Método de ensaio.** São Paulo, 33p., 2001.

SILVA, A. D.; SANTOS, R. R. B.; BRUNO, A. M. S. S.; SOARES, E. C. Cultivo de tabaqui em canais de abastecimento sob diferentes densidades de peixes. **Acta amazônica**, v. 43, n.4, p. 517-524. 2013.

SILVA, R. M. L. **Bactérias do gênero *Aeromonas* e indicadores de qualidade da água em pisciculturas da região da baixada ocidental maranhense.** 2010. 75 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária), Jaboticabal, 2010.

SOUSA, M. C.; COSTA, A. C. V.; BOOR, M. A. V.; COSTA, F. N. Microbiological and physical-chemical characteristics of the water used to tambaqui *Colossoma macropomum* species, in Maranhão State. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.18, n.3, p.430-438, 2017.

SOUZA, S. S.; CRUZ, M. G.; NASCIMENTO, M. S. Dinâmica nictemeral da qualidade de água em viveiro de criação semi-intensiva de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). **Revista OnLine BioLins**, v. 3, n. 1, p. 54-61, 2018.

TAVECHIO, W. L. G.; GUIDELLI, G.; PORTZ, L. Alternativas para a prevenção e o controle de patógenos em piscicultura. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n. 2, p. 335-341, 2009.

URRUTIA, M. L.; TOMASSO, J. R. Acclimation of channel catfish to environmental nitrite. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.18, p.175-179, 1987.

URURAHY, A. F. P.; MARINS, M. D. M.; VITAL, R. L.; GABARDO, I. T.; PEREIRA-JÚNIOR, N. Effect of aeration on biodegradation of petroleum waste. **Revista de Microbiologia**, v. 29, n.4, 1998.

YU, H. B., ZHANG, Y. L., LAU, Y. L., YAO, F., VILCHES, S., MERINO, S., TOMAS, J. M., HOWARD, S. P., LEUNG, K. Y. Identification and characterization of putative virulence genes and gene clusters in *Aeromonas hydrophila* PPD134/91. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 71, p. 4469-4477, 2005.