

Conselhos modestos para jovens limnólogos (< 75 anos)

Luis Mauricio Bini e Adriano Sanches Melo

Departamento de Ecologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás
E-mails: lmbini@gmail.com e asm.adrimelo@gmail.com

Desnecessário dizer que o título desse ensaio foi inspirado, descaradamente, no artigo de Lawton (1992) que, por sinal, nós fortemente aconselhamos que seja lido (ou relido). No entanto, aqui nós trataremos de outros temas (com uma ou outra pequena sobreposição). No excelente XIII Congresso Brasileiro de Limnologia, em Natal (RN), o nosso querido editor da *Acta Limnologica Brasiliensis*, Prof. Antonio F. M. Camargo, ministrou uma palestra intitulada “O artigo científico como produto final de um processo”. Nessa ocasião, o Prof. Camargo enfatizou que antes da publicação (objetivo final) precisamos pensar cuidadosamente no processo (elaboração e execução de um projeto de pesquisa). Nada mais oportuno. Com base nas ideias apresentadas pelo Prof. Camargo (falando nisso, Tônico, que tal escrever um texto para esse Boletim sobre aquela palestra?), gostaríamos de ressaltar e relembra (para nós mesmo inclusive) alguns pontos importantes.

Nossa experiência sugere que, com a popularização de várias ferramentas computacionais, fazer análises estatísticas (mesmo as mais complexas) passou a ser uma tarefa “trivial”: basta clicar um punhado de ícones ou, se usuário do popular R, apertar alguns Ctrl+R para “rodar” um roteiro (*script*) já pronto. De fato, é gratificante perceber que muitos estudantes de pós-

graduação (e mesmo graduação) não apresentam grandes dificuldades em fazer suas análises. No entanto, nossa percepção (provavelmente enviesada) também sugere que vários problemas decorrem da falta de planejamento ou de um planejamento que deixa a desejar (i.e., não foi dado o devido valor ao processo, como discutido pelo Prof. Camargo). Portanto, embora a análise em si possa ser fácil de ser feita, o planejamento do estudo e os dados resultantes precisam ser adequados para responder uma pergunta interessante. Assim, nosso primeiro conselho consiste em: (i) pense no melhor dos cenários (aquele que confirma sua hipótese), (ii) simule os resultados de acordo com esse cenário e (iii) faça as análises dos dados (incluindo a análise exploratória dos dados, tais como, representações gráficas – é sempre bom lembrar que somos seres visuais). (iv) Agora pergunte a você mesmo: os resultados impressionam? Se a resposta para esse pergunta for não, então sugerimos fortemente que o projeto seja repensado. Se o melhor dos cenários não impressionou, então é pouco provável que um conjunto de dados reais em ecologia (cheios de ruídos e outras intrusões demoníacas) será impressionante.

É um consenso que estudos observacionais são tão importantes quanto aqueles experimentais. Nosso segundo conselho requer do leitor um outro

experimento mental. Suponha que tudo saiu conforme o planejado. Por exemplo, você conseguiu um coeficiente de determinação de 90 % (se é que isso existe em ecologia – de acordo com evidências recentes, é pouco provável que exista; ver Low-Décarie et al., 2014) e suponha que os resultados são impressionantes (e corretos, claro). Até agora tudo bem. A despeito desses resultados e do sucesso de publicação, nosso segundo conselho é lembrar que você ainda não matou a cobra e mostrou o pau (desculpe o linguajar político-ecologicamente incorreto). Por mais que você tenha usado um método sofisticado e computacionalmente intensivo (e que poucos entenderão), o seu trabalho ainda não está terminado (ainda bem, não é verdade?). Lembra do processo? Evitando fazer ciência salame (um dos conselhos do Lawton), o seu (nosso) trabalho agora é pensar num **experimento crítico** para verificar se sua ideia passa por mais uma prova de fogo (nesse contexto, vale a pena ler o artigo de Platt, 1964, embora criticado nos meios filosóficos). Em muitos casos, consideramos uma balela dizer que esse ou aquele tema não pode ser investigado experimentalmente (para temas complexos que foram tratados com experimentos ver, por exemplo, Phillips et al., 1984 e, claro, os experimentos de D. W. Schindler [Stokstad, 2008]). Não estamos dizendo, no entanto, que é trivial.

Suponha agora que $P > 0,05$ (ou mesmo $P < 0,05$, mas, na direção contrária àquela esperada ☹). Por exemplo, em um estudo de ecologia de comunidades com o objetivo de testar um modelo de controle ambiental, suponha que o resultado da RDA ou CCA foi não significativo. Você pode tentar, desesperadamente, justificar esses resultados argumentando que o (i) gradiente ambiental não foi grande o suficiente e que

(ii) variáveis reconhecidamente importantes para aquela comunidade não foram coletadas. Você consegue perceber o tiro que você deu no próprio pé? Um editor vai escrever aquela famosa carta padrão: *With regret, I must inform you that your paper...*(você já deve saber o final da carta...bom, pelo menos nós, após tantas rejeições, já sabemos de cor e salteado e em diferentes variações sobre o mesmo tema). Se suas justificativas estão corretas (i.e., realmente o gradiente ambiental foi muito pequeno e você não coletou as variáveis potencialmente mais importantes), então fica claro que, novamente, a fonte do problema está no planejamento. Por outro lado, se a escala espacial do seu estudo foi adequada (como coisa que é fácil decidir sobre esse tema) e se você coletou as variáveis relevantes, então você terá que descartar o modelo ambiental (pelo menos para o sistema investigado...é simples assim [ver Lawton novamente]). Lembre que zero a zero também é resultado.

Falando em variáveis explanatórias, é importante discutir a questão das variáveis substitutas (*proxies*). Pelo menos na área de ecologia de comunidades (ver também Stephens et al., 2015 para uma discussão similar), o uso de variáveis substitutas é recorrente seja por questões financeiras ou pela falta de um planejamento adequado (depois que fazemos a bobagem - ou seja, a coleta de dados terminou - tentamos correr atrás do prejuízo). Em um dado momento, teremos que abandonar a velha desculpa que é muito difícil obter essa ou aquela variável e medirmos o que realmente desejamos. Quem sabe se diminuirmos o esforço para coletar algumas variáveis que não são tão importantes assim (para os objetivos do estudo), poderemos alocar recursos e energia para coletar o que é realmente importante,

embora mais difícil. Evite, por exemplo, aquela famosa estratégia: “ahhh, já que estou no campo, vou coletar tudo que tenho direito”. Olha que situação estranha...podemos deixar de coletar o que é relevante para coletar variáveis que são colineares e, por esse motivo, no final das contas, vamos descartar algumas de qualquer forma (parece que limnólogo vai ter um *piripaque* se não coletar a profundidade do disco de Secchi, turbidez e material em suspensão ou condutividade e sólidos totais dissolvidos ou dureza e alcalinidade). Uma outra alternativa é diminuir o esforço relacionado a excessos de objetivos. Assim como é tentador coletar uma outra variável (não importante) visto que “ahhh, já que estou no campo ...”, também é tentador incluir outros objetivos: Será que no inverno os resultados são diferentes? Antes de cair nessa, responda para si mesmo 1) Você tem algum motivo ou evidência para desconfiar que é diferente? Se sim, 2) você conseguirá obter réplicas corretas? Se vai estudar estações do ano, você deve ter réplicas de estações do ano. Quantos verões e invernos terá? Difícil ter muitos, sem falar no problema de dependência temporal... Melhor ser mais humilde no número de variáveis a serem coletadas e nos objetivos a serem perseguidos. Abusando do político-ecologicamente incorreto, melhor um pássaro na mão do que dois voando.

Embora não seja fácil identificar, algumas vezes é possível notar também que a hipótese do trabalho foi encontrada nos próprios resultados. Esse é um erro que fica próximo da desonestidade científica. Para melhor explicar esse problema podemos citar Goldacre (2008): “*This breaks a cardinal rule of any research involving statistics: you cannot find your hypothesis in your results.*”

Before you go to your data with your statistical tool, you have to have a specific hypothesis to test. If your hypothesis comes from analysing the data, then there is no sense in analysing the same data again to confirm it.” Claro que novas ideias e interpretações podem surgir *a posteriori*, mas isso tem que ficar claro e somente com dados independentes essas ideias poderiam ser testadas.

Remover dados discrepantes (*outliers, leverages*) sem uma justificativa convincente também é uma forma de desonestidade científica. Claro, se o reagente estava vencido, a rede de plâncton furada, a coleta foi feita por um estagiário inexperiente e descuidado (geralmente a culpa é do estágio) ou o aparelho não foi calibrado, então os dados discrepantes obtidos para essa amostra devem ser removidos (sem peso na consciência). Além desse ponto, um editorial recente da *Science* (McNutt, 2014) destacou outros que merecem destaque. Por exemplo, informações básicas sobre o seu estudo não podem faltar, tais como, delineamento experimental/amostral utilizado, método de casualização e número de réplicas. É uma desculpa esfarrapada dizer que essas informações não foram apresentadas porque há limitação de espaço num periódico qualquer.

Concluindo, o processo de pesquisa deve ser interessante e instigante. O resultado final, a publicação, é apenas a consequência deste processo. Como tal, o aprofundamento na literatura da área, a elaboração de perguntas interessantes, o planejamento do estudo (melhor se um experimento!), a execução, análise de dados e redação do manuscrito devem ser prazerosos e feitos de maneira crítica e consciente. Mas você tem que gostar do processo!

Referências

- Goldacre, B. (2008). *Badscience*. Fourth Estate. 338 p.
- Lawton, J. H. (1992). (Modest) advice for graduate students. *Oikos*, **65**, 361-362.
- Low-Décarie, L., Chivers, C. & Granados, M. (2014). Rising complexity and falling explanatory power in ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **12**, 412-418.
- McNutt, M. (2014). Journals unite for reproducibility. *Science*, **346**, 679.
- Phillips, J. F., Simmons, R., Koenig, M. A., & Chakraborty, J. (1988). Determinants of reproductive change in a traditional society: evidence from Matlab, Bangladesh. *Studies in Family Planning*, **19**, 313-334.
- Platt, J. R. (1964). Strong inference. *Science*, **146**, 347-353.
- Stephens, P. A., Pettorelli, N., Barlow, J., Whittingham, M. J. & Cadotte, M. W. (2015). Management by proxy? The use of indices in applied ecology. *Journal of Applied Ecology*, **52**, 1-6.
- Stokstad, E. (2008). News Focus: Canada's Experimental Lakes. *Science*, **322**, 1316-1319.