



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

LAUDO DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DA
QUALIDADE DA ÁGUA

Laboratório de Aquicultura e Análise de Águas - Limnologia- CECA/UFAL

Técnico Responsável: Emerson Carlos Soares e Vivian Costa Vasconcelos

Dados referente ao cliente

Interessado:	Fone:
E-mail:	Município: Maceió/AL

Origem da amostra: Lagoa Mundaú

Endereço: Porto do Sururu

Dados referente a amostra

Código da amostra: Amostras em triplicata

Identificação do ponto: 20 metros da margem da lagoa (próximo ao fenômeno)

Coletor: Garrafa estéreo de água mineral (2 litros)

Data da coleta: 13/03/2022

Data da
Análise: 14/03/2022

Chemical
Abstract
Service

Parâmetros Analíticos	Valor Máximo Permitido (VMP), padrão CONAMA 357/2005, Resolução 2.914 do Ministério da Saúde de 12/12/2011 e Portaria GM/MS, n. 888 de 04/05/2021	Resultado/s	CAS
Turbidez UT	Substâncias que produzem turbidez ausentes Seção IV Águas salobras classe 1	43,2 UT	
pH	6,0 a 8,5	9,64	
Amônia (NH ₃ ⁺) / Amônia como (N)	1,50 mg/L / 1,20 mg/L (baseado classe II resolução CONAMA 357)	0,78 mg/L	7664 - 41-7
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	250 mg/L	588,0 mg/L	14808 -79-8
Nitrito (NO ₂ ⁻ - N) /Nitrito (como N)	0,1 mg/L / 1,0 mg/L N	0,19 mg/L	14797- 65-0

Laboratório de Aquicultura e Análises de Água

	0,20 mg/L águas salobras classe 2		
Condutividade elétrica	-	11.180,0 µS/cm	
TDS (Total de Sólidos Dissolvidos)	500 mg/L	5.590,0 mg/L	
ORP	-	144,0 mV/ mg/L	
Ferro total	0,3 mg/L	0,35 mg/L	7439 - 89-6
Fosforo total	0,124 mg/L águas salobras classe 1	2,25 mg/L	
Cor aparente (mg Pt-Col/L) 420nm	Substâncias que produzem cor virtualmente ausentes Nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L	18,3 UH	
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al (águas salobras classe 1)	< 0,01 mg/L	
Zinco	0,09 mg/L água salobras classe 1 - 0,12 mg/L águas salobras classe 2	0,40 mg/L	
Alcalinidade	Média de 60,0 mg/L de CaCO ₃	10,0 mg/L	
Cloreto	--	0,02 mg/L	
Salinidade	--	6,4 PSU	
Cálcio	--	< 0,10 mg/L	
Magnésio	--	98,0 mg/L	
Potássio	--	60,2 mg/L	
Nitrato	0,40 mg/L N (águas salobras classe 1)	7,8 mg/L	
Manganês total	0,1 mg/L Mn admitido o padrão de 0,4 mg/L (OMS)	8,64 mg/L	
Teor de Óleo Graxos (TOG)	Resolução CONAMA n. 430 50 mg/L para óleos de origem animal e vegetal e 20 mg/L para óleos minerais	4,15 mg/L	
Oxigênio dissolvido	Não inferior a 5 mg/ L O ₂ (águas salobras classe 1)	5,96 mg/L	
Coliformes totais	4.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras/ Ausência em 100 mL /NMP	> 8,0	>8,0 Alta presença

<i>Escherichia coli</i>	Ausência em 100 mL /NMP	> 8,0	>8,0 Alta presença
-------------------------	-------------------------	-------	--------------------------

Legenda: VMP: Valor Máximo Permitido. NMP: Número Mais Provável. *Os dados analisados são referentes apenas a esta amostra. Os dados da tabela correspondem a amostras em triplicata. Os dados em vermelho estão fora dos padrões recomendados.

***Os dados em vermelhos serão averiguados posteriormente para atestar os seus valores, aumentando a confiabilidade. Metodologia:** As análises foram realizadas através da sonda multiparamétrica (Pro Plus- 6050000 YSI, Hanna HI9839), comprovada por Espectrofotometria (Merck e Kasvi) e Fotômetro (HANNA® HI83300). Método do oxigênio dissolvido, por bloco digestor, além do método Kjeldahl (compostos nitrogenados). Para o ensaio de coliformes totais e *Escherichia coli*, foi utilizada a técnica do substrato enzimático AQUATEST® COLI-ONPG MUG (Registro na Anvisa: 100.970.10.149) e microscopia óptica.

INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Procedência: Lagoa Mundaú

Ponto de Coleta: 25 m da margem da lagoa (próximo ao fenômeno) 3 amostras

Data de emissão: 17/03/2022

Recebemos o chamado da comunidade do Flexal (próximo ao Porto do Sururu), após evento de mortalidade ocorrido no domingo, dia 13 de março de 2022. Informamos que procedessem com a coleta em triplicata, com volume de 2,5 litros, seguindo metodologia de coleta de água, com frascos estéreis, numa área que cobrisse um raio de cerca de 100 metros.

Quanto aos peixes, solicitamos que os exemplares fossem coletados ainda vivos, se possível, para retirada de fígado, brânquias e músculos para análises histopatológicas, enzimáticas e genotóxicas, o que não foi possível, devido ao horário de coleta e deslocamento da equipe da UFAL para retirada dos tecidos. Contudo, três exemplares da família Gobiidae – *Gobionellus oceanicus*, (figura 1) espécie estuarina, de hábito bentônico, com pouca capacidade natatória para grandes distâncias, estavam em bom estado de conservação e foi possível análise microscópica das brânquias e do fígado.

As amostras de água foram conservadas em geladeira e levadas ao laboratório no dia 14 de março para análise através de espectrofotometria de luz (Merck), Fotômetro (Hanna), Sondas Multiparamétricas (Hanna e YSI) e Fotômetro para análises para cloretos.

Os 3 exemplares de peixes foram dissecados, e os tecidos de brânquias e fígados, analisados através de lupa e microscopia eletrônica.

Paralelamente o local foi fotografado e realizadas as observações, através de questionamentos extraídos da comunidade local (figuras 2, 3 e 4).

Comparando-se os resultados obtidos nas análises com os valores estabelecidos pela Portaria N° 2.914 de 12/12/2011, pela Resolução N° 357/2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, para Águas Salobras de Classes 1 e 2 e pela Portaria GN/MS, N° 888 de 04/05/2021, observamos que a maioria dos parâmetros não satisfazem aos limites permitidos, conforme veremos a seguir:

- 1- **pH:** A acidez ou alcalinidade da água é determinada pela concentração de íons H^+ , sendo influenciada pelo teor de carbonatos e bicarbonatos e varia de 0 a 14, com níveis ótimos para peixes tropicais em torno de 7 a 7,5 (7,4 é o pH do citoplasma celular). A faixa compatível com a vida aquática é de 4,0 a 11,0, contudo níveis acima de 8,5 ou abaixo de 6,5, prejudicam e geram estresse a biota aquática. A eficiência enzimática cai conforme ocorram valores fora deste limite. Quando o pH ultrapassa o valor de 8,5, os valores de toxicidade da amônia aumentam substancialmente prejudicando as trocas gasosas e diminuindo a permeabilidade da membrana plasmática das células, intoxicando os peixes. A alcalinidade apresentada no presente laudo, facilita a formação de hidróxidos e carbonatos, como **magnésio**, que apresentou índices elevados.
- 2- **Turbidez:** É influenciada por efluentes domésticos, industriais, erosão nas margens, produtividade primária ou desestratificação térmica. É caracterizada por meio do qual se infere a penetração de luz no corpo da água. É influenciada por solos erodíveis, onde a precipitação carrega argila, siltes e óxidos metálicos do solo. A turbidez no presente estudo foi levemente alterada.
- 3- **Manganês:** O manganês pode contribuir com a dureza da água e geralmente a dureza tem origem por dissolução de rochas calcárias ricas em cálcio e magnésio e em menor quantidade por efluentes industriais. O manganês é originário de dissolução de rochas e solos, este composto raramente excede 1,0 mg/L em águas superficiais. Este metal na água, apresenta-se na forma de hidróxidos $Mn(OH)_2$ ou sulfatos $MnSO_4$, em algumas ocasiões pode estar atrelado à matéria orgânica, caso ocorra inversão térmica, estes compostos atingem a comunidade superficial da água. O padrão da OMS estabelece concentração de 0,4 mg/L, neste laudo os valores estão mais de 20 vezes este valor. A presença deste composto indica coloração marrom a água, condição observada *in loco*.

- 4- **Sulfato:** A determinação de sulfato em águas estuarinas e marinhas é de suma importância em estudos que controlam a qualidade dessas águas. O ácido sulfúrico é o principal agente utilizado na lixiviação de minerais, no acabamento e polimento de superfícies, no processamento de minérios fosfatados. Por outro lado, O consumo de enxofre no país decorre, principalmente, de sua aplicação na agricultura (53%) nas indústrias químicas (47%) para produção de ácido sulfúrico, sendo que 70 a 80 % do produto destinam-se à produção de fertilizantes. Quanto ao enxofre, este é outra fonte que pode gerar sulfato. É utilizado, ainda, em outros importantes setores industriais, tais como para a fabricação de pigmentos inorgânicos, papel celulose, borracha, bissulfeto de carbono, explosivos e açúcar e cosméticos. Neste caso, parte do enxofre importado é lançada em nossos rios na forma de sulfato. O Sulfato também está presente em esgotos domésticos.
- 5- **Nitrato:** É a forma oxidada e nutriente essencial para maioria dos organismos aquáticos. Juntamente com o fósforo, constituem nutrientes importantes para o florescimento de microalgas e plantas aquáticas. A fonte do nitrogênio é oriunda da decomposição do fitoplâncton, macrófitas aquáticas, proteínas, clorofila, etc. Outra fonte é decorrente de rejeitos domésticos, industriais, criação de animais e fertilizantes. Em águas com pH alto (caso desta amostra, por exemplo) ocorre a conversão no gás amônia, intoxicando os organismos aquáticos. Os níveis altos deste composto impedem o transporte de oxigênio no sangue de peixes, levando a ter trocas gasosas insuficientes, levando o animal a morte.
- 6- **Potássio:** Embora os níveis de potássio não sejam explícitos na legislação brasileira, a União europeia quantifica os níveis de potássio em águas potáveis de 10 mg/L. O Potássio possui coloração prateado-branco, metálico e alcalino, oxidando rapidamente quando em contato com o ar. São aplicados na produção de fertilizantes, fermento, vidros e, de forma limitada, na indústria química. Uma vez oxidado, pode formar hidróxido de potássio, com cor brilhante e tornando a água mais alcalina. Esta situação foi observada na região amostrada na lagoa.
- 7- **TDS:** São compostos orgânicos, inorgânicos e elementos minerais dissolvidos na água com partículas inferiores a 0,45 μm . Pode servir de indicativo de hidrocarbonetos, poluentes e herbicidas.

O enxofre foi encontrado em quantidade significativa no ambiente. A junção de compostos como sulfeto de hidrogênio, dióxido de enxofre, ácido sulfídrico, são decorrentes de

ações industriais e decomposição de grande quantidade de matéria orgânica que quando em reação na água liberam quantidade de enxofre no ambiente.

Observa-se também contaminação microbiológica do corpo hídrico.

Quanto aos peixes foram encontrados nas brânquias substâncias orgânicas e óleo prateado nos rastros branquiais (figura 5). É possível observar, o possível efeito de brânquias atingida por contaminantes (figura 6).



Figura 1. Gobideos ou *Gobionellus oceanicus* – espécie de hábito bentônico e pouca capacidade de fuga.



Figura 2. Área de coleta de água e peixes



Figura 3. Área marginal com presença de substância inodora com coloração prateada



Figura 4. Peixes mortos na área marginal.

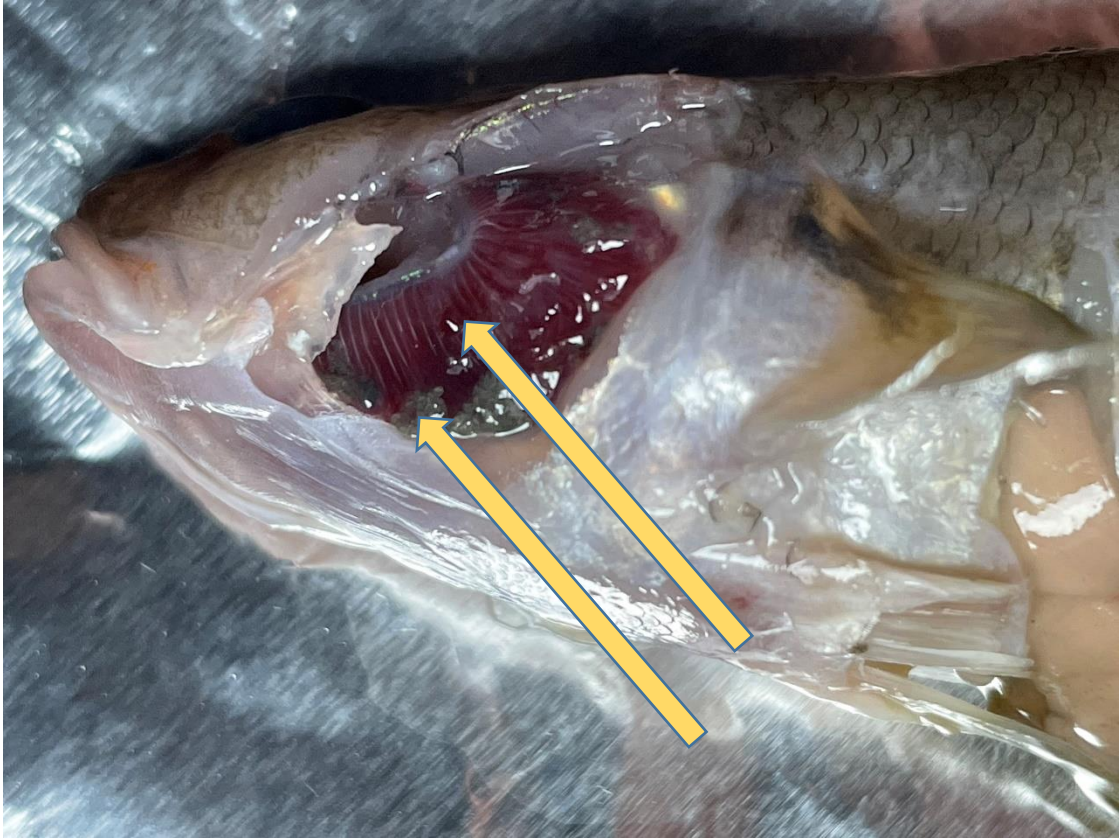


Figura 5. Brânquias com presença de material que influencia nas trocas gasosas.

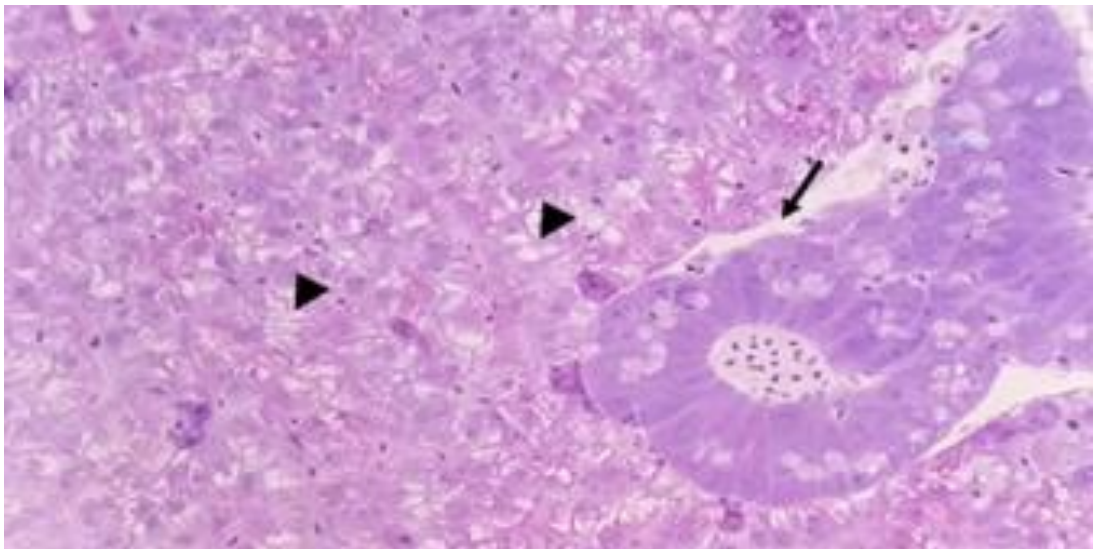


Figura 6. Brânquias necrosada.

Laboratório de Instrumentação e Desenvolvimento em Química Analítica- LINQA

Prof. Dr. Josué Caririnha Caldas Santos – Instituto de Química e Biotecnologia

Quanto a análise de mercúrio, foram realizadas coletas na semana anterior quando foi feita a primeira coleta de água (laudo 1 anexo) sobre possível problema relacionado a uma pluma de poluentes de coloração branca, em área próxima à comunidade pontos P9 e P10 e coordenadas geográficas:

Ponto P9 - 9°37'17.8"S	35°45'44.1"W
Ponto P10 - 9°36'30.6"S	35°46'45.9"W

Os dados de mercúrio encontram-se abaixo:

Limite máximo de Hg_{TOTAL} de acordo com a Resolução CONAMA 357/05 é 0,2 µg L⁻¹ para este tipo de água. LOD = limite de detecção (0,01 µg L⁻¹).

Pontos	Amostragem	Concentração (µg L ⁻¹)		
		Hg _{TOTAL}	Hg _{INO}	Hg _{ORG}
P09	A1	1,89 ± 0,01	1,64 ± 0,07	0,25 ± 0,07
	A2	1,95 ± 0,08	1,61 ± 0,28	0,34 ± 0,29
	A3	3,04 ± 0,09	0,02 ± 0,01	3,02 ± 0,09
P10	A1	2,40 ± 0,05	> LOQ	2,40 ± 0,05
	A2	1,19 ± 0,02	0,39 ± 0,16	0,80 ± 0,16
	A3	0,60 ± 0,13	< LOD	0,60 ± 0,13

Avaliando-se os dados de mercúrio, observa-se que a maioria dos dados estão acima dos limites de tolerância determinada pela legislação.

O problema de ingestão de água ou alimento contaminado por metilmercúrio pode causar vômitos frequentes, tremores, ataxia, parestesia, paralisia, cegueira e até a morte.

Conclusão sobre a mortalidade de peixes na lagoa Mundaú

Avaliando-se os dados obtidos do Laboratório de Aquicultura e Análise de Águas-LAQUA, Laboratório de Sistemas de Separação e Otimização de Processos – LASSOP, Laboratório de Instrumentação e Desenvolvimento de Química Analítica- LINQA e Laboratório de Processamento Químico e Recursos Naturais- LPQRN, todos da Universidade Federal de Alagoas, CONCLUIMOS QUE:

- 1 – Os peixes morreram por intoxicação química e orgânica, devido ao produto lançado, ter sido de forma intencional, por escape ou ainda por escoamento superficial (lixiviação). Este atua no aumento da permeabilidade celular, permitindo a entrada de íons indesejáveis nas células e impedindo a troca gasosa das brânquias com o ambiente aquático, desta forma os exemplares com pouca capacidade energética e natatória não tiveram oportunidade de deslocar-se da área contaminada levando-os a morte;
- 2 – Foram encontrados os seguintes produtos que ocasionaram a mortalidade: **Manganês** – atuou causando distúrbios motores e de orientação; **pH** – alcalino devido ao hidróxido de potássio entre outros compostos como **magnésio**, atuou aumentando o poder tóxico dos compostos nitrogenados como o **nitrito** que impede o transporte de oxigênio às células e ao organismo. De forma complementar, o líquido inodoro encontrado nas amostras pode ter sido a mistura de pesticida (**fluroacetamida**) e **hidróxido de potássio** (grande quantidade deste composto), que torna a água alcalina e provoca aumento da temperatura da água, estressando ou levando os organismos à morte;
- 3 – Quanto aos outros compostos encontrados nas amostras, destacam-se; **fluroacetamida** - inseticida e raticida, altamente solúvel em água e altamente volátil, moderadamente tóxica para os peixes e provocam altas taxas de mortalidade em animais; **Cyclotetrasiloxane, octamethyl-; Cyclopentasiloxane, decamethyl-; pentasiloxane, dodecamethyl-; Cyclohexasiloxane, dodecamethyl** – causam irritação respiratória e prejudicam a troca gasosa nos peixes; **Metil-1-butanol** – atua como agente antiespumante - causa distúrbios gástricos e pneumonia em humanos, nos peixes provocam estresse fisiológico; e o **BTEX (tolueno)** – provoca necrose nas brânquias.

Devido, a quantidade de **NPK** – compostos nitrogenados (**nitrito**), **fósforo** e **potássio** (**hidróxido de potássio**) proveniente possivelmente de fertilizantes, **fluoroacetamida** – pesticida lançado no ambiente e **BTEX (tolueno)** – causaram necrose no órgão respiratório dos peixes, com adição de **manganês**, conclui-se que este foram os *causadores da morte de peixes com menor mobilidade e crustáceos*.

Sugere-se ainda a realização de monitoramento do ambiente lagunar com vistas a saúde pública e qualidade e segurança alimentar, devido alguns índices elevados de **mercúrio**, **manganês**, **potássio**, **BTEX (tolueno)**, **bactérias** e **coliformes fecais** encontrados no ambiente. Estes afetam e podem trazer graves danos à saúde da população.



Prof. Dr. Emerson Carlos Soares- Ph.D
CREA-AL: 021874511-7