Prezado editor e prezados organizadores do livro,

Segue a versão revisada do artigo **AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE BIÓTICA DE RIACHOS A PARTIR DA ICTIOFAUNA**. Nós aproveitamos praticamente todas as sugestões, que foram muito valiosas. Inclusive acatamos, na medida das possibilidades, as sugestões advindas por ocasião do Workshop. Também realizamos uma revisão em todo o texto. As alterações estão indicadas como “alterações do word”. Respondemos abaixo os comentários de um dos revisores, conforme nos foi encaminhado.

Atenciosamente,

Autores

####

Revisão

Comentários gerais

Prezados autores o manuscrito em questão certamente será uma excelente oportunidade para que os amantes dos ecossistemas de riacho retomem as discussões sobre o uso do IBI como uma ferramenta robusta na avaliação e monitoramento rápido desses ambientes. No entanto, considerando que os autores definem no título os termos “riachos” e “peixes” eu gostaria de sugerir que algumas discussões ocorridas ao longo do texto sejam mais focadas nesses dois elementos. Acho fundamental citar que os índices multimétricos estão se tornando cada vez mais multitaxon, e aplicados à ecossistemas distintos, mas em determinados momentos os autores retomam discussões envolvendo os rios. Sugiro manter como marco inicial os estudos realizados em 2004 na região Sul do Brasil.

Recomendo que os autores verifiquem a necessidade de alguma outra formatação nos termos em inglês (Ex. itálico ou negrito)

Resposta dos autores: ao que tudo indica, somente aspas seriam necessárias, por se tratar de uma citação na íntegra a partir de outro trabalho.

Abstract/Resumo

**Página 2; linhas 11-12**: No resumo os autores deixam evidente que vão considerar um estudo de 2004 como marco inicial dos estudos de IBI. Mas em alguns momentos ao longo do texto os autores voltam a discutir estudos de rio, que de fato foram pioneiros nos IBI desenvolvidos em ecossistemas aquáticos brasileiros.

Recomendo seguir tendo como marco inicial os estudos de 2004 da região Sul do Brasil

Resposta dos autores: concordamos com o revisor que o recorte temporal deve ser 2004. No entanto, nós nos reportamos a outros estudos apenas no material suplementar e em uma breve comparação entre as publicações com IBI em rios x riachos, e ambas estão contextualizadas. Nós melhoramos a redação do texto para maior clareza dos motivos em manter as métricas de rios. Por outro lado, excluímos as métricas de planícies de alagamento e reservatórios da tabela do material suplementar.

No Material Suplementar está apresentada uma lista de métricas compiladas a partir de estudos de integridade biótica de rios e riachos feitos desde 1981 e cujas métricas baseiam-se em características ecológicas das assembleias de peixes. Optamos por incluir também os estudos em rios, pois não há métricas exclusivas para um ou outro ecossistema e, assim, o leitor terá um rol mais amplo de escolha.

**Introdução**

 **P3; l53:** Recomendo a substituição o temos “integridade biológica da biota aquática” por “integridade dos ecossistemas aquáticos baseado em aspectos biológicos das assembleias de peixes”. Pois a ideia é utilizar aspectos estruturais, e funcionais das comunidades biológicas para inferir sobre a saúde ou integridade do riacho.

Resposta dos autores: atendido conforme sugestão.

**P5; l101-103:** Na primeira etapa da sentença me parece que os autores estão se referindo a níveis de degradação (ex. intensidade, escala espacial), e não a níveis ecológicos abordados pelas diferentes métricas.

sugestão “As métricas utilizadas por Karr baseiam-se em diferentes níveis de organização ecológica, que vão desde o nível de indivíduo, (citar exemplo), até o nível de assembleia (citar exemplo).”

Resposta dos autores: atendido conforme sugestão.

**Material e métodos**

**P5; l 119**: Considere substituir “...que atendam ao índice de forma mais global...” por “Capazes de compor um índice com aplicabilidade mais global ou pelo menos em maior escala”

Resposta dos autores: atendido conforme sugestão.

**P5; l120**: O termo dificuldade já se encontra descrito anteriormente

Considere a sugestão: “...e que permita a padronização e comparação entre estudos distintos...”

Resposta dos autores: atendido conforme sugestão.

**P5; l123:** No início do capítulo os autores se referem aos estudos de 2004, como sendo o primeiro em riacho. Sendo assim minha sugestão seria pensar em uma forma de citar somente as métricas já utilizadas exclusivamente em riachos. Mesmo sabendo que algumas delas serão provenientes de estudos como o de Araujo et al.,1998.

Resposta dos autores: na introdução, procuramos restringir o escopo para riachos. No início da seção “O Índice de Integridade Biótica em riachos brasileiros” está claro que os estudos em riachos brasileiros se iniciam em 2004. Nós nos reportamos aos estudos em rios na lista de métricas do material suplementar. A sugestão do revisor faz todo sentido, mas também acreditamos ser interessante oferecer a oportunidade para que o leitor se familiarize com um rol maior de métricas. Incluímos no texto um breve esclarecimento sobre isso, já citado no primeiro comentário.

No Material Suplementar está apresentada uma lista de métricas compiladas a partir de estudos de integridade biótica de rios e riachos feitos desde 1981 e cujas métricas baseiam-se em características ecológicas das assembleias de peixes. Optamos por incluir também os estudos em rios, pois não há métricas exclusivas para um ou outro ecossistema e, assim, o leitor terá um rol mais amplo de escolha.

Nós também removemos algumas referências nos parágrafos que apresentam as aplicações do IBI em diferentes biomas e com diferentes organismos, para que o número de palavras atenda as normas da revista. Acreditamos que não houve prejuízo à compreensão do texto.

**P6; l146:** Considere substituir “...o rio ou riacho que está sendo avaliado será comparado com qual referencial?...” por “Existem riachos com condições ecológicas ideais para ser utilizado como referência na classificação da integridade ecológica dos demais riachos?”

Resposta dos autores: nós entendemos a sugestão, mas modificamos um pouco; ainda assim acreditamos ter mantido o sentido da frase.

É interessante que Karr (1981) já mencionava que “a key problem in classification is defining the baseline”; ou seja, há riachos com condições ecológicas ideais que representem uma referência na classificação da integridade dos demais riachos?

**P7; l156-157:** Prezados, entendo que os autores estão querendo dizer que mesmo em uma área extremamente preservada, os riachos referências estão sujeitos a distúrbios antrópicos em escala global (como poluição atmosférica e mudanças climáticas), o que impossibilitaria a obtenção de referências ideias como sugerida por Hughes.

Gostaria de sugerir a inclusão do exemplo “poluição atmosférica” além de uma explicação mais direta que esses são distúrbios que podem afetar inclusive as assembleias de peixes em unidades de conservação. Por isso a impossibilidade de se definir referências perfeitas.

Resposta dos autores: desenvolvemos esse tema, como segue:

Para Hughes (1995), riachos em áreas referência devem representar as condições existentes em épocas pré-colombianas, o que é praticamente impossível devido à poluição global em suas diversas formas – aqui podemos citar a poluição atmosférica, que causa mudanças severas no pH da água dos riachos, e o uso de ativos de ampla propagação como os defensivos agrícolas, que intoxicam e causam mudanças metabólicas na ictiofauna. Ambos exemplos, assim como as mudanças climáticas decorrentes do efeito estufa (observe que em 1995 as mudanças climáticas já eram uma preocupação real), têm efeito indireto e em larga escala, de modo que locais fisicamente pristinos e/ou inseridos em UCs podem apresentar alterações no ecossistema aquático devido a tais agentes de degradação, mesmo que não haja indícios de poluição direta.

**P7; l161:** Considere exemplificar o que os autores estão chamando de escala regional. Ex. bacia hidrográfica e sítio-específico. Uma alternativa seria a substituição pelos termos “escala espacial” e “escala local”.

Resposta dos autores: atendido conforme sugestão.

**P7; l162:** Recomendo complementar “...aceitável, ou seja, permitirá uma caracterização robusta dos demais riachos e se essa caracterização corresponde ao grau de distúrbio à que estão submetidos”. Mesmo que depois os autores exemplifiquem a situação

Resposta dos autores: atendido, com modificações.

Tais estudos, se padronizados, podem servir como linhas de base para futuras replicações e comparações em condições alteradas.

**P8; l186-187:** No caso de impossibilidade de amostragens a longo prazo, e fundamental que o pesquisador tenha conhecimento se os dados foram obtidos em períodos equivalentes, e saibam que os resultados permanecerão limitados ao período amostrado, não refletindo toda a complexidade ambiental e biótica existente no ambiente

Resposta dos autores: atendido, com modificações.

... caso contrário, os resultados permanecerão limitados ao período e condições amostradas, não refletindo a totalidade da complexidade ambiental e biótica de tal ambiente.

**P8; l194:** Não está claro o que os autores querem dizer com quantificação dos dados. Seria mensuração de métricas quantitativas?

Resposta dos autores: atendido conforme sugestão.

**P8; l196:** Ao falar de “melhor estratégia a ser aplicada” Acho importante lembrar que podem existir situações em que não é possível desenvolver um índice de integridade biótica, justamente pela dificuldade de se cumprir alguns pré-requisitos.

Resposta dos autores: atendido conforme sugestão.

**(linha 217) Acredito que aqui o termo está na frase que diz exatamente formas como a padronização de uma condição referencia para determinado conjunto de riachos pode ser feito P8; l200:** Não está claro a quais parâmetros o termo “padronização” está se referindo. Seria interessante ressaltar questões como ecorregiões, como às propostas por Abell e colaboradores 2008, ou algum outro critério relacionado ao pool regional de espécies.

Resposta dos autores: substituímos a palavra “padronização” por “definição” e esperamos ter deixado mais claro o texto.

**P8; l206:** Recomendo a exclusão do termo “cobertura e uso do solo na microbacia”

A definição de referências em relação a distúrbios antrópicos me parece muito bem abordado no parágrafo anterior. Recomendo manter nesse parágrafo somente questões relacionadas a variabilidade natural dos ambientes. Os autores podem abordar apenas questões bióticas ou incluir aspectos hidrográficos e ambientais em geral.

Uma sugestão seria ranquear esses aspectos. Ex. Primeiro garantimos que estamos em uma mesma ecorregião, depois que estamos falando de riachos de mesma ordem, mesmo tipo de substrato (rochoso ou arenoso), vazão... e por aí vai.

Resposta dos autores: atendido conforme sugestão.

**P8; l207:** Se considerarmos aspectos ambientais os métodos multivariados podem até dar um bom direcionamento na definição de locais referências. Mas da maneira que esta apresentado parece que toda essa tipologia pode ser avaliada com esses métodos, o que não é verdade se considerarmos os aspectos biogeográficos e geomorfológicos, que requerem um conhecimento mais teórico dos “tipos” de riacho que podemos ter quando falamos de diferentes altitude e tipos de solo.

Resposta dos autores: concordamos e incluímos o termo “e/ou qualitativas”.

**P9; l213:** Considere substituir o termo “cenário” por “condição referência”

Resposta dos autores: atendido conforme sugestão.

**P9; l214-217:** Os aspectos exemplificados são importantes para balizar e pontuar as métricas em relação à condição referência, mas não necessariamente para definir áreas consideradas referência.

Resposta dos autores: modificamos a redação.

Outro aspecto importante para estabelecer padrões referência...

**P9; l220:** Ver sugestão de título no documento em Word. Outra sugestão seria a tradução do termo.

Considerando que “peixes” já está explicito no título do capítulo, uma terceira sugestão seria “a integridade biótica de riachos brasileiros”

Resposta dos autores: atendido conforme a última sugestão.

**P9; l226-227:** Eu entendo a validade de se fazer essa comparação com outros ecossistemas lóticos, contudo o título e subtítulo do capítulo já direcionam para os ecossistemas de riacho, o que a meu ver torna tal afirmação pouco relevante.

**P9; l229-223:** Como citado acima, recomendo que os autores avaliem a necessidade de comparar os riachos com outros ecossistemas lóticos.

Caso os autores optem por manter essa discussão, vale ressaltar que em riachos os processos ecológicos tendem a ter uma conectividade longitudinal menos intensa do que em rios de grande porte, além da maior dependência em relação aos ecossistemas terrestres adjacentes. Esses são fatores que também tornam os riachos mais atrativos para a utilização de abordagens como o IBI.

Resposta dos autores: consideramos relevante oferecer um breve relato do que representa IBI para riachos em relação aos outros ecossistemas. Aproveitamos e agradecemos ao revisor pela última sugestão.

**P10; l257-258:** Concordo plenamente com os autores que o fato de não haver a necessidade de um índice é um fator relevante para a ausência de estudos mais aprofundados sobre o tema. Mas gostaria de trazer à tona uma reflexão que sempre faço sobre os índices e que a meu ver também tem limitado o avanço no tema.

Quantas das métricas propostas até o momento não exigem um conhecimento à nível acadêmico?

Com raras exceções, como a presença de doenças, as métricas que compõem os índices exigem uma definição de unidades taxonômicas, mesmo que a nível de ordem. E os elementos para mensuração dessas métricas (como chaves de identificação, guias com bancos de imagens) ainda são pouco acessíveis ao nível técnico que em tese serão os responsáveis por mensurar tais métricas em caso de utilização pelos órgãos governamentais.

Resumidamente, não existe a demanda por parte dos órgãos reguladores. Mas a preocupação em tornar as métricas mais aplicáveis do ponto de vista técnico, bem como em qualificar esse corpo técnico, ainda é falha.

Seria interessante citar essa questão para que possamos incentivar os pesquisadores tornarem tais métricas acessíveis utilizando os mais diferentes métodos (de guias de espécies a bancos de dados mais técnicos).

Respostas dos autores: gostamos muito da opinião levantada pelo revisor e procuramos incluí-la ao texto, inclusive incorporamos uma das frases.

Um outro desafio para que os índices multimétricos sejam amplamente difundidos é o nível técnico requerido para mensuração das métricas e, portanto, para a aplicação do índice. Salvo raras exceções, o uso do IBI requer definição taxonômica a níveis bastante específicos e conhecimento de diversas áreas da biologia, que não são aplicáveis facilmente fora da academia ou sem a mobilização/cooperação de um considerável corpo técnico. Ainda que cientes dessa dificuldade, não conseguimos avançar grandes passos no sentido de traduzir características bióticas em uma linguagem mais acessível e simples. Alcançar essa acessibilidade para as métricas, usando fontes alternativas (como guias de espécies a bancos de dados mais técnicos) é um dos principais desafios atuais e uma etapa fundamental para aproximar órgãos ambientais de tais índices. Em síntese, não existe a demanda por parte dos órgãos reguladores. Todavia, a preocupação em tornar as métricas mais aplicáveis do ponto de vista técnico, bem como em qualificar esse corpo técnico, ainda é falha.

**Conclusão**

**P10; l264-265:** Prezados, eu entendo a afirmação realizada pelos autores. Mas gostaria de solicitar a reformulação da sentença a fim de evitar que os leitores pensem que os índices só possam ser elaborados em uma escala espacial inferior ao da bacia hidrográfica. Talvez a escala de bacia hidrográfica seja a mais indicada para elaboração dos índices. Só é preciso deixar claro que as dimensões dos ecossistemas aquáticos dentro dessa bacia, e o pool de espécies a que ela está submetida, precisam ser padronizados.

Respostas dos autores: agradecemos pela sugestão e procuramos incorporá-la ao texto.

**P11; l272:** O que os autores querem dizer com “métricas semelhantes”? Não está claro.

Respostas dos autores: procuramos explicar como segue.

Consequentemente, as métricas selecionadas considerarão aspectos bióticos bastante semelhantes...

Legenda da Figura 1: Verificar o fluxograma disponível em Oliveira et al. 2008 (Oecologia Brasiliensis 12(3): 487-505. Ele apresenta um passo a passo das etapas de elaboração do IBI que podem fornecer ideias para complementar o esquema elaborado pelos autores.

Resposta dos autores: modificamos a figura, de modo a complementar os passos da elaboração do IBI.

Tabela2.
 Após o passo 5. gostaria de sugerir a inclusão da etapa: Testes de variabilidade e sensibilidade das métricas. Nessa etapa as métricas podem ser previamente selecionadas de acordo com a amplitude de variação dos dados brutos (excluindo métricas com baixa amplitude) seguido de métodos específicos de sensibilidade como os proposto por:

Barbour et al. 1996 - A framework for biological criteriafor Florida streams using benthic macroinvertebrates

Barbour et al. 1999 - Rapid Bioassessment Protocols For Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish. Second Edition

Karr & Chu, 1999 – Restoring life in running waters: better biological monitoring.

Uma análise de correlação entre as métricas, considerando apenas áreas de referência, também pode ser uma estratégia interessante e que permitirá a exclusão de métricas candidatas.

Resposta dos autores: atendido conforme sugestão.

**Passo 6**. Gostaria de sugerir a citação do trabalho Klemm et al. 2003 (. http://dx.doi.org/10.1007/s00267-002-2945-7). Que também possui uma descrição detalhada desse método contínuo de padronização (1 a 10)

Gostaria de sugerir os termos “métodos contínuos de padronização” (ex. métodos que variam de 1 a 10) e “métodos discretos de pontuação” (ex. métodos que consideram os níveis 1, 3 e 5)

Na última sentença do passo 6 recomendo a inclusão de uma breve descrição sobre como as métricas devem ser padronizadas de acordo com seu comportamento em relação ao distúrbio, é uma das etapas que gera mais confusão na construção dos índices multimétricos. Embora essa explicação possa alongar o texto, seria interessante fazer um alerta em relação a essa etapa.

O estudo publicado por Oliveira et al. 2008 (Oecologia Brasiliensis 12(3): 487-505. Faz uma excelente descrição dessa etapa.

Resposta dos autores: atendido conforme sugestão.

**Passo 8:** Os testes, ou métodos visuais de distinção dos valores de uma determinada métrica entre áreas referência e controle, precisa ser realizado antes que essas métricas sejam padronizadas (ex. 1,3,5 – como citado no tópico 6) após a padronização baseada nos escores, as métricas tendem a perder variabilidade, o que afetará diretamente a seleção das métrica se o pesquisador optar por testes estatísticos.

Resposta dos autores: esse item foi transferido para antes da etapa de padronização.

**Passo 9:** Considere incluir – Somatória dos valores padronizados de cada métrica, dividido pelo número de métricas selecionadas para o índice)

Considere substituir o termo “pontuação da métrica” por “pontuação do índice”
O termo pontuação das métricas pode ser confundido com a padronização das métricas, uma vez que nessa etapa as métricas assumem valores escalonados de acordo com os métodos de padronização citados no item 6. Seja ele um método discreto (ex. valores 1, 3, e 5) ou contínuo (1 a 10 ou 0 a 1).

Resposta dos autores: atendido conforme sugestão.

**Material Suplementar:**

Checar as métricas citadas coincidem com as métricas selecionadas em cada um dos trabalhos citados.

Resposta dos autores: as métricas compiladas são as levantadas e não somente as selecionadas.

No trabalho de Prudente e colaboradores 2018, as métricas bióticas selecionadas para compor o índice não coincide com as métricas citadas na tabela.

As métricas selecionada por Prudente e colaboradores foram:

Riqueza percentual de Gymnotiformes; Abundância percentual da família Lebiasinidae; Abundância percentual de *Helogenes marmoratus*, Abundância percentual de Piscívoros, Abundância percentual de Bentônicos e Abundância percentual de Nectônicos.

Resposta dos autores: as métricas foram conferidas e, quando necessário, corrigidas. Removemos todas as métricas associadas a reservatórios e planícies de inundação, também organizamos em ordem alfabética, conforme sugestão de outro revisor, e incluímos a informação que, quando uma mesma métrica é citada por diferentes autores, optamos por manter a que foi primeiramente publicada.

Deixe claro na legenda se os autores estão citando todas as métricas candidatas ou apenas aquelas selecionadas para compor os índices.

Resposta dos autores: incluída a informação, como sugerido.