



F U N D A Ç ã O
renova

Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio
Análise do Relatório Anual dos "Estudo da ictiofauna da bacia do rio Doce após o
rompimento da barragem de rejeito da Samarco", conduzido pela Universidade
Federal de Viçosa – UFV.

Julho| 2021

Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Metodologia

- ❖ As coletas não cumpriram o desenho experimental proposto, não foram amostrados os 40 pontos nas duas estações: seca e chuva.

Resposta: A assinatura do Convênio e a liberação da primeira parcela do recurso se deu muito próximo do encerramento do período seco, assim as equipes de pesquisa não tiveram tempo hábil para concluir as atividades programadas.

Contudo tivemos coletas em todos os 40 pontos em ao menos uma das estações com 16 pontos coletados nas duas estações (seca e chuva), estes pontos abrangeram toda a bacia do Rio Doce e os dados permitiram detectar efeitos do desastre na concentração de metais nos peixes.



Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Metodologia

- ❖ O N amostral desequilibrado - poderiam ser utilizadas de forma descritiva e qualitativa, mas nunca em análises quantitativas e estatísticas.

Resposta: O N se relaciona ao número de peixes nos ambientes afetados e não afetados; não é o N de pontos na calha e nos afluentes. Diferenças no tamanho amostral não inviabilizam as análises estatísticas, ao contrário, utilizamos ferramentas estatísticas suficiente sofisticadas para lidar com dados desbalanceados.

- ❖ Não foi informado o número da autorização de coleta emitida pelo órgão estadual competente. (SISBio já era um anexo: nº 55430-2).

Resposta: A licença foi expedida corretamente para o projeto.



Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Metodologia

- ❖ Falta de informação sobre a metodologia empregada nas análises das amostras para metais pesados, sem descrever se foram analisadas individualmente ou se em pools compostos por amostras de pontos afetados e pontos não afetados.

Resposta: As análises laboratoriais foram feitas individualmente, uma amostra por peixe, considerando cada amostra como uma unidade amostral, em modelo misto, em que o local da coleta foi incluído como efeito aleatório, evitando o erro estatístico de pseudorreplicação. Os laudos serão acrescidos e enviados em anexo.

Pontos	Nº da Amostras	Med. de Ag (mg.kg-1)	Máx. de Ag (mg.kg-1)	Mín. de Ag (mg.kg-1)	DesvPad de Ag (mg.kg-1)	Var. de Ag (mg.kg-1)
Afetados	662	0.000820777	0.05687251	1.17223E-06	0.002759676	7.61581E-06
Não afetados	727	0.000786466	0.012017523	0	0.001401637	1.96459E-06
Total Geral	1389	0.00082351	0.05687251	0	0.002212813	4.89654E-06



Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Metodologia

❖ Os dados espaciais não seguiram padrão desejado

Resposta: As coordenadas foram apresentadas em UTM no anexo, mas os mapas apresentados seguiram SIRGAS 2000 "SHP_Pontos_Coletas - SIRGAS 2000", os formatos em graus decimais serão corrigidas no Relatório do Ano 2.



Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Análise de dados

- ❖ Análises estatísticas inadequadas para os dados coletados;

Resposta: as análises que apresentamos no relatório avaliam os efeitos do desastre no perfil de metais/metaloide no tecido muscular dos peixes. Para isto ajustamos uma ANOVA multivariada, testando a hipótese nula de que o perfil de metais não difere entre locais afetados e não afetados pela presença e passagem do rejeito. Em análises univariadas, considerando cada elemento como variável resposta, feitas com dados parciais, já pudemos testar os efeitos de covariáveis como peso, sexo do peixe e características da água. Resultantes destas análises, publicamos um primeiro artigo (Ferreira et al. 2020), mostrando como o rejeito não só alterou a concentração de alguns metais/metaloídes, como que para alguns elementos houve bioacumulação, biodiluição ou alteração na biodisponibilidade.

Ferreira et al. 2020, DOI: 10.1002/ieam.4289



Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Análise de dados

❖ A análises deveriam ter sido realizadas por espécie ou, no máximo, por grupo trófico

Resposta: Com as análises realizadas durante o desenvolvimento do projeto no ano 1, foi possível encontrar padrões consistentes entre as espécies dos dois tipos de ambiente, com e sem rejeito. Esse era o objetivo do projeto.

Em análises em andamento (ainda não publicadas), avaliamos a concentração de metais nas espécies mais abundantes e grupos tróficos: a) iliófagos, b) onívoros e bentófagos, c) onívoros, d) piscívoros, e) piscívoros e carnívoros e f) piscívoros e insetívoros. A seguir mostramos os resultados preliminares, ainda não publicados, para espécies mais abundantes de peixes.



Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Análise de dados

❖ **Table 1.** Número de peixes coletados, por espécie em locais não afetados e afetados pelo rejeito de minério da barragem de Fundão na bacia do Rio Doce para cada metal analisado. Os valores p values e a significância foram calculados. A cor azul indica espécies com concentrações menores de metais em áreas afetadas em comparação com as não afetadas. A cor laranja representa maiores concentrações em locais afetados pelo rejeito do minério.

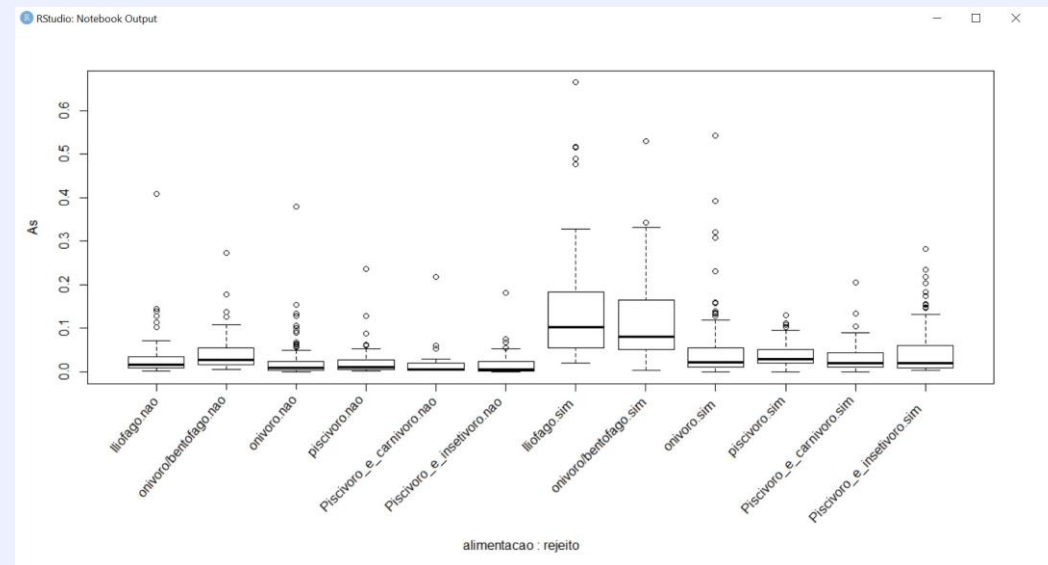
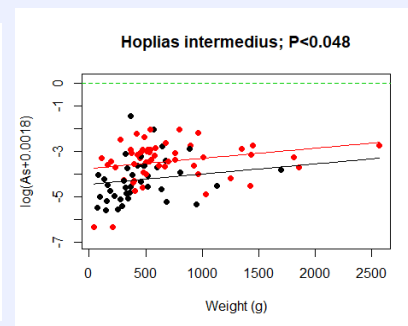
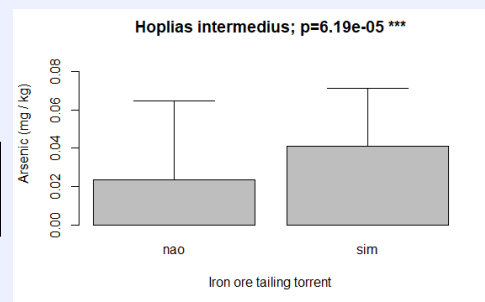
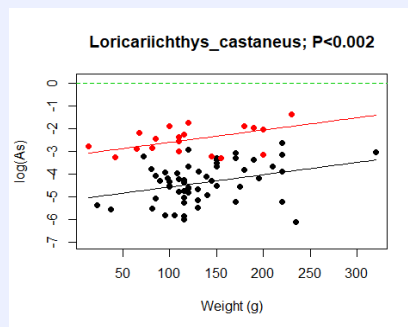
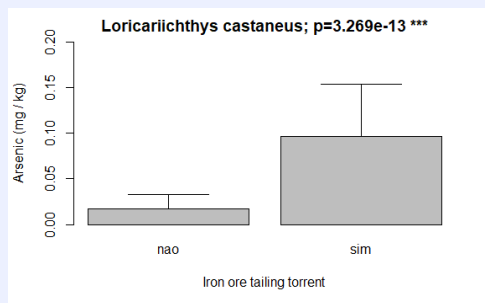
<u>Fish species</u>	<u>Unaffected sites</u>	<u>Affected sites</u>	Ag	Al	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
<i>Astyanax lacustris</i>	70	72		Bioacum(M)	Bioacum	-				Bioacum	-	Bioacum	-	-
<i>Geophagus brasiliensis</i>	91	28			-	-		<u>Biodilui</u>		-	Bioacum			-
<i>Hypostomus affinis</i>	41	45		-	-		-	-	Bioacum				-	
<i>Hoplias intermedius</i>	40	54			Bioacum	Bioacum						-		
<i>Loricariichthys castaneus</i>	56	19			Bioacum	-		Bioacum						
<i>Oligosarcus acutirostris</i>	25	28			-	-					Bioacum			
<i>Oligosarcus argenteus</i>	67	24	-	Bioacum	-			-		Bioacum			<u>Biodilui</u>	
<i>Pachyurus adspersus</i>	29	23	-		Bioacum	-					<u>Biodilui</u>			-
<i>Pimelodus maculatus</i>	28	55			-	<u>Biodilui</u>					Bioacum			-



Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Análise de dados

- ❖ Dados preliminares ainda não publicados para arsênio (As)



Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Análise de dados

- ❖ Um tratamento em relação aos pontos amostrais deve ser realizado de forma a comparar pontos igualmente amostrados.

Resposta: Os pontos foram amostrados com o mesmo esforço e utilizando a mesma metodologia. Reafirmamos que os métodos estatísticos que estamos utilizando são robustos para dados não balanceados.



Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Análise de dados

- ❖ Ponto de coleta não deve ser utilizado como fator aleatório simplesmente, uma vez que os pontos de cada sub-bacia estão aninhados e relacionados entre si. Por isso, deve ser realizada uma análise que considere a variância de cada ponto influenciado pela sua sub-bacia. Ainda, deve-se elaborar uma estratégia para eliminar os efeitos da ordem dos trechos de rio estudados, além da distância da fonte de impacto.

Resposta: A coleta em 10 tributários não afetados visou diluir efeitos do tributário. De fato, o próximo passo na análise de dados será avaliar os efeitos de distância do desastre, influência das sub-bacias, presença de barragens, entre outros fatores. Agradecemos a observação, que coincide com nosso planejamento para os próximos trabalhos.



Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Análise de dados

- ❖ Não foram consideradas nas análises a possibilidade de migração dos peixes entre as áreas afetadas e as não afetadas pelo rejeito;

Resposta: Utilizamos modelos estatísticos para testar hipóteses, não para descrever a multiplicidade de fatores motrizes. Por outro lado, novos modelos poderão testar hipóteses específicas, como a hipótese de que espécies migratórias têm uma resposta diferente de espécies não migratórias. Apesar disso, os resultados preliminares das análises intraespecíficas corroboraram os resultados obtidos e já publicados (Ferreira et al. 2020) quanto ao efeito do desastre nas concentrações de metais nos peixes. As distâncias entre os pontos amostrais foram em geral, de 20 km, tentando reduzir a probabilidade de deslocamento de peixes entre pontos adjacentes muito próximos. O único caso em nossa malha amostral ao qual isso se aplica seria um ponto na foz do Rio Santo Antônio, o qual poderia potencialmente apresentar esse efeito. Iremos avaliar esta hipótese nos próximos estudos.



Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Análise de dados

- ❖ Um grande problema da transformação de dados (que no relatório foi utilizada transformação logarítmica) é que os coeficientes dos modelos podem ser interpretados apenas em relação aos dados transformados e não sobre os dados medidos. Modelos GLM são usualmente utilizados como forma de se evitar esse tipo de problema, uma vez que diversas famílias de distribuição podem ser escolhidas para se adequar a comportamentos específicos dos dados, propiciando interpretações diretas dos coeficientes. Assim, deve ser analisada a viabilidade de utilização de outras famílias de distribuição ou mesmo outras análises/modelos.

Resposta: Agradecemos a observação. De fato, estimadores para os dados brutos são mais informativos e úteis. Iremos buscar distribuições diferentes, que se adequem aos dados observados. Uma alternativa seria a distribuição Gamma. Mesmo assim, embora haja as limitações assinaladas quanto aos parâmetros, os efeitos qualitativos são robustos e independentes da distribuição. Uma distribuição mais adequada pode revelar efeitos não detectados por erro do tipo II.



Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Resultados

- ❖ Apresentação dos resultados incoerentes com os objetivos da pesquisa realizada, com gráficos e tabelas incompletos;

Resposta: Todos os objetivos, geral e específicos, foram cumpridos. Os resultados são coerentes com os objetivos da proposta; este foi um estudo preliminar, cujo objetivo era a coleta de amostras de metais em músculo de peixe e para obter resultados para formação de linha de base comparativa.



Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Resultados

- ❖ Gráficos que apresentem aspectos comparativos entre áreas afetadas e não afetadas, como por exemplo as figuras 8 e 9, devem possuir o eixo Y na mesma escala de forma a evidenciar e facilitar as comparações.

Resposta: Optamos por utilizar escalas diferentes devido à grande diferença de biomassa entre pontos afetados e não afetados. Mais do que isso, quisemos mostrar a diferença nas proporções de espécies exóticas e nativas nas áreas afetadas em comparação com controle. Este não era objetivo do projeto, porém julgamos informativo e importante para a discussão dos resultados.



Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Resultados

- ❖ Um exemplo de como o desbalanceamento das coletas pode influenciar os resultados pode ser extraído a partir do seguinte trecho do relatório, no qual foram utilizados todos os pontos sem considerar as lacunas na amostragem:

“Em áreas de referência, a abundância média foi de 36,85 espécimes por ponto e a riqueza 10,70 espécies. Já em áreas afetadas a abundância média foi de 33,1 espécimes e a riqueza de 10,25 espécies. Apesar da biomassa ter sido maior em áreas afetadas, a abundância foi semelhante nas duas áreas (Figura 11) e a riqueza foi ligeiramente maior nas áreas não afetadas (Figura 12). No entanto, quando se avalia apenas os 11 pontos em que as coletas foram realizadas nas duas estações, a média de abundância passa a ser de 58 para áreas não afetadas e 49 para afetadas. Isso resulta em uma abundância 18% superior em áreas de referência. A partir desse exemplo, um tratamento deve ser dado a todas as análises de forma corrigir conclusões que não possam ser suportadas pelos dados.”



Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Resultados

Resposta: Esses dados não fazem parte do objetivo do projeto; foram comentários complementares. De fato, o esforço de coleta foi semelhante em todos os pontos/estação, mas enquanto 16 pontos foram coletados nas duas estações, os 24 pontos restantes foram coletados em apenas uma das estações. Assim, uma análise por estação pode fornecer informações importantes. Mesmo assim, ressaltamos que estes resultados não eram parte dos objetivos do projeto, mas passam a ser a partir da sugestão do CTBio. Desta forma, no próximo relatório, iremos considerar esta distinção.



Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Resultados

- ❖ Como foi traçada a linha de tendência apresentada nos gráficos das figuras 11, 12, 13 e 14?

Resposta: De fato, a linha tracejada não faz sentido, pois se, por um lado, representam, em escala ordinal, a distância do desastre dentro de cada grupo (afetados ou controle), as linhas deveriam ser descontínuas, uma para cada grupo. Pedimos para desconsiderar as linhas tracejadas nestas figuras, pois elas não são informativas.

- ❖ É possível estabelecer diferenças entre estágios de maturação sexual nas épocas seca e chuva?

Resposta: Os dados obtidos no primeiro ano foram de caráter preliminar, descritivo e não cobriram o ciclo anual das espécies, não sendo possível estabelecer diferenças entre estágios de maturação sexual no projeto.



Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Resultados

- ❖ Na pág. 32, é informado que: “A concentração de alumínio (Al) na musculatura dos peixes, reunindo todas as espécies coletadas, não se diferenciou entre as áreas afetadas e as áreas controle $p=0.2047$, não significativo (Figura 19), indicando que o rompimento da barragem de Fundão não elevou a concentração de alumínio na musculatura dos peixes”. Porém, não é informado qual o teste estatístico utilizado para encontrar esta probabilidade. O mesmo acontece para o Arsênio, Cádmio, Cromo, Cobre, Ferro, Mercúrio, Manganês, Níquel, Chumbo e Zinco.

Resposta : Ajustamos modelos lineares generalizados mistos, análogos a ANOVA, com presença de rejeito como fator explicativo de dois níveis e ponto de coleta como efeito aleatório, de forma a evitar pseudorreplicação decorrente de múltiplos indivíduos em cada ponto. Como utilizamos distribuição normal, avaliamos a significância por comparação de modelos, utilizando a estatística F (Crawley 2013).



Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Resultados

- ❖ Embora a ANVISA estabeleça limites diferentes para concentrações de mercúrio para peixes predadores ($1,0 \text{ mg kg}^{-1}$) e não predadores ($0,5 \text{ mg kg}^{-1}$) para alimentos de consumo humano, na pág. 38 o relatório compara os resultados obtidos somente com o limite para não predadores, provavelmente considerando que as médias encontradas, tanto nas áreas afetadas ($0,14 \text{ mg.kg}^{-1}$) quanto nas não afetadas ($0,12 \text{ mg.kg}^{-1}$) pelo rejeito ficaram abaixo deste limite. No entanto, salienta-se mais uma vez que as análises não foram realizadas por espécie ou, pelo menos, por hábito alimentar, o que dificulta a comparação.

Resposta: As análises adicionais, em andamento, realizadas por espécie e hábito alimentar mostraram o mesmo padrão observado quando foram utilizadas todas as espécies nos dois tipos de ambientes. Embora reconheçamos as limitações assinaladas, os efeitos qualitativos são robustos.



Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Discussão

❖ São definidos grupos de “ peixes otofisos (Characiformes e Siluriformes)”, mas essa definição não foi encontrada na literatura técnica.

Resposta: Os peixes otofisos são os antigos ostariofisos; essa é apenas uma definição não afeta nenhum dos resultados relacionados com os objetivos do projeto.

❖ A discussão apresenta poucas citações bibliográficas para embasar as considerações feitas.

Resposta: Foram análises preliminares; a discussão será ampliada no relatório do Ano 2.



Resposta à Nota Técnica nº 7/2021/CTBio/DIBIO/ICMBio

Discussão

- ❖ Os estudos da Econservation e PMBA, citados por diversas vezes no relatório apresentado, não são listados nas referências bibliográficas.

Resposta: Agradecemos a observação, ajustes podem ser adicionados; mas certamente serão incluídas no relatório do Ano 2.



FALE CONOSCO

0800 031 2303

www.fundacaorenova.org/fale-conosco

OUVIDORIA

0800 721 0717

ouvidoria@fundacaorenova.org

www.canalconfidencial.com.br/fundacaorenova/

SITE

www.fundacaorenova.org

REDES SOCIAIS

Facebook

Youtube

Instagram

Linkedin

Google Plus