CAPÍTULO 7

*Monitoramento
participativo de águas
urbanas nas bacias dos
rios Paraopeba e Velhas, MG*

Estação 4:

DOI: 10.17648/ufmg-monitoramento2019-7

*Monitoramento
participativo de águas
urbanas nas bacias dos rios
Paraopeba e Velhas, MG*

Juliana Silva França & Marcos Callisto

Bem vindos, queridos “Jovens Pesquisadores em Ecologia Aquática”!

Se vocês chegaram conosco até aqui é porque já atuam como jovens cientistas na escola de vocês. E, se têm resultados de avaliações de seus rios e riachos, imaginamos que gostariam de poder começar a contar para o “mundo” sobre o trabalho de pesquisa que têm realizado! E nós dizemos que sim, vocês podem e devem divulgar a qualidade ecológica dos rios urbanos em sua região:

**“O NOSSO RIO ESTÁ...
E DESEJAMOS QUE ELE SEJA...
PARA ISSO, PRECISAMOS DE APOIO PARA...”**

Completar as frases e continuar a redação dessa estória passam a ser missões para vocês, os verdadeiros pesquisadores, conhecedores, moradores, e cidadãos atuantes da comunidade ribeirinha! Vocês podem começar a contar sua estória na escola, em casa, para familiares, amigos, vizinhos, até o momento que participarão de feiras de ciências, de um evento local, um evento regional, nacional ou internacional, quem sabe?! Da escola para o mundo, o território é de vocês! A bacia hidrográfica é de vocês! Os problemas afetam vocês! As alegrias e as conquistas devem ser de quem então? DE VOCÊS! E, a partir de então, da escola para a atuação nas políticas públicas que envolvam o bairro, a cidade, o estado e o país... para o mundo! Sonhem, usem dos seus conhecimentos e atuem exercendo cidadania! Afinal, se o território é de vocês, o mundo também pode ser de vocês! Agora, é chegada a hora de acreditar na proposta: a mudança está começando por cada um de nós! Que comecem as mudanças pela escola, e pela comunidade!

C

hegamos ao nosso Módulo III: “Monitoramento Participativo de Rios Urbanos: uma experiência”! E sabe por que esse módulo é tão empolgante? Porque ele mostrará que todo o esforço até este ponto não tem como ter sido em vão. Afinal, tudo que vocês estudaram e realizaram ao longo dos módulos anteriores foi fruto da experiência que tivemos com outras escolas. E, é hora da melhor notícia: deu muito certo e é isso que mostraremos a vocês!

Nós realizamos!

Um monitoramento participativo de rios urbanos como o que estamos propondo para vocês neste livro foi realizado por 54 escolas de ensino básico em Minas Gerais. 54? Uau! Pois esperem para saber mais sobre números empolgantes... Nestas 54 escolas atuaram conosco em “monitoramento participativo” 155 professores e 1.810 estudantes. 1.965 pessoas? Uuuuuuuuuu! Sim! E vamos contar a história deles, assim como, em breve, esperamos que estejam contando a história de vocês...

Como foi realizado?

Em primeiro lugar nós tínhamos a base da ciência ou o arcabouço científico para desenvolver, juntos, um monitoramento participativo. Toda a estrutura desenvolvida pela ciência para avaliação de ecossistemas aquáticos, através de habitats físicos, parâmetros físicos e químicos de coluna d'água, indicadores biológicos e utilização de condições de referência estava ali, debaixo de nossos olhos em livros didáticos de Ecologia Aquática. Pronto, temos o “queijo”, então é hora de utilizarmos a nossa “faca”, afinal, como bons mineiros, temos “a faca e o queijo sempre em mãos”... Começamos, então, nosso trabalho adaptando as metodologias utilizadas em ciência pelas universidades para uso pela comunidade escolar ribeirinha. Esse foi um ponto importante, pois uma boa ciência é publicada e divulgada para a comunidade científica por meio de periódicos científicos o que, na maioria das vezes, não alcança a educação básica. A base da boa ciência está ali, para o mundo, em uma linguagem universal (especialmente o inglês) mas, nem sempre, essas abordagens científicas conseguem alcançar as pessoas no Brasil (onde a língua mãe é o português), no estado de Minas Gerais, em municípios de 4.000 habitantes, no meu bairro, naquela comunidade ribeirinha. Então, por que não transformar nossas pesquisas em realidade para todos?

Sigamos em frente e, nesta proposta, adaptamos metodologias publicadas em artigos científicos para a linguagem mais apropriada que encontramos para cada um dos nossos 1965 parceiros (lembram-se? 155 professores e 1.810 estudantes de escolas básicas de Minas Gerais) (Figura 7.1).

Base Científica - Universidade	Metodologia utilizada por escolas parceiras
Condições de Referência (Martins et al., 2017)	Parques Urbanos (Melhor condição disponível)
Protocolo de Avaliação Rápida (Callisto et al., 2002)	Protocolo de Avaliação de Hábitats Físicos (índice Local)
Índice de Distúrbio Regional (CDI) (Rawer-Jost et al. 2004)	Índice Regional (Google Earth)
CONAMA 357/2005 (Brasil, 2005)	Protocolo de Qualidade de Águas (kit colorimétrico - ecokit)
BMWP – Índice Biológico (Junqueira & Campos, 1998)	Protocolo de Índice Biológico (bioindicadores bentônicos)
Sítios de amostragem - Balanço espacial geográfico (Macedo et al., 2016)	Córregos urbanos próximos às escolas

Figura 7.1 - Base acadêmico-científica das metodologias (esquerda) e suas adaptações (direita) para uso por escolas parceiras.

Como vocês podem observar por meio da Figura 7.1, toda a base metodológica descrita no Módulo II teve como referência a metodologia científica proposta e utilizada por pesquisadores e publicada em periódicos científicos. Foi da mesma forma com nossos parceiros no programa de monitoramento participativo de águas urbanas que foi realizado entre os anos de 2013 e 2017 por nossa equipe UFMG. E, com toda expectativa que criamos em propor atividades embasadas cientificamente, nós precisávamos, portanto, não perder o foco de desenvolvimento de estudos científicos e, assim, montamos um esquema de atuação que envolvesse toda a estrutura de Método Científico (Figura 7.2).

Figura 7.2 – Detalhamento das etapas (atividades) de método científico desenvolvidas com estudantes participantes de um projeto de Monitoramento Participativo de Águas Urbanas (2013 a 2017).

E então, nessa proposta de método científico, buscamos instituições de ensino básico (a partir do 5º ano) interessadas em desenvolver um monitoramento participativo de rios urbanos em um ecossistema aquático próximo à escola, do mesmo modo que propusemos a vocês. E, pasmem, encontramos 54 escolas interessadas em realizar este monitoramento. A partir de uma comunidade escolar tão participativa e empolgada, nós, então, contamos com a colaboração de nossos parceiros por 5 anos de projeto. E, é chegada a hora de apresentarmos a vocês todas as instituições que foram fundamentais em incentivar e apoiar professores e estudantes a desenvolver ciência moderna em suas regiões, ou seus territórios. Com vocês, nossos “Centros de pesquisa adaptada em Ecologia Aquática” (Tabela 7.1).

Tabela 7.1 - Escolas, municípios, número de professores, número e idade escolar de estudantes e, ecossistemas aquáticos monitorados das bacias dos rios das Velhas e Paraopeba, alto São Francisco, Minas Gerais - “Centros de pesquisa adaptada em Ecologia Aquática”.

Escolas (ensino básico)	Municípios	Professores (número)	Estudantes (número)	Idade escolar	Ecossistema Aquático monitorado
Escolas Públicas Estaduais					
Alessandra Salum Cadar	Ribeirão das Neves	2	30	Fundamental II	Córrego bairro Eliane
Barão de Paraopeba	Congonhas	2	30	Fundamental II	Rio Maranhão
Bolívar Tinoco Mineiro	Belo Horizonte	4	30	Ensino Médio	Ribeirão da Onça
Engenheiro Francisco Bicalho	Belo Horizonte	2	30	Ensino Médio	Córrego Clemente
Geraldina Ana Gomes	Belo Horizonte	6	64	Ensino Médio/ Fundamental II	Córrego Baleares
Geraldo Bittencourt	Conselheiro Lafaiete	2	20	Fundamental II	Córrego Ventura Luiz
José Bonifácio Nogueira	Ribeirão das Neves	2	30	Fundamental II	Córrego Parque Ecológico
Laurita de Mello Moreira	Contagem	2	39	Fundamental II	Córrego da Bragança
Madre Carmelita	Belo Horizonte	2	40	Ensino Médio	Lagoa da Pampulha
Maria Andrade Resende	Belo Horizonte	2	30	Ensino Médio	Córrego Olhos D'água
Maria Carolina Campos	Belo Horizonte	4	40	Ensino Médio	Córrego do Capão
Melo Viana	Esmeraldas	6	30	Fundamental II	Córrego Distrito Melo Viana
Nilo Maurício Trindade Figueiredo	Lagoa Santa	2	17	Fundamental II	Lagoa Central
Presidente Tancredo Neves	Belo Horizonte	4	65	Ensino Médio	Córrego Saramenha
Prof. Alisson Pereira Guimarães	Belo Horizonte	2	26	Fundamental II	Córrego Ressaca
Professora Conceição Hilário	Contagem	2	28	Fundamental II	Lagoa do Córrego Ferrugem
Romualdo José da Costa	Ribeirão das Neves	2	21	Fundamental II	Córrego bairro Areias
São João de Escócia	Santa Luzia	2	48	Ensino Médio	Ribeirão Baronesa
Senador Melo Viana	Moeda	6	52	Ensino Médio	Ribeirão Contenda Ribeirão Porto Alegre

Escolas Públicas Municipais					
Adauto Lúcio Cardoso	Belo Horizonte	4	150	Fundamental I	Córrego do Capão
Amynthas Jacques de Moraes	Congonhas	4	30	Fundamental I	Rio Soledade
Ana Amélia Queiroz	Itabirito	4	35	Fundamental II	Córrego bairro Gutierrez
Aurélio Pires	Belo Horizonte	2	22	Fundamental I	Córrego Brejinho
CEMI Prof. Alcides Rodrigues	Itabirito	3	20	Fundamental II	Córrego da Carioca
Colégio Municipal Pio XII	Ouro Branco	2	25	Fundamental II	Lagoa Praça de Eventos
Conceição Lima Guimarães	Congonhas	2	30	Fundamental I	Rio Maranhão
Dinorah Magalhães Fabri	Belo Horizonte	2	26	Fundamental I	Córrego Clemente
Dona Caetana Pereira Trindade	Congonhas	2	13	Fundamental II	Fonte Nossa Sra da Ajuda
Hélio Pellegrino	Belo Horizonte	6	65	Fundamental II	Córrego N. Sra da Piedade
Herbert José de Souza	Belo Horizonte	2	23	Fundamental I	Ribeirão da Onça
Isaura Mendes	Ouro Preto	2	15	Fundamental II	---
José de Anchieta	Ouro Branco	2	20	Fundamental I	Córrego João Gote
José Ferreira Bastos	Itabirito	3	32	Fundamental II	Córrego da Carioca Córrego Cardoso
José Monteiro de Castro	Congonhas	2	30	Fundamental I	Córrego bairro Boa Vista
Josefina Sousa Lima	Belo Horizonte	4	65	Fundamental II	Córrego Primeiro de Maio
Judith Augusta Ferreira	Congonhas	2	21	Fundamental II	Rio Maranhão
Laura Queiroz	Itabirito	2	24	Fundamental I	Rio Itabirito
Livremente	Ouro Branco	2	30	Fundamental II	Nascente bairro Pioneiros
Manoel Salvador de Oliveira	Itabirito	5	40	Fundamental II	Córrego bairro São José
Marechal Deodoro da Fonseca	Conselheiro Lafaiete	3	30	Fundamental I	Rio Bananeiras - montante
Maria Auxiliadora Torres	Ouro Branco	3	24	Fundamental I	Córrego do Buraquinho
Maria Silva Lucas	Contagem	2	34	Fundamental II	Córrego João Gomes
Meridional	Conselheiro Lafaiete	4	30	Fundamental II	Córrego Ventura Luiz
Monsenhor Rafael	Ouro Preto	4	30	Fundamental II	Lago Soledade
Nossa Senhora do Carmo	Ouro Branco	4	48	Fundamental II	Córrego Povoado Cristais
Oswaldo Cruz	Ouro Branco	3	24	Fundamental II	Córrego Povoado Castiliano
Professora Celina Cruz	Ouro Preto	2	10	Fundamental I	Córrego Carro Quebrado
Raimundo Campos	Ouro Branco	2	12	Fundamental II	Córrego Povoado Olaria
Romeu Guimarães	Conselheiro Lafaiete	3	27	Fundamental I	Rio Bananeiras – jusante
Rosália Andrade da Glória	Congonhas	3	65	Fundamental II	Córrego Goiabeiras
Sônia Braga da Cruz	Contagem	2	21	Fundamental I	Córrego Bom Jesus

Escolas Privadas					
Instituto Santo Antônio de Pádua	Itabirito	3	29	Fundamental II	Lagoa Parque Ecológico
SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial	Ouro Branco	2	22	Ensino Técnico	Córrego Chácara
SESI - Serviço Social da Indústria	Ouro Branco	2	18	Fundamental I	Córrego bairro 1º de Maio
TOTAL 54 Escolas	12	155 professores	1.810 Estudantes		46 ecossistemas aquáticos

Como vocês podem constatar pela Tabela 7.1, foram muitas instituições que envolveram professores de diferentes disciplinas (olha a transdisciplinaridade aqui, novamente!) que, por sua vez, envolveram uma turma de estudantes e estes, juntos, avaliaram 46 ecossistemas aquáticos urbanos (rios, riachos, ribeirões, lagoas, entre outros). Para avaliar a qualidade ecológica de águas urbanas, essas escolas utilizaram as mesmas metodologias que vocês também poderão utilizar nos seus projetos de Ecologia Aquática, apresentadas através do Módulo II (Bases Metodológicas) deste livro, considerando a escala espacial (diferentes riachos locais) e temporal (coletas mensais ao longo de um ano). Todas as escolas participantes ficam no estado de Minas Gerais, pertencem a 12 municípios e fazem parte de duas importantes sub-bacias hidrográficas tributárias do rio São Francisco. Lembrem-se das grandes bacias hidrográficas brasileiras no Capítulo 2? Pois bem, nós nos localizamos na bacia do rio São Francisco (Tabela 2.3). Vivemos no trecho alto desta bacia (ver Figura 4.1, Capítulo 4). Olha a importância do arcabouço teórico aí gente!!! No estado de Minas Gerais localizam-se as cabeceiras do rio São Francisco. As escolas apresentadas na Tabela 7.1 estão localizadas nas sub-bacias dos rios Paraopeba e das Velhas, dois importantes afluentes desta grande bacia hidrográfica brasileira. E por que esses rios são importantes? O Rio Paraopeba é genuinamente mineiro, com sua nascente localizada ao sul, no município de Cristiano Ottoni e sua foz na represa de Três Marias (município de Felixlândia). O Rio das Velhas também é mineiro, com sua nascente localizada no distrito de São Bartolomeu (município de Ouro Preto) e sua foz no distrito de Barra do Guacuy (município de Várzea da Palma). Enquanto o rio Paraopeba percorre 510 km e sua bacia cobre 13.643 km² (35 municípios), o rio das Velhas percorre 801 km e sua bacia cobre 29.173 km² (51 municípios). Isso significa que esses dois rios que cruzam o estado de Minas Gerais paralelamente, banham, juntos, 86 municípios no estado, incluindo a região metropolitana de Belo Horizonte (com população de mais de 5 milhões de habitantes). Conseguem visualizar a importância desses dois afluentes do rio São Francisco? As influências que as sub-bacias dos rios Paraopeba e das Velhas oferecem à bacia do rio São Francisco apresentam muita associação com os efeitos das atividades antrópicas sobre as bacias hidrográficas urbanas discutidas no Capítulo 2. Isso se deve às influências urbanas de diferentes categorias (grandes aglomerações humanas, industrialização, agricultura, pastagem, entre outras). Pois bem, como discutimos ao longo deste livro (especialmente nos Capítulos 2 e 4), muito mais do que a influência de divisões administrativas de território (municípios e estados), as influências que as 54 escolas avaliaram

através do monitoramento participativo de rios urbanos são comuns a outras regiões no nosso país. Toda a influência urbana avaliada através dos 46 ecossistemas aquáticos apresentados na Tabela 7.1 alcança o oceano Atlântico entre os estados de Alagoas e Sergipe (onde se encontra a foz do rio São Francisco). Cada nascente, córrego, ribeirão ou lagoa avaliada por esses estudantes e professores considera aquela influência das cabeceiras que será fundamental para a manutenção da boa qualidade de águas e fornecimento de bens e serviços ecossistêmicos para a bacia do rio São Francisco, que abrange 521 municípios.

Em termos de números, já estamos convencidos da importância deste monitoramento, não estamos? E em termos de resultados, vocês são capazes de pensar em alguma hipótese para a abrangência dessa avaliação? Afinal, se estão mais próximos das cabeceiras e pertencem ao trecho alto, era esperado que os rios estivessem em melhores condições? Qual a expectativa de vocês? Essa será a “cena dos nossos próximos capítulos” ou, na verdade, “próximos parágrafos”. Antes, vamos visualizar a abrangência desse monitoramento através dessas duas sub-bacias e desses 46 ecossistemas aquáticos urbanos (Figura 7.3).

Mapa: Diego R. Macedo

Figura 7.3 – Localização das sub-bacias dos rios Paraopeba e das Velhas, bacia do rio São Francisco, estado de Minas Gerais (área de atuação do “Monitoramento Participativo de Águas Urbanas - 2013 a 2017”).

Classificando nossos ecossistemas aquáticos

Como vocês podem observar no mapa (Figura 7.3), os 46 ecossistemas aquáticos avaliados estavam concentrados em duas áreas importantes em termos de contribuição para a bacia do rio São Francisco. Uma delas, a região metropolitana de Belo Horizonte, abrange ecossistemas amostrados nos municípios de Belo Horizonte, Contagem, Esmeraldas, Lagoa Santa, Ribeirão das Neves e Santa Luzia e toda sua influência urbana (aglomerações humanas e industriais, principalmente). A outra região envolve parte do Quadrilátero Ferrífero e abrange os ecossistemas amostrados nos municípios de Congonhas, Conselheiro Lafaiete, Itabirito, Moeda, Ouro Branco e Ouro Preto e toda sua influência potencial de extração de minério de ferro, principalmente. Como vocês imaginam que nós poderíamos prever o que encontraríamos, ou seja, qual seriam nossa hipótese e previsões para a qualidade ecológica dos nossos ecossistemas? Como dissemos antes, é quase um senso comum a situação de cada ecossistema para as comunidades ribeirinhas. Então, cada escola tinha uma previsão do que encontraria em suas avaliações ecológicas, com base na visão geral do ecossistema (odor, coloração, presença de lixo nas margens, entre outras indicações). Houve escolas que gostariam de avaliar ecossistemas aquáticos dentro de áreas protegidas, incluindo parques urbanos nos municípios (então estes poderiam estar em condições melhores, concordam?). Com base na diversidade de situações que teríamos em nossos diversificados tipos de ecossistemas aquáticos a serem avaliados pelas equipes parceiras, determinamos a nossa hipótese e previsões. E como chegamos a elas? Montando o nosso mapa mental, afinal, vocês não pensaram que ficaríamos sem ele, ou pensaram?! (Tabela 7.2)

Tabela 7.2 – Principais etapas do Método Científico (ver Capítulo 3), para definição do Projeto “Monitoramento Participativo de Águas Urbanas, 2013 a 2017”.

Etapas do Método Científico		
Evidência		Temos 46 ecossistemas aquáticos em diferentes condições ecológicas de qualidade ambiental.
Pergunta		As atividades humanas no entorno são responsáveis por essas condições ecológicas?
Hipótese		Ecossistemas sob menor influência de atividades antrópicas terão melhor qualidade ecológica de águas.
Previsões		<p>1º. Ecossistemas com menor densidade populacional terão menores valores de índices de distúrbios humanos em escalas local e regional.</p> <p>2º. Ecossistemas com menor densidade populacional atenderão à legislação ambiental (Resolução CONAMA 357/2005), com valores dentro dos limites de águas classe 2.</p> <p>3º. Ecossistemas com menor densidade populacional apresentarão maiores resultados do índice biológico.</p>

Nas previsões do Projeto Monitoramento Participativo (2013-2017) assumimos que o aumento na densidade populacional do município influenciaria negativamente a qualidade ecológica de seus ecossistemas aquáticos. É fato que essa previsão não foi totalmente acertada em muitas ocasiões, mas era nosso momento científico de confirmá-la. Então, partindo da previsão de que os municípios influenciam a qualidade ecológica de seus rios e riachos, nós classificamos os ecossistemas aquáticos. Prioritariamente, nos baseamos na densidade populacional, ou seja, o número de habitantes por km² de cada município o que poderia, potencialmente, influenciar os ecossistemas aquáticos na região. Dessa forma, classificamos os ecossistemas conforme a Figura 7.4.

Figura 7.4 – Classificação dos 46 ecossistemas aquáticos avaliados no Projeto “Monitoramento Participativo de Águas Urbanas, 2013 a 2017” com base na densidade populacional no município.

Pois bem, a partir de então definimos, como vocês podem observar acima, 10 ecossistemas aquáticos que consideramos em condições de referência, situados dentro de áreas preservadas (parques urbanos e uma reserva particular) nos municípios de Belo Horizonte, Contagem, Itabirito, Ouro Branco e Ribeirão das Neves. Consideramos 9 ecossistemas aquáticos como potenciais para classificação como “minimamente perturbados”, para aqueles que estavam inseridos em municípios com menos de 100 habitantes por km² (Esmeraldas, Itabirito, Moeda e Ouro Preto). Para 16 ecossistemas aquáticos, consideramos potencial para estarem “moderadamente perturbados”, com populações entre 100 e 400 habitantes por km², nos municípios de Congonhas, Conselheiro Lafaiete, Lagoa Santa e Ouro Branco. Por fim, os ecossistemas aquáticos inseridos em municípios com mais de 400

habitantes por km² foram considerados como potenciais para classificação como sendo “altamente perturbados”, em Belo Horizonte, Contagem, Ribeirão das Neves e Santa Luzia. Pronto, com base na expectativa que nossa hipótese fosse confirmada, “ECOSSISTEMAS COM MENOR ATIVIDADE ANTRÓPICA TERÃO MELHOR QUALIDADE ECOLÓGICA DE ÁGUAS”, seguimos à próxima etapa do Método Científico: A EXPERIMENTAÇÃO e, portanto, saímos para nossas atividades em campo.

Em campo tivemos a oportunidade de visualizar ecossistemas aquáticos com diferentes qualidades ecológicas em cada categoria pré-determinada em função da densidade populacional. Assim, para ecossistemas em condições de referência, pudemos observar tanto riachos em áreas conservadas há mais de 20 anos como ecossistemas em áreas que foram criadas há menos de 10 anos para preservar nascentes. Com base em nosso arcabouço teórico, estas situações distintas estariam definidas como a melhor condição ecológica disponível para a região (Figura 7.5).

Figura 7.5 – Exemplos de ecossistemas aquáticos amostrados pelo “Monitoramento Participativo de Águas Urbanas, 2013-2017” classificados como áreas de referência: (A) Córrego Clemente – Parque Municipal Roberto Burle Marx, (B) Córrego e Parque Nossa Senhora da Piedade – revitalizado no ano de 2008, ambos em Belo Horizonte.

Para áreas com menos de 100 hab/km², ou as consideradas sob mínima perturbação por nosso projeto, encontramos tanto regiões pouco densas (áreas rurais) como concentração humana no entorno de ecossistemas que estavam inseridos na área urbana do município (Figura 7.6).

Figura 7.6 – Exemplos de ecossistemas aquáticos amostrados pelo “Monitoramento Participativo de Águas Urbanas, 2013-2017” classificados como potencial para mínima perturbação (< 100 hab/km²): (A) Córrego Carro Quebrado, Distrito de Mota, Ouro Preto, (B) córrego no município de Esmeraldas.

Em áreas consideradas como moderadamente perturbadas por nós (< 100 > 400 hab/km²), encontramos, novamente, tanto ecossistemas inseridos nas áreas rurais quanto na concentração urbana dos municípios (Figura 7.7).

Figura 7.7 – Exemplos de ecossistemas aquáticos amostrados pelo “Monitoramento Participativo de Águas Urbanas, 2013-2017” classificados como potencial para moderada perturbação (> 100 < 400 hab/km²): (A) Córrego Goiabeiras, (B) Rio Soledade, Distrito de Lobo Leite, ambos de Congonhas.

No caso das áreas consideradas como altamente perturbadas (> 400 hab/km²) nos pareceu serem preferencialmente influenciadas por urbanização em seu entorno (Figura 7.8).

Figura 7.8 – Exemplos de ecossistemas aquáticos amostrados pelo “Monitoramento Participativo de Águas Urbanas, 2013-2017” classificados como potencial para alta perturbação (> 400 hab/km²): (A) Córrego do Capão, Belo Horizonte, (B) córrego no bairro Eliane, município de Ribeirão das Neves.

E, como vocês imaginam, mesmo que a impressão causada pela observação e a previsão sobre a avaliação da qualidade ecológica de cada ecossistema aquático fosse consenso entre os membros da equipe, era hora de testá-la. Como poderíamos realizar esses testes? Atuando, cientificamente, e aplicando as nossas metodologias de avaliação de qualidade ecológica de ecossistemas aquáticos (que vocês também já conhecem bem) na tentativa de confirmarmos ou não a nossa hipótese. Iniciamos nossa avaliação aplicando o Protocolo de Hábitats Físicos para calcular o nosso índice local (Figura 7.9).

Figura 7.9 – Atividades práticas de campo aplicação de protocolo de habitats físicos (índice local) do “Monitoramento Participativo de Águas Urbanas, 2013-2017”.

Com o entorno no ecossistema avaliado, com base em nosso protocolo, seguimos com as demais metodologias de campo. A próxima atividade foi realizar a coleta de água para posterior análise física e química de coluna d’água e a amostragem qualitativa de macroinvertebrados bentônicos bioindicadores para o cálculo de nosso índice biológico (Figura 7.10).

Figura 7.10 – Atividades práticas de campo coleta de macroinvertebrados bentônicos (índice biológico) do “Monitoramento Participativo de Águas Urbanas, 2013-2017”.

Após realizar as atividades de campo, era hora das análises em laboratório, onde nossa primeira avaliação foi a qualidade física e química de coluna d'água com a metodologia de kits colorimétricos (ecokits) (Figura 7.11).

Figura 7.11 – Atividades práticas em laboratório durante análises de parâmetros físicos e químicos de coluna d'água (CONAMA 357/2005) do “Monitoramento Participativo de Águas Urbanas, 2013-2017”.

E, para a realização de nosso índice biológico, passamos para as etapas seguintes de triagem (separação) e identificação (organização por grupos taxonômicos) das amostras de bioindicadores bentônicos (Figuras 7.12 e 7.13).

Figura 7.12 – Atividades práticas em laboratório durante triagem de macroinvertebrados bentônicos (índice biológico) do “Monitoramento Participativo de Águas Urbanas, 2013-2017”.

Figura 7.13 – Atividades práticas em laboratório durante a identificação de macroinvertebrados bentônicos (índice biológico) do “Monitoramento Participativo de Águas Urbanas, 2013-2017”.

Realidade ambiental de bacias hidrográficas urbanas

Após passar por todas as etapas metodológicas descritas nos Capítulos 4 a 6, como ilustrado nas Figuras 7.9 a 7.13, é chegada a hora de avaliarmos e discutirmos nossos resultados. Qual é a qualidade ecológica das bacias hidrográficas avaliadas? Nossa hipótese, que relaciona perturbação com densidade populacional, pôde ser confirmada? A seguir, serão apresentados os resultados médios da classificação dos 46 ecossistemas aquáticos avaliados. Estes resultados estão separados por tabelas com base na divisão prévia de densidade populacional (Tabelas 7.3 a 7.6).

Tabela 7.3 – Resultados do cálculo de índice local, índice regional, índice biológico e de qualidade de águas (Classe 2 – CONAMA 357/2005) nos ecossistemas aquáticos considerados como em **CONDIÇÕES DE REFERÊNCIA** (localizados dentro de áreas preservadas) pela equipe de jovens ecólogos aquáticos do Programa de Monitoramento Participativo de Águas Urbanas, 2013 a 2017.

Ecossistemas	Sub-Bacias	Índice Local*1	Índice Regional*2	Índice Biológico*3	Qualidade de Águas	
					Atendimento limites Classe 2 CONAMA – 357/2005*4	Parâmetros não atendidos NÃO atendeu aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005
Córrego do Clemente Parque Municipal Roberto Burle Marx	Velhas	80	0,23	7,73	Sim	---
Córrego Baleares Parque Municipal José Lopes dos Reis	Velhas	65	3,78	6,49	Não	Fósforo acima do limite recomendado
Córrego Parque Ecológico Parque Ecológico de Ribeirão das Neves	Velhas	70	3,26	5,30	Não	Fósforo acima do limite recomendado
Lagoa do Córrego Ferrugem Parque Ecológico Thiago Rodrigues Ricardo	Velhas	60	3,77	2,02	Sim	---
Córrego Ressaca Parque Municipal Ursulina de Andrade Mello	Velhas	60	2,90	3,41	Não	Fósforo acima do limite recomendado
Córrego N. Sra da Piedade Parque Municipal Nossa Senhora da Piedade	Velhas	55	3,56	3,54	Não	Fósforo acima do limite recomendado
Córrego Primeiro de Maio Parque Municipal Primeiro de Maio	Velhas	55	3,58	4,25	Sim	---
Lago Soledade Fazenda do Cadete	Paraopeba	70	0,58	5,85	Sim	---
Córrego Bom Jesus Parque do Confisco	Velhas	55	0,95	3,31	Sim	---
Lagoa Parque Ecológico Parque Ecológico de Itabirito	Paraopeba	60	2,93	4,20	Sim	---

*1 Índice local: mínima perturbação (> 68 pontos); moderada perturbação (40 a 68 pontos); alta perturbação (< 40 pontos)
*2 Índice regional: mínima perturbação (0 a 1 pontos); moderada perturbação (1 a 3 pontos); alta perturbação (3 a 4 pontos)
*3 Índice biológico: mínima perturbação (> 6 pontos); moderada perturbação (3 a 6 pontos); alta perturbação (< 3 pontos)
*4 Qualidade de águas: atendeu ou não atendeu aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

A Tabela 7.3 descreve os resultados da avaliação de qualidade ecológica dos ecossistemas aquáticos em condições de referência ou na melhor condição ecológica disponível por localizarem-se em áreas protegidas urbanas (parques municipais e uma reserva particular). Deixamos marcadas, para visualização, cores que determinam as condições de cada índice: azul reflete boas condições; marrom, condições moderadas (medianas); e vermelho, condições ruins. Então, para que os ecossistemas aquáticos estivessem em boas condições ecológicas como esperado, imaginávamos que todas as marcações deveriam estar em azul, concordam? Para nossa surpresa e, imaginamos, que para a de vocês também, apenas uma de nossas áreas protegidas respondeu positivamente a todos os índices utilizados: córrego do Clemente, no Parque Municipal Roberto Burle Marx, situado na região metropolitana de Belo Horizonte. Esse córrego apresentou condições de mínimo impacto em relação a todos os índices utilizados. Dessa forma, podemos associar o índice biológico à manutenção da qualidade química e física de coluna d’água. Esta, por sua vez, reflete as boas condições de entorno (índice local) e da microbacia em um raio de 1km (índice regional). Esses resultados seriam os esperados para todas as áreas de referência. Além disso, deveriam ser nossa meta para todos os ecossistemas aquáticos urbanos. Porém, como pudemos observar, a realidade nem sempre corresponde às nossas expectativas. Qual seria

a nossa avaliação, com base em nosso arcabouço teórico, para o que observamos em nossas áreas de referência? Para isso, vamos avaliar os nossos resultados a partir da maior escala (índice regional), que nos indica a influência da bacia hidrográfica, ou seja, no raio de 1 km na microbacia. Esse índice regional classifica os ecossistemas de 0 a 4, onde quanto mais próximo de 0 menor a pressão de atividades humanas e, quanto mais próximo de 4, maior a pressão urbana. A partir de então, relembrem nossas discussões anteriores (Módulos I e II) sobre a importância das influências urbanas sobre as bacias hidrográficas. E, com base em nossos valores acima (Tabela 7.3), esse é, justamente, o principal problema das áreas de referência ou áreas protegidas urbanas. Essas áreas, apesar de protegidas em seu entorno, ainda sofrem influência urbana dentro de suas bacias hidrográficas que refletem na qualidade física, química e biológica de coluna d’água dos ecossistemas aquáticos, o que foi confirmado pelos índices utilizados. Esses resultados confirmam o quanto é importante estarmos atentos ao nosso arcabouço teórico relacionado aos efeitos antrópicos sobre as bacias hidrográficas urbanas. Dessa forma, mesmo as áreas protegidas em grandes cidades utilizadas para lazer e contemplação nem sempre têm boa qualidade ecológica. Estas áreas também devem ser consideradas na implementação de medidas de recuperação de ecossistemas aquáticos urbanos junto aos gestores (p. ex. câmara de vereadores, secretarias de município, assembleias legislativas, prefeituras, entre outros órgãos públicos). Os resultados desse monitoramento participativo foram uma importante ferramenta para que escolas das bacias dos rios Paraopeba e das Velhas tenham consciência e busquem informações sobre possíveis problemas ambientais em suas áreas protegidas. Muitos desses problemas podem ser influenciados pela utilização dessas áreas pela população para lazer e turismo, atividades que também geram impacto. Destino inadequado de lixo, alimentação de animais de espécies silvestres, remoção de espécies vegetais e animais dos ecossistemas também são exemplos de uso inadequado de parques urbanos. Nesse caso, a busca pela sustentabilidade de áreas urbanas protegidas como parques municipais necessita de uma gestão coletiva e integrada que se inicia pela educação da população, ou seja, ações de educação ambiental em sua região. Além disso, um dos principais focos de problemas tem sido a ocupação urbana no entorno, incluindo a impermeabilização de superfícies dos solos, drenagem pelas chuvas e falta de saneamento adequado. Esses fatores reduzem a qualidade ambiental de nascentes localizadas dentro de parques municipais. Então, se temos ou queremos parques e áreas verdes para nosso lazer em nossos bairros ou nossas cidades, que comecemos a utilizar nossos conhecimentos em Ecologia para mantê-las ou criá-las por meio de solicitações formais aos nossos gestores e administradores municipais. Este pode ser um dos objetivos propostos por vocês através da direção de sua escola!

Agora, a partir de nossa avaliação de áreas em melhores condições ecológicas disponíveis em nossa região, é hora também de avaliarmos os resultados obtidos para as áreas que sofrem influência direta da urbanização com diferentes níveis de perturbação (diferentes densidades populacionais em seus municípios de entorno) (Tabelas 7.4 a 7.6).

Tabela 7.4 – Resultados dos índices local, regional, biológico e de qualidade de águas (Classe 2 – CONAMA 357/2005) de ecossistemas aquáticos considerados como sob **MÍNIMA PERTURBAÇÃO** (inseridos em municípios com menos de 100 hab/km²) pela equipe de jovens ecólogos aquáticos do Programa de Monitoramento Participativo de Águas Urbanas, 2013 a 2017.

Ecossistemas	Sub-Bacias	Índice Local*1	Índice Regional*2	Índice Biológico*3	Qualidade de Águas	
					Atendimento limites Classe 2 CONAMA – 357/2005*4	Parâmetros não atendidos NÃO atendeu aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005
Córrego Distrito Melo Viana	Velhas	90	0,99	8,17	Sim	
Córrego da Carioca	Velhas	30	2,80	1,55	Não	Fósforo acima do limite recomendado
Córrego Cardoso	Velhas	55	2,92	3,17	Sim	
Ribeirão Contenda	Paraopeba	45	2,10	4,62	Sim	
Ribeirão Porto Alegre	Paraopeba	50	0,68	6,10	Não	Fósforo acima do limite recomendado
Córrego bairro Gutierrez	Velhas	35	2,23	2,39	Sim	
Córrego bairro São José	Velhas	50	1,80	5,13	Sim	
Córrego Carro Quebrado	Paraopeba	85	0,66	6,63	Sim	
Rio Itabirito	Velhas	40	3,56	1,99	Sim	

*1 Índice local: **mínima perturbação** (> 68 pontos); **moderada perturbação** (40 a 68 pontos); **alta perturbação** (< 40 pontos)
*2 Índice regional: **mínima perturbação** (0 a 1 pontos); **moderada perturbação** (1 a 3 pontos); **alta perturbação** (3 a 4 pontos)
*3 Índice biológico: **mínima perturbação** (> 6 pontos); **moderada perturbação** (3 a 6 pontos); **alta perturbação** (< 3 pontos)
*4 Qualidade de águas: **atendeu** ou **não atendeu** aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

A Tabela 7.4 descreve os resultados alcançados para os ecossistemas aquáticos que consideramos, prioritariamente, sob mínima perturbação, ou seja, inseridos em municípios com densidade populacional menor que 100 habitantes/km². Mantivemos o mesmo padrão de informação com cores determinantes das condições alcançadas para cada parâmetro, seguindo o formato da tabela anterior. Desta vez, dois de nossos ecossistemas aquáticos responderam positivamente a todos os índices utilizados: o córrego Carro Quebrado, situado no distrito de Mota, município de Ouro Preto e um córrego que passa pelo distrito de Melo Viana, no município de Esmeraldas. Esses dois córregos sofrem, em seu entorno, principalmente, influência de atividades de subsistência de agricultura familiar e pastagem. O que isso significa? Tanto Mota quanto Melo Viana são distritos de baixa concentração urbana e não apresentam áreas de agricultura e pecuária em larga escala. Isso influencia diretamente a qualidade ecológica de seus ecossistemas aquáticos. No entanto, a população ribeirinha deve se manter atenta e atuante na conservação e manutenção de seus cursos d’água. Os demais ecossistemas aquáticos analisados apresentaram perturbação moderada à alta, indicativo de que, apesar da menor densidade populacional, as atividades de urbanização nesses municípios não estão, provavelmente, sendo controladas de forma satisfatória. Portanto, reforçamos que é chegada a hora dos moradores ribeirinhos começarem a atuar em prol da manutenção e da recuperação de seus ecossistemas aquáticos. E os resultados obtidos por meio do monitoramento podem ser base para a proposição de medidas de conservação pelos tomadores de decisão.

A Tabela 7.5 descreve os resultados alcançados para os ecossistemas aquáticos que consideramos, prioritariamente, com moderada perturbação, ou seja, inseridos em municípios

com densidade populacional entre 100 e 400 habitantes/km². Mantivemos o mesmo padrão de marcação de cores das condições alcançadas para cada índice, do mesmo modo que nas tabelas anteriores. Mais uma vez, um de nossos ecossistemas aquáticos respondeu positivamente a todos os índices utilizados, o córrego do Povoado de Castiliano, município de Ouro Branco. Esse córrego, apesar de pertencer a um município com mais de 100 hab/km², localiza-se em zona rural. Isso significa que, assim como os córregos de Mota e Melo Viana, o seu entorno é afetado especialmente por atividades de subsistência e mínima concentração urbana. Nota-se, a partir dessa tabela, redução dos valores do índice biológico que classificou metade dos ecossistemas aquáticos como altamente perturbados. Isso reflete a influência de atividades urbanas e, como salientamos anteriormente, destaca a importância das comunidades de macroinvertebrados como bioindicadores de qualidade de águas. Os resultados do monitoramento participativo refletem, novamente, a necessidade de atuação urgente da comunidade ribeirinha na busca de soluções para recuperação dos ecossistemas aquáticos em seus municípios.

Tabela 7.5 – Resultados dos índices local, regional, biológico e de qualidade de águas (Classe 2 – CONAMA 357/2005) dos ecossistemas aquáticos considerados como sob MODERADA PERTURBAÇÃO (inseridos em municípios entre 100 e 400 hab/km²) pela equipe de jovens ecólogos aquáticos do Programa de Monitoramento Participativo de Águas Urbanas, 2013 a 2017.

Ecossistemas	Sub-Bacias	Índice Local*1	Índice Regional*2	Índice Biológico*3	Qualidade de Águas	
					Atendimento limites Classe 2 CONAMA – 357/2005*4	Parâmetros não atendidos NÃO atendeu aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005
Lagoa Central – Lagoa Santa	Velhas	50	3,66	2,88	Não	Fósforo acima do limite recomendado
Rio Maranhão	Paraopeba	20	2,33	1,72	Não	Fósforo acima do limite recomendado
Córrego João Gote	Paraopeba	30	1,20	2,37	Não	Fósforo acima do limite recomendado
Córrego Bananeiras – jusante	Paraopeba	20	1,38	2,05	Não	Fósforo acima do limite recomendado
Córrego Goiabeiras	Paraopeba	55	1,00	4,76	Sim	--
Lagoa Pça de Eventos	Paraopeba	35	2,79	3,17	Sim	--
Córrego bairro Boa Vista	Paraopeba	50	2,14	5,74	Sim	--
Nascente bairro Pioneiros	Paraopeba	50	2,92	2,60	Sim	--
Córrego Ventura Luiz	Paraopeba	45	2,87	2,96	Não	Fósforo acima do limite recomendado
Córrego bairro 1º de Maio	Paraopeba	60	1,70	3,63	Sim	--
Córrego Povoado Castiliano	Paraopeba	70	0,99	6,52	Sim	--
Córrego Bananeiras – montante	Paraopeba	50	3,76	1,85	Não	Fósforo acima do limite recomendado
Rio Soledade	Paraopeba	55	1,39	4,65	Não	Fósforo acima do limite recomendado
Fonte Nossa Sra da Ajuda	Paraopeba	70	0,62	4,91	Sim	--
Córrego do Buraquinho	Paraopeba	35	3,28	2,01	Não	Fósforo acima do limite recomendado
Córrego Chácara	Paraopeba	20	3,24	5,42	Não	Nitrogênio acima do limite recomendado

*1 Índice local: mínima perturbação (> 68 pontos); moderada perturbação (40 a 68 pontos); alta perturbação (< 40 pontos)
*2 Índice regional: mínima perturbação (0 a 1 pontos); moderada perturbação (1 a 3 pontos); alta perturbação (3 a 4 pontos)
*3 Índice biológico: mínima perturbação (> 6 pontos); moderada perturbação (3 a 6 pontos); alta perturbação (< 3 pontos)
*4 Qualidade de águas: atendeu ou não atendeu aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

Para finalizar, a Tabela 7.6 descreve os resultados alcançados para os ecossistemas aquáticos que consideramos, prioritariamente, sob alta perturbação e inseridos em municípios com densidade populacional maior que 400 habitantes/km². O padrão de marcação se manteve com cores que determinam as condições alcançadas para cada índice, como nas tabelas anteriores. Os resultados desta tabela confirmam o aumento da degradação aquática em função do aumento das pressões antrópicas no entorno. Moradores dessas regiões devem dar um passo à frente em busca de melhores condições ambientais e de novas perspectivas de utilização dos bens e serviços ecossistêmicos. Na situação atual, os ecossistemas urbanos não oferecem nenhum bem ou serviço além de transportar dejetos domésticos e sanitários não tratados, sendo foco de problemas relacionados à veiculação hídrica de doenças e impossibilidade de uso de suas águas. Nossa meta é que, com conhecimento adequado, populações de grandes aglomerações urbanas se tornem ativas na busca pela melhoria dessa situação, comprovada por resultados de programas de monitoramento participativo.

Tabela 7.6 – Resultados dos índices local, regional, biológico e de qualidade de águas (Classe 2 – CONAMA 357/2005) e ecossistemas aquáticos considerados como sob ALTA PERTURBAÇÃO (inseridos em municípios com mais de 400 hab/km²) para a equipe de jovens ecólogos aquáticos do Programa de Monitoramento Participativo de Águas Urbanas, 2013 a 2017.

Ecossistemas	Sub-Bacias	Índice Local*1	Índice Regional*2	Índice Biológico*3	Qualidade de Águas	
					Atendimento limites Classe 2 CONAMA – 357/2005*4	Parâmetros não atendidos NÃO atendeu aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005
Córrego bairro Eliane	Velhas	20	3,78	2,05	Não	Fósforo e Nitrogênio acima do limite recomendado
Córrego da Bragança	Velhas	30	3,72	3,63	Não	pH ácido
Córrego Olhos D'água	Velhas	30	3,72	2,99	Não	Fósforo e Nitrogênio acima do limite recomendado
Córrego do Capão	Velhas	15	3,70	2,25	Não	Fósforo acima do limite recomendado
Córrego Saramenha	Velhas	15	3,79	2,14	Não	Fósforo acima do limite recomendado
Córrego bairro Areias	Velhas	65	1,06	3,38	Não	Fósforo acima do limite recomendado
Ribeirão Baronesa	Velhas	24	2,99	2,65	Não	Fósforo acima do limite recomendado
Córrego Brejinho	Velhas	65	3,67	2,16	Sim	Fósforo acima do limite recomendado
Córrego João Gomes	Velhas	35	3,91	2,01	Não	Oxigênio dissolvido e Fósforo fora dos limites recomendados
Ribeirão da Onça	Velhas	10	3,81	1,76	Não	Fósforo e Nitrogênio acima do limite recomendado
Lagoa da Pampulha	Velhas	20	2,16	2,72	Não	Fósforo e Nitrogênio acima do limite recomendado

*1 Índice local: mínima perturbação (> 68 pontos); moderada perturbação (40 a 68 pontos); alta perturbação (< 40 pontos)
*2 Índice regional: mínima perturbação (0 a 1 pontos); moderada perturbação (1 a 3 pontos); alta perturbação (3 a 4 pontos)
*3 Índice biológico: mínima perturbação (> 6 pontos); moderada perturbação (3 a 6 pontos); alta perturbação (< 3 pontos)
*4 Qualidade de águas: atendeu ou não atendeu aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

E, para tentarmos confirmar juntos nossa hipótese de que “*ecossistemas com menor atividade antrópica terão melhor qualidade ecológica de águas*”, iremos descrever, graficamente, os resultados alcançados para cada parâmetro avaliado (índices local, regional, biológico e CONAMA 357/2005) em função da densidade populacional, como descrito anteriormente.

Vamos iniciar nossa avaliação observando a Figura 7.14. Estes gráficos representam os resultados dos índices local e regional e nos apoiarão na avaliação se nossa Previsão 1 será confirmada.

Figura 7.14 – Resultados da aplicação do índice local (A) e avaliação do índice regional (B) pela equipe de monitoramento participativo de águas urbanas com relação à densidade populacional do município.

Previsão 1: *Ecossistemas com menor densidade populacional terão menores valores de índices local e regional.*

O gráfico da Figura 7.14A ilustra os resultados do índice local, ou seja, a situação do entorno do ecossistema aquático. Observem que, apesar da baixa porcentagem de ecossistemas classificados como minimamente perturbados, há um aumento no número de ecossistemas classificados como moderadamente e altamente perturbados a medida em que há o aumento da densidade populacional.

Em complemento a esta previsão, a Figura 7.14B ilustra os resultados do índice regional, ou seja, a influência de atividades humanas em um raio de 1 km ao redor do ecossistema aquático. Mais uma vez, observa-se o aumento do número de ecossistemas classificados como moderadamente e altamente perturbados quando a população ultrapassa os 100 hab/km².

Portanto, nossa **Previsão 1 é confirmada** quando ambos os índices demonstram piora a medida que aumenta a densidade populacional do entorno.

Observe agora a Figura 7.15, que representa os resultados da avaliação física e química de coluna d'água e nos apoiará na avaliação de nossa **Previsão 2**.

Figura 7.15 – Resultados da avaliação da qualidade de águas, conforme limite estabelecido pela CONAMA 357/2005 para Classe 2, pela equipe de monitoramento participativo de águas urbanas com relação à densidade populacional do município.

Previsão 2: *Ecossistemas com menor densidade populacional atenderão aos valores limites estabelecidos pela legislação brasileira para águas classe 2 (Resolução CONAMA 357/2005).*

A Figura 7.15 ilustra os resultados de **qualidade de águas** com base na recomendação da

Resolução CONAMA 357 para Classe 2, ou seja, o indicativo de como as influências de toda a região de entorno afetam a qualidade química e física de coluna d'água. Observe que, mais uma vez, há aumento do número de ambientes aquáticos com algum parâmetro físico ou químico fora dos limites estabelecidos pela legislação. É importante observar que os principais parâmetros que não atenderam aos limites foram os nutrientes fósforo e nitrogênio (Tabelas 7.3 a 7.6), que são importantes indicadores de pressão urbana (relacionados ao lançamento de esgotos domésticos sem tratamento, por exemplo). E qual a nossa percepção a partir de então? Apesar de, inclusive ecossistemas em áreas de referência não atenderem aos valores limites estabelecidos pela legislação brasileira, nossa **Previsão 2** foi também **confirmada** quando evidenciamos a piora da qualidade de águas em função do aumento populacional no entorno dos ecossistemas urbanos estudados.

Por fim, vamos observar a Figura 7.16, que representa os resultados do índice biológico para avaliar a Previsão 3.

Figura 7.16 – Resultados da avaliação do índice biológico pela equipe de monitoramento participativo de águas urbanas com relação à densidade populacional do município

Previsão 3: *Ecossistemas com menor densidade populacional terão maiores valores de índice biológico.*

A Figura 7.16 ilustra os resultados do **índice biológico**, ou seja, o indicativo de quanto todas as influências (local, regional e de coluna d'água), em conjunto, determinam as modificações na comunidade de bioindicadores bentônicos. É importante salientar que, de 46 ecossistemas aquáticos avaliados, em apenas 6 os resultados do índice biológico foram satisfatórios. Mas isso só reafirma sua capacidade de bioindicação, em função do foco urbano do projeto (tendência à pior qualidade de águas quanto maior a população na bacia). Observem que, mais uma vez, há aumento do número de ecossistemas classificados como moderadamente a altamente perturbados pela avaliação da comunidade biológica. Além de confirmarmos a capacidade

de bioindicação dos macroinvertebrados bentônicos, **confirmamos** nossa **Previsão 3** de que o aumento da densidade populacional atua na diminuição da qualidade biológica em rios urbanos.

Qual a nossa percepção final em relação à nossa hipótese?

Sim, ecossistemas sob menor influência de atividades humanas terão melhor qualidade ecológica de suas águas, portanto, nossa **hipótese** foi **confirmada!**

Nossa hipótese foi confirmada, especialmente com base na piora da qualidade ecológica de águas urbanas em função do aumento populacional no entorno. Então, na verdade, muito além dessa confirmação, pudemos verificar a influência urbana em ecossistemas aquáticos e reiterar a nossa preocupação em relação ao crescimento populacional e aumento de megacidades em nosso país e nosso continente. Com base nesse monitoramento, a comunidade de 54 escolas de ensino básico no entorno das sub-bacias dos rios Paraopeba e das Velhas, foi capaz de relacionar a qualidade ecológica de seus ecossistemas aquáticos com a urbanização crescente da região. E, a partir desse projeto, deve focar seus esforços em avaliar a realidade política de sua região. Nossa proposta é que os estudantes e professores parceiros nesse programa de monitoramento participativo comecem a questionar se nossos governantes estão preocupados com nosso futuro em relação à nossas fontes de água doce! Será que a qualidade ecológica de águas urbanas é semelhante em sua cidade? Quais medidas políticas podem ser trabalhadas para a busca de soluções através da participação pública em reuniões e assembleias com os tomadores de decisão? Que alcancemos o nosso tão esperado retorno: comecemos a fazer nossa parte para, em breve, termos uma perspectiva de futuro sustentável.

Afinal, nossos resultados podem ser um avanço para as futuras gerações

Nesse ponto, nossa principal curiosidade é: vocês conseguiram acompanhar até aqui o nosso raciocínio? São capazes de relacionar todas as informações oferecidas, bem como os resultados alcançados com nossa preocupação em relação à urbanização desordenada? Justamente por esses fatores, viemos discutindo ao longo do livro sobre a importância desse monitoramento participativo em busca de conscientização ambiental. Hoje, vocês são estudantes em busca de informações. Amanhã, vocês serão adultos e cidadãos responsáveis por tomar decisões sobre qualidade ambiental de águas urbanas.

O monitoramento participativo de rios urbanos, realizado entre 2013 e 2017, indicou que utilizando métodos científicos bem fundamentados e adaptados para suas habilidades, vocês, jovens estudantes, podem ser treinados para avaliar a qualidade ambiental e monitorar a condição ecológica de ecossistemas aquáticos urbanos. A implementação de programas de monitoramento participativo nas escolas pode ser uma ferramenta eficaz e economicamente viável para mudar a percepção social em relação às questões ambientais. No entanto,

acreditamos que o monitoramento participativo no futuro deva alcançar mais instituições, pois a união de ideologias será, enfim, a nossa contribuição para avaliações ecológicas mais robustas e em diferentes regiões em nosso país. Acreditamos, portanto, que essas atividades realizadas nos 5 anos de monitoramento participativo, e agora propostas a vocês, sejam nosso primeiro passo conjunto para aumentar o conhecimento ecológico e melhorar a qualidade ecológica de ecossistemas aquáticos urbanos. Em troca, esperamos que nossas atuações conjuntas sejam capazes de proporcionar um incremento aos bens e serviços ecossistêmicos oferecidos por ecossistemas aquáticos urbanos. Essa é uma meta que, alcançando a comunidade escolar, incluindo vocês, sem dúvida será fundamental para a melhoria da qualidade de vida das futuras gerações. Concordam conosco? O monitoramento ecológico participativo urbano realizado em 46 ecossistemas aquáticos das sub-bacias dos rios Paraopeba e das Velhas deu muito certo! E, em breve, gostaríamos de ouvir também a história de sucesso do monitoramento de vocês! Mãos à obra!

Você sabia que...

O artigo científico “Student monitoring of the ecological quality of neotropical urban streams” (em português: Estudantes monitorando a qualidade ecológica de rios urbanos neotropicais), publicado na revista científica AMBIO em novembro de 2018, aborda, justamente, o nosso monitoramento participativo de rios urbanos.

Contamos, neste artigo, que na América Latina muitas das principais fontes de água potável estão dentro ou perto de áreas urbanas. No entanto, o crescimento populacional e o descarte de esgotos não tratados degradam a qualidade de água, com efeitos negativos para a biodiversidade e serviços ecossistêmicos. Ações de conservação e manejo, por meio da participação social na produção de conhecimento científico como praticantes de ciência cidadã (escolas e universidade trabalhando juntos) têm sido importante foco de ações de incremento em propostas de gestão de águas urbanas. O artigo foi escrito por nós, Juliana Silva França e Prof. Marcos Callisto. Tivemos a colaboração do Prof. Ricardo Solar e do pesquisador Robert M. Hughes da Oregon State University e Amnis Opes Institute, USA. Esse artigo aborda parte de uma tese de doutorado (Juliana França), e a outra parte é esse livro que oferecemos a vocês. Como já sabem, a tese foi conduzida com avaliações de ecossistemas aquáticos urbanos, realizadas por 155 professores e 1.810 estudantes de 54 escolas de ensino básico, e sua consistência foi validada por métodos científicos. Como conclusão, comprovamos que o monitoramento participativo em parceria com universidades é uma ferramenta viável na perspectiva de melhorar o ensino de ciências, de aumentar a participação social e de melhorar os serviços ecossistêmicos fornecidos pelos cursos d'água urbanos.

Para acrescentar seus conhecimentos em Monitoramento participativo...

Referências Bibliográficas - Sugestões de Leitura:

- Buss, D.F. 2008. Desenvolvimento de um índice biológico para uso de voluntários na avaliação da qualidade da água de rios. *Oecologia Brasiliensis*. 12 (3): 520-530.
- Buss, D.F.; Oliveira, R.; Baptista, D. 2008. Monitoramento biológico de ecossistemas aquáticos continentais. *Oecologia Brasiliensis*. 12 (3): 339-345.
- Buss, D.F. Agente das Águas - Monitoramento participativo da qualidade da água de rios. www.portal.fiocruz.br – acesso em 06 mar. 2019.
- França, J.; Callisto, M. 2017. Monitoramento ambiental participativo de qualidade de água: a comunidade escolar como parceira na conservação de biodiversidade. In: Poletto, C. *Estudos Ambientais*. Volume 3. 1ª edição. Rio de Janeiro: Editora Interciência.
- França, J.; Montebrune, F.; Callisto, M. 2018. Monitoramento participativo com bioindicadores de qualidade de água: realidade escolar e exercício de cidadania. In: *Compartilhando experiências das águas de Minas Gerais*. Volume 2. 1ª edição. Belo Horizonte: Editora Instituto Mineiro de Gestão das Águas-IGAM.
- França, J.; Solar, R.; Hughes, R.M.; Callisto, M. 2018. Student monitoring of the ecological quality of neotropical urban streams. *AMBIO*, 2018.
- Henry, R. 2012. O diagnóstico da qualidade das águas do rio Guareí (Angatuba, SP): uma cooperação ensino superior – educação básica. 1ª edição. Botucatu: Editora Fundibio.
- Zakrzewski, S. 2007. Conservação e uso sustentável da água: múltiplos olhares. 1ª edição. Erechim: Editora EdiFapes.