

EFEITOS DA MINERAÇÃO NA QUALIDADE DAS ÁGUAS DOS RIOS XINGU E FRESCO, EM SÃO FÉLIX DO XINGU-PA

Daniel Clemente Vieira Rêgo da Silva (Coordenador do Projeto)¹ - Unifesspa
daniel.clemente@unifesspa.edu.br

Agência Financiadora: UNIFESSPA/FAPESPA/CNPq

Eixo Temático/Área de Conhecimento: Biodiversidade

1. INTRODUÇÃO

A mineração tem se mostrado como uma das atividades que mais alteram a qualidade das águas em um corpo hídrico, uma vez que o solo é removido para extração de minérios e parte deste recurso entra diretamente na massa de água por escoamento superficial. Dentro de todo o contexto de exploração e impactos ambientais ocorridos na Amazônia, em especial no estado do Pará, um dos mais impactados pelas ações antrópicas, está a cidade de São Félix do Xingu (SFX), que faz parte da Região Hidrográfica do Rio Xingu (RHRX), uma das sete regiões hidrográficas que compõem o território paraense, sendo composta por 4 sub-regiões, incluindo a do Rio Fresco, ocupando uma área de 315.000 Km² (25,1 % do Estado). Os Rios Xingu e Fresco, foco deste projeto, pertencentes à RHRX, são visivelmente afetados pelas diversas atividades econômicas desenvolvidas na região, em especial nos trechos que cortam o município de SFX (SEMA, 2010; RIBEIRO et al., 2017).

Devido à entrada de material particulado no rio, há o aumento da turbidez e, por conseguinte, redução do potencial de realização de fotossíntese pelo fitoplâncton, desequilibrando a cadeia alimentar. Outros parâmetros também podem ser alterados, como o pH (a mineração pode acidificar o meio) e a concentração de oxigênio dissolvido (redução devido o excesso de matéria orgânica). Além do mais, a entrada de minerais e produtos utilizados na extração, podem causar danos aos organismos aquáticos, podendo seus efeitos serem agudos (e.g. mortalidade) ou crônicos (e.g. redução da taxa de reprodução). Para o monitoramento de tais impactos, há a necessidade de se conciliar análises físicas, químicas e biológicas.

Testes comportamentais com peixes também são importantes ferramentas em estudos de análise de risco ambiental (SILVA et al, 2017). Diversos trabalhos já foram publicados utilizando a análise de fuga com peixes e outros organismos, corroborando com a hipótese de que os animais se deslocam de áreas com maior concentração de poluentes para áreas adjacentes com menor carga poluidora. Tais trabalhos também demonstram que esse comportamento ocorre abaixo de concentrações que são consideradas tóxicas aos peixes. A relação da análise entre efeitos tóxicos (testes ecotoxicológicos) e comportamentais (análise de risco ambiental), fornece dados suficientes para o entendimento de riscos diretos e indiretos que podem estar levando as populações aquáticas ao declínio, seja por efeitos tóxicos ou comportamentais (seleção de habitats menos impactados).

O trabalho se justifica pela escassez de dados que demonstrem o real impacto da mineração sobre organismos aquáticos do Rio Xingu e Fresco, uma vez que este segundo recebe as águas do Rio Branco, altamente impactado pela indústria da mineração, sendo imprescindível o entendimento de como tais cargas poluidoras podem levar ao declínio as populações de peixes locais, seja pela toxicidade ou pelo comportamento de evitação a tais compostos. Sendo assim nosso objetivo foi o de analisar a qualidade das águas dos rios Xingu e Fresco quanto às suas características físicas, químicas e biológicas, avaliando: (i) a toxicidade aguda da água de ambos os corpos hídricos utilizando peixes como bioindicadores; (ii) a

¹Doutor em Ecologia – Professor Adjunto A da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (IEX/Unifesspa). Coordenador do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

qualidade das águas quanto às concentrações de metais existentes no meio (Cu, Pb, Hg, Cd, Fe, Mn e Zn) e (iii) o potencial de fuga dos peixes submetidos às amostras de água de ambos os rios.

2. MATERIAS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A área de estudo corresponde à bacia hidrográfica do Rio Xingu (RX), cujo Rio Fresco (RF) é um contribuinte, ambos cortando o município de São Félix do Xingu-PA. Foram selecionados 3 pontos: [1] Rio Xingu, [2] Confluência entre Rio Xingu e Rio Fresco e [3] Rio Fresco. Foram coletadas amostras em 2 pontos de cada rio (n=3).

2.2 Avaliação de metais e qualidade da água

A qualidade da água foi avaliada pela caracterização química (APHA, 2012), sendo medida as concentrações dos metais Cu, Pb, Hg, Cd, Fe, Mn e Zn, sendo determinadas por Espectroscopia de Absorção Atômica, SpectrAA 55B (Agilent, Santa Clara, CA). As concentrações obtidas foram comparadas com a Resolução Conama nº 357/05 para análise dos padrões aceitáveis de qualidade de água, utilizando a classe mais rigorosa (classe 1).

2.3 Cultivo dos peixes

Para o cultivo dos peixes, análises ecotoxicológicas e testes de fuga, foram obtidos indivíduos juvenis de Piaba (*Astyanax bimaculatus*) de 2 a 3 meses de idade (mais sensíveis). Os organismos foram aclimatados por pelo menos uma semana antes dos testes (OECD, 2000).

2.4 Testes de toxicidade

Os testes de toxicidade foram realizados durante um período de 72 h de exposição e os resultados obtidos expressos em Tóxico e Não Tóxico, utilizando o software Toxstat 3.4®, avaliando o parâmetro mortalidade. Os testes foram realizados utilizando 5 peixes por tratamento (n=3) em aquários com capacidade de 1 L (n=3). Os testes foram feitos nas mesmas condições de temperatura ($23 \pm 2^\circ\text{C}$) e fotoperíodo natural, sem alimentação. Os tratamentos foram: [1] Água do Rio Xingu - Baseline (Controle), [2] Águas da confluência entre os Rios Xingu e Fresco e [3] Águas do Rio Fresco.

2.5 Teste de evitação/avoidance

Para as análises de evitação/ seleção de habitat, o sistema de fuga foi produzido em borossilicato, consistindo de 6 câmaras de 140 mL interligadas por mangueiras de silicone não tóxicas, semelhantes às descritas por Silva et al. (2017). Cada câmara foi preenchida com 125 mL de amostra em todos os testes. No teste de fuga com a água dos rios (n=3), todas as câmaras foram preenchidas com água do [1] Rio Xingu (controle), [2] Confluência dos dois rios e [3] Rio Fresco, formando um gradiente da seguinte forma (Figura 1):

Rio Xingu – mais preservado/Baseline (Garrafas #1 e #2); Confluência dos rios (Garrafas #3 e #4); Rio Fresco – mais poluído (Garrafas #5 e #6)

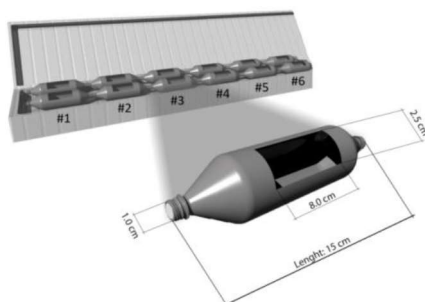




Figura 1. Sistema de exposição multicompartimentado utilizado nos testes de fuga, descrito por Silva et al (2017).

Dois peixes foram inseridos por câmara, totalizando 12 animais no sistema. A distribuição dos peixes foi confirmada pela observação de suas posições a cada 30 min durante 2 h. Para esse teste, o Rio Xingu foi considerado como controle (menos poluído – baseline).

2.6 Análise dos dados

Para os testes de toxicidade, foi utilizado o programa Toxstat 3.4, no qual os tratamentos foram comparados ao controle (mortalidade), utilizando o Fisher Exact test $p < 0.05$. O teste One-way ANOVA seguido pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) foi empregado para analisar os resultados dos testes de evitação (distribuição de organismos [em%] entre as câmaras com o gradiente das águas dos rios, avaliando se houve diferenças ($p < 0.05$) na distribuição dos organismos entre os compartimentos).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados sete metais (Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Cd e Hg – em $\mu\text{g.L}^{-1}$) nas águas dos rios Xingu e Fresco. O único metal que apresentou maiores concentrações na coluna d'água foi o Zn, com uma máximo de $21 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $66 \mu\text{g.L}^{-1}$ nos rios Xingu e Fresco, respectivamente. Para os elementos Cu, Pb, Cd e Hg não foram detectadas suas presenças nas águas. Todas as concentrações de metais ficaram abaixo daquelas recomendadas pela Conama 375/05, baseando-se na classe mais rigorosa (classe 1).

Quanto à toxicidade, não houve organismos mortos em nenhuma amostra ($p > 0.05$), incluindo o controle (Rio Xingu), demonstrando que as águas dos 3 tratamentos (RX; RX + RF; RF), não foram tóxicas para os peixes (teste agudo – curta duração).

A tabela 1, referente aos testes comportamentais, apresenta os dados brutos de distribuição dos peixes entre os compartimentos. A tabela representa a média das três replicas produzidas para o teste. Os tempos de leitura foram representados como T1: Tempo 1, T2: Tempo 2, T3: Tempo 3 e T4: Tempo 4.

Tabela 1. Distribuição dos peixes entre os compartimentos, expostos às águas dos Rios Xingu (RX), Rio Xingu + Rio Fresco (RX + RF) e Rio Fresco (RF), em quatro tempos de leitura (T1, T2, T3 e T4).

	RX	RX	RX + RF	RX + RF	RF	RF		
Câmaras	#1	#2	#3	#4	#5	#6	Total	Tempo
Peixes	3	2	3	1	1	2	12	T1 (30 min)
	4	3	2	0	3	0	12	T2 (60 min)
	6	1	1	1	3	0	12	T3 (90 min)
	5	1	1	1	3	1	12	T4 (120 min)

Houve diferença entre os grupos analisados ($p < 0.05$) após a análise ANOVA, demonstrando que os organismos tinham uma possível seletividade por alguns ambientes analisados. Se formos avaliar o percentual de peixes por grupos (RX; RX + RF; RF), obtemos os seguintes valores (Tabela 2):

Tabela 2. Distribuição dos peixes (%) entre as câmaras (#1 até #6) e por grupos (#1 e #2; #3 e #4; #5 e #6) após o final do experimento.

Câmaras	% Por Câmara	% Por Tratamento
#1	37,50	52,08
#2	14,58	
#3	14,58	20,83
#4	6,25	
#5	20,83	27,08
#6	6,25	

Dessa forma, podemos ver uma seletividade pelos recipientes com água do Rio Xingu (Controle). #1 e #2 (águas do rio Xingu) em conjunto, representam mais de 50% da população de peixes expostos, enquanto #5 e #6 (águas do rio Fresco), apresentam apenas 27% do total. SILVA et al (2020) mostra que áreas preservadas são atrativas para os peixes, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que as águas do Rio Xingu e Fresco possuem baixas concentrações de metais. Ambos os corpos hídricos não apresentaram toxicidade aguda para os peixes, o que não exclui a possibilidade de respostas crônicas, podendo tais testes serem realizados em outros estudos. A espécie *Astyanax bimaculatus* demonstrou seletividade pelas águas do Rio Xingu, apontando possível estresse causado pelas águas do Rio Fresco. Isso demonstra a importância dos testes aplicados na predição da seleção de habitat por peixes, mostrando que ambientes mais impactados podem estressar os organismos, de forma a ter as populações reduzidas pelo estresse (químico, físico, etc.) causado a essas.

Espera-se que essa pesquisa possa ser continuada, mas com enfoque em amostras de sedimentos, em que potenciais substâncias podem estar presentes nesse meio, causando toxicidade e ainda mais repelência aos organismos aquáticos.

5. REFERÊNCIAS

RIBEIRO, D. R. G., FACCIN, H., DAL MOLIN, T. R., CARVALHO, L. M., AMADO, L. L., 2017. Metal and metalloid distribution in different environmental compartments of the middle Xingu River in the Amazon, Brazil. *Science of the Total Environment* 605–606, 66–74.

SEMA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente., 2010. Gestão das Águas: Por um futuro sustentável. Pará-PA.

SILVA, D. C. V. R., ARAÚJO, C. V. M., JULIO, C. L. D., NETO, M. B., SILVA, F. T., PAIVA, T. C. B., POMPÊO, M. L. M., 2017. Potential effects of triclosan on spatial displacement and local population decline of the fish *Poecilia reticulata* using a non-forced system. *Chemosphere* 184, 329–336.

SILVA D. C. V. R., QUEIROZ, L.G., MARASSI R.J., ARAÚJO C.V.M., BAZZAN T., CARDOSO-SILVA, S., SILVA, G.C., MÜLLER, M., SILVA, F.T., MONTAGNER, C.C., PAIVA, T.C.B., POMPÊO, M.L.M. 2020. Predicting zebrafish spatial avoidance triggered by discharges of dairy wastewater: An experimental approach based on self-purification in a model river. *Environmental Pollution* 266, Part 2, 115325