

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE BIOLÓGICA DA ÁGUA E DO SEDIMENTO NO RIBEIRÃO ESPÍRITO SANTO, JUIZ DE FORA, MG.

Luana Queiroz Pilate*, Iara Furtado Santiago, Haroldo Lobo, Maria Helena Rodrigues Gomes.
(Universidade Federal de Juiz de Fora, Rua José Lourenço Kelmer, s/n – Campus Universitário, Bairro
São Pedro, Juiz de Fora, Minas Gerais, CEP- 36036-900, email, *luana.pilate@engenharia.ufjf.br)

RESUMO

Atividades como ocupação irregular de solos, desmatamento, lançamento indiscriminado de efluentes domésticos e industriais nos corpos d'água, alteram significativamente o ecossistema aquático; impactos que ainda são agravados pela defasagem da legislação e a falta de fiscalização eficiente dos órgãos competentes. O presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água e sedimento do Ribeirão Espírito Santo, localizado próximo ao pólo industrial e da estação de coleta de água para abastecimento do município. Foram realizadas coletas em quatro pontos ao longo do trecho estudo; todas as amostras de água e sedimento foram processadas no LAQUA. A partir das amostras de água foram feitas análises microbiológicas buscando indicativos de possíveis contaminações fecais e possíveis micro-organismos patogênicos, já os sedimentos foram utilizados para analisar macroinvertebrados bentônicos. Para analisar os dados, foram utilizadas ferramentas como Protocolo de Avaliação Rápida, índices ecológicos, BMWP, a fim de identificar impactos e correlacionar às variáveis envolvidas. Em três das quatro áreas amostradas os valores de contagem de Coliformes Totais excederam e em três pontos obtiveram resultados de *E.coli* abaixo do estabelecido na legislação em relação à balneabilidade; porém, outros fatores observados na área amostrada não indicam a qualidade da água para o contato primário. A presença excessiva de organismos tolerantes como Chironomidae e Oligochaeta nos pontos 3 e 4 indicam intensa poluição e contaminação do ambiente aquático. Todas as ferramentas utilizadas confirmaram os resultados que indicam poluição e contaminação dos quatro pontos de estudo, diferenciando apenas o grau em que as mesmas ocorrem.

Palavras-chave: Impactos Ambientais, Biomonitoramento, Micro-organismos, Macroinvertebrados,

INTRODUÇÃO

O crescimento descontrolado da população, a distribuição desigual da riqueza e a busca por crescimento econômico a todo custo, geram consequências, muitas vezes sem reparo, ao meio ambiente. A ocupação irregular de solos e o desmatamento; o lançamento indiscriminado de efluentes domésticos e industriais nos corpos d'água; práticas de mineração; construção de barragens e represas; retificação e desvio do curso natural de rios; são exemplos de atividades corriqueiras e que alteram significativamente ecossistemas aquáticos devido aos diversos impactos gerados ao ambiente e que são agravados pela defasagem de legislação e a falta de fiscalização eficiente dos órgãos competentes. As consequências das irregularidades são sentidas pela própria população, enchentes e a escassez de água potável são algumas delas (Goulart & Callisto 2003).

Segundo o Artigo 1º da Resolução CONAMA nº 1/1986, Impacto Ambiental é “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais.” O uso de análises que avaliam mudanças de concentrações de parâmetros físicos e químicos, é comum em estudos de impactos ambientais em ecossistemas aquáticos (Goulart & Callisto 2003). Este acompanhamento, juntamente com os dados microbiológicos (coliformes totais e fecais), são fundamentais para o enquadramento e a classificação de rios e córregos em concordância com a qualidade da água e os padrões de potabilidade e balneabilidade humana.

O biomonitoramento é uma das formas de avaliar ecossistemas aquáticos e a qualidade da água a partir de dados biológicos. A presença em excesso ou ausência de determinada(s) espécie(s) em uma região pode indicar alterações na dinâmica natural do ambiente, sendo os bioindicadores fundamentais para reconhecer o grau do impacto nesses ambientes.

O uso de coliformes totais e termotolerante são indispensáveis como parâmetros de qualidade da água pela legislação Brasileira. A Portaria MS nº 2914 (BRASIL 2011), que trata do controle da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, determinam a utilização destes micro-organismos, pois os mesmos são bons organismos indicadores de possível contaminação fecal na água e consequentemente de seu potencial de transmitir doenças. Aliado às análises de coliformes totais e termotolerante, a utilização dos macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade de ambientes límnicos é cada vez maior (Balderas *et al.* 2016; Damanik-Ambarita *et al.* 2016) e, mesmo que ainda haja carência no conhecimento taxonômico da fauna brasileira (Silva 2017) já é aceito como uma importante ferramenta na avaliação da qualidade da água, visto que a identificação dos organismos feita facilmente até o nível de Família já é suficiente em determinados casos de avaliação (Junqueira *et al.* 2000; Callisto *et al.* 2001). Agências governamentais de gestão das águas, como a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), utilizam desta ferramenta no monitoramento da água em seus estados (CETESB 2016; IGAM 2015).

Com a localização estratégica da cidade para o escoamento do café até o Porto do Rio de Janeiro, Juiz de Fora (MG) se tornou conhecida. A construção da estrada União e Indústria, para fazer esta ligação, foi importantíssima no desenvolvimento da região, tornando-o um dinâmico centro econômico, político e social no século XIX. Com esse intenso desenvolvimento, Juiz de Fora chegou a ser a cidade mais importante do estado de Minas Gerais devido à força do setor industrial, era conhecida como “Manchester Mineira” (Portal UFJF 2017).

Ainda nos dias atuais, Juiz de Fora sedia grandes empreendimentos com diversas atividades industriais como montagem de veículos, metalurgias, química, celulose, entre outras; sendo o bairro Distrito Industrial uma região destinada ao adensamento de fábricas e usinas, como estabelecido na Lei nº 6910/1986, que estabelece o uso e ocupação do solo da cidade (PJF 1986).

Um dos principais abastecedores de água do município é o Ribeirão do Espírito Santo, localizado na região Norte da cidade, cortando o bairro Distrito Industrial. Enquadrado na classe 1 (COPAM 1996), sendo o mesmo responsável por abastecer 40% da população (captação de 620 L/s), esse o seu principal uso. Em segundo lugar está o uso industrial e por último, com menor aproveitamento hídrico, as atividades de irrigação de pequenas culturas e agropecuárias, pouco expressivas na região (CESAMA 2017).

Devido à importância do Ribeirão do Espírito Santo como abastecedor da cidade de Juiz de Fora e a captação de seus recursos hídricos serem próximo ao pólo industrial do município, é necessário um constante monitoramento de suas águas para garantir sua viabilidade para seus usos previstos. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água e do sedimento do Ribeirão do Espírito Santo, utilizando como ferramentas o protocolo de avaliação rápida de habitats (Callisto *et al.* 2002), a análise de coliformes, a concentração de possíveis micro-organismos patogênicos e a comunidade de macroinvertebrados bentônicos.

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

As amostras foram coletas em quatro pontos do Ribeirão do Espírito Santo, situados no trecho do Distrito Industrial, na cidade de Juiz de Fora- MG (Figura 1). As coletas foram realizadas em Outubro de 2015, período de poucas precipitações.



Figura 1: Localização dos pontos de coleta situados no Ribeirão do Espírito Santo em Juiz de Fora- MG (Fonte: Google Earth).

Cada ponto de coleta apresenta características específicas, o ponto 1 (0658604m Sul e 7601242m Oeste 23k), determina área rural, próximo a campo de pastagem, possui as margens do leito do rio com consideráveis erosões. Os demais pontos estão localizados próximos ao meio urbano; sendo o ponto 2 (7601945m Sul e 660309m Oeste 23k), as margens de uma rodovia movimentada e de intensa interferência antrópica e os pontos 3 (7602060m Sul e 660593m Leste 23k) e 4 (7602172m Sul e 660686m Oeste 23k) a montante e a jusante, respectivamente, do lançamento de efluentes do Distrito Industrial da cidade de Juiz de Fora.

Protocolo de Avaliação Rápida

O Protocolo de Avaliação Rápida consiste em um método fácil e rápido de caracterizar as áreas degradadas segundo as condições da água e sedimentos, o tipo de ocupação das margens, erosão, assoreamento, extensão da mata ciliar, cobertura vegetal, largura de rápidos, remansos e seu estado de conservação, a fim de avaliar os impactos ambientais (Callisto *et al.* 2002).

O Protocolo foi aplicado a partir na análise visual do ambiente, no entorno dos quatro pontos de coleta, caracterizando suas condições ecológicas segundo uma tabela de pontuação, sendo que a soma total dos pontos dos 22 parâmetros analisados classifica o trecho em “Normal” (pontuação superior a 60), “Alterado” (pontuação entre 41 e 60) ou “Impactado” (de 0 a 40 pontos).

Coleta e análise do Micro-organismos

Para análise microbiológica, amostras de água foram coletadas em garrafas de vidro (1L) devidamente esterilizadas, sendo que, em cada ponto foi obtida uma amostra. As amostras de águas foram transportadas para o Laboratório de Qualidade Ambiental, da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora (LAQUA) em gelo para o processamento em até 24 horas.

Análise de Coliforme - Método de Cartela Colilert

Para determinar o número mais provável de Coliformes Totais e Termotolerantes foi empregado o método cromogênico COLILERT (IDEXX, U.S.A.). Este método utiliza a tecnologia de substrato definido para detecção de coliformes totais e *Escherichia coli* em água. Os processamentos das amostras se deram no mesmo dia da coleta. Este método consiste em misturar um sachê de reagente COLILERT em 100 mL da amostra de água e posteriormente transferir para as cartelas Quanti-Tray (IDEXX, U.S.A.), que em seguida foram lacradas com auxílio de uma seladora e incubadas por 24 horas a 35°C. Neste estudo as amostras coletadas foram diluídas em 50%, ou seja, 50 mL de amostra in natura adicionada em 50 mL de água destilada estéril.

Os resultados foram verificados com a mudança de cor nas cavidades das cartelas, sendo a contagem feita a partir dos resultados positivos dos quadrados maiores e menores. Nas amostras positivas para coliformes totais houve mudança para cor amarela. Para *E. coli* foram consideradas positivas as cavidades amarelas que apresentaram fluorescência na presença de luz UV a 365 nm. As densidades foram dadas por meio do número de cavidades positivas e valores determinados pela tabela específica de Número Mais Provável (NMP).

Análise de Patogenicidade

A fim de verificar a presença de possíveis micro-organismos patogênicos, foram filtrados 100 mL das amostras de água através de membranas estéreis com poros de 0,45 µm de diâmetro. As membranas foram colocadas sobre a superfície de dois diferentes meios de cultivo. Para determinação dos possíveis fungos patogênicos foi utilizado o meio BDA e para determinação das possíveis bactérias patogênicas o meio BHI. Nestas análises foram realizadas três filtrações por ponto de coleta, sendo a primeira na concentração de 100% e as duas seguintes diluídas na concentração de 50% e posteriormente todas as placas foram incubadas a 37°C.

Os morfotipos dos micro-organismos crescidos em cada placa foram enumerados e descritos com base em sua cor, textura, brilho, forma e tamanho.

Coleta e identificação dos Macroinvertebrados Bentônicos

O sedimento foi coletado com auxílio de uma draga de Petersen (0,0189m²) nos quatro pontos descritos acima sendo que, em cada ponto, obteve-se três amostras, uma em cada margem (direita e esquerda) e outra no centro do curso d'água, contabilizando um total de 12 amostras. Logo após a coleta, o sedimento foi lavado em uma peneira de malha de 0,21 mm na própria margem do curso d'água, retirando-se, assim, o excesso de lama da porção. Após a lavagem, cada amostra foi transferida para um saco plástico previamente identificado, fixada e conservada em álcool 70%, e transportadas até o LAQUA. No laboratório, os macroinvertebrados foram triados em uma bandeja translúcida sobre uma caixa de luz, identificados com auxílio de lupa e chave taxonômica (Mugnai 2010) até o nível de Família. Todos os macroinvertebrados foram contabilizados e acondicionados em frascos de vidro contendo álcool 70%.

Análise dos dados

Índices Ecológicos

Para análise da comunidade de macroinvertebrados, foram calculados os índices de Riqueza (S), Abundância (total e relativa), Equitabilidade ou Uniformidade (J), além dos índices de diversidade de Shannon - Wiener (H') e Simpson (D). Os índices foram calculados utilizando o software livre Past®. Foi utilizado o teste *t de student* (significância de 5%) para comparar o H' entre os pontos amostrados.

Além dos índices ecológicos, utilizou o índice BMWP, que consiste na identificação de macroinvertebrados bentônicos até o nível de família e em seguida classificá-los quanto à tolerância à poluição orgânica. Cada família corresponde a uma pontuação distribuída de 1 a 10, sendo que quanto maior a sensibilidade à contaminação maior a pontuação recebida, enquanto que pontuação mais baixa corresponde a organismos mais tolerantes (Junqueira *et al.* 2000). A pontuação total de cada ponto é comparada a uma faixa pré estabelecida para determinar a qualidade da água: valores ≥ 81 a água é considerada “excelente”, entre 61-80, “boa”; entre 41-60, “regular”; entre 26-40, “ruim” e ≤ 25 , “péssima”.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Protocolo de Avaliação Rápida

Com o intuito de ser uma ferramenta acessível, o Protocolo de Avaliação Rápida proposto por (Callisto *et al.* 2002) fornece mais um auxílio na identificação de ambientes impactados e áreas degradadas.

Os quatro pontos amostrados foram considerados trechos alterados (pontuação entre 41 e 60). Os pontos 1 e 3 obtiveram a maior pontuação final (55 pontos), seguido pelo ponto 2 com 53 pontos, sendo a menor pontuação do ponto 4 com 42 pontos. Esse enquadramento pode se explicar pela intensa interferência antrópica, nitidamente observada ao longo do curso estudado do Ribeirão do Espírito Santo, como erosão das margens, lixo, falta da mata ciliar, despejos de efluentes, entre outros, gerando grande impacto no ambiente.

Quantificação de coliformes totais e *E. coli*

A detecção de micro-organismos patogênicos em amostra de água é muito difícil, devido às suas pequenas concentrações. Com isso, o uso de bioindicadores, bactérias do grupo coliformes, tem sido comum em avaliações da qualidade da água, visto que o grupo possui bons indicativos de contaminação por fezes humanas ou de animais, possuindo potencial de transmitir doenças. Os coliformes totais englobam coliformes fecais e os não fecais que são comuns ao ambiente (Sperling 2014). Para os resultados de coliformes obtidos na contagem das placas analisadas, a maior parte das amostras extrapolou os valores de leitura, máximo de 1011.2, demonstrando a necessidade de uma maior diluição, para se obter maior precisão e eficiência nas próximas análises. A Portaria MS nº 2914, Art. 31º, determina o monitoramento mensal de *E. coli* no(s) ponto(s) de captação superficial de água e estabelece a realização do monitoramento de cistos de *Giardia* spp. e oocistos de *Cryptosporidium* spp. quando a média geométrica anual de *E. coli* for maior ou igual a 1.000 em 100mL.

No enquadramento da Resolução CONAMA nº 274/2000, considera as condições da água nos pontos 1, 2 e 3 excelentes para balneabilidade quando comparados apenas aos valores de *E. coli* (Tabela 1), com máximo de 200 em 100 ml de amostra. Porém, ao analisar outros critérios como odor, coloração, materiais flutuantes, observamos a não indicação para com o contato primário da água. O ponto 4, a jusante do lançamento de efluentes, foi o único ponto que demonstrou altos valores de bactérias *E. coli*, já sendo classificado como impróprio, não sendo indicado para o contato direto com a água.

Para os demais usos da classe 1, como irrigação de hortaliças, proteção das comunidades aquáticas, entre outros, o COPAM/CERH-MG nº 1/2008, estabelece um valor máximo de 200 coliformes de *E. coli* em 100mL em uma quantidade de amostras pré estabelecidas. Novamente apenas a amostra do ponto 4 estaria em desacordo com a legislação se comparado apenas a determinação de *E. coli*, porém, há outras observações, citadas a cima, que não aprova as condições da água para demais usos sem algum tratamento.

É importante ressaltar a necessidade de um maior número de amostragens como segue a legislação; contudo os resultados obtidos e os indicativos observados são de que haverá confirmação das considerações feitas.

Tabela 1: Valores encontrados no número mais provável de coliformes (NMP) em 100 mL.

Pontos	Coliformes Totais (100 mL)	<i>E. coli</i> (100 mL)
1	436,00	133,4
2	1011,2*	114,6
3	1011,2*	93,5
4	1011,2*	913,9

*É o limite máximo detectado pelo método COLILERT (IDEXX, U.S.A.)

Isolamento dos possíveis micro-organismos patogênicos

As amostras filtradas e incubadas a 37°C para quantificação e observação do crescimento das colônias de possíveis micro-organismos patogênicos obtiveram os resultados expressos nas tabelas a seguir (Tabela 2) e (Tabela 3). Foi contabilizado o número de colônias, através de unidades formadoras de colônias (UFC), de acordo com o agrupamento macromorfológico, que analisa características como coloração, textura, bordas, ocupação pontual ou dispersa na placa, entre outras. Além disso, no meio BDA, que possui crescimento preferencialmente de fungos, observou-se o crescimento de leveduras e fungos filamentosos, já no meio BHI observou apenas o crescimento de bactérias.

Detectamos a presença de colônias macromorfolologicamente similares quando observadas as amostras não diluídas e diluídas 50%, a cada ponto. No meio BDA, apesar do ponto 1 possuir maior número de UFCs, apenas uma foi identificada similar em todas as amostras, já as análises do ponto 4 apresentaram três colônias iguais. Isso pode ser explicado pelo maior nível de contaminação do ponto 4 em comparação com o ponto 1 e a necessidade dos micro-organismos se adaptar às más condições causando a diminuição da variedade de espécies. Além disso, foi possível isolar 30 diferentes colônias de bactérias e 52 colônias de fungos sendo 17 colônias de leveduras e 39 colônias de fungos filamentosos, totalizando o somatório dos 4 pontos de coleta.

Tabela 2: Valores de crescimento de colônias de bactérias no meio BHI em concentrações de 100 e 50% em 100mL de cada amostra.

Ponto	100%	50% A	50% B	Total
1	4	3	5	12
2	5	5	3	13
3	6	5	6	17
4	10	6	3	19
Total	25	19	17	-

Tabela 3: Valores de crescimento de colônias de fungos no meio BDA em concentrações de 100 e 50% em 100mL de cada amostra.

Ponto	100%	50% A	50% B	Total
1	8	7	8	23
2	7	4	4	15
3	7	6	5	18
4	7	6	7	20
Total	29	23	24	-

Fauna de macroinvertebrados

Foram coletados e identificados um total de 1186 indivíduos, divididos em 6 famílias (Tabela 4). A Tabela 4 mostra a identificação de todos os organismos encontrados em cada ponto e os valores atribuídos a cada uma das famílias utilizadas no índice BMWP, seguido de seu somatório.

Tabela 4: Tabela com identificações de táxon, número de indivíduos por ponto e somatório de BMWP para a fauna de macroinvertebrados do Ribeirão Espírito Santo, Juiz de Fora (MG).

Táxons	P1	P2	P3	P4	Scores BMWP
Molusca					
Bivalvia	4	1	19	0	-
Gastropoda	1	0	0	0	-
Physidae	0	7	6	2	3
Planorbidae	0	4	1	0	3
Annelida					
Hirudinida	1	42	4	1	-
Oligochaeta	1	15	122	27	1
Arthropoda					
Insecta					
Chironomidae	6	240	53	585	2
Ceratopogonidae	7	0	0	0	4
Elmidae	36	0	0	0	5
Gomphidae	1	0	0	0	5
Abundância total	57	309	205	615	-
Soma BMWP	17	9	9	6	-

Com a identificação dos macroinvertebrados até o nível de família e atribuindo valores para elas de acordo com a tolerância à poluição de cada uma é possível qualificar a água num grau de que vai de excelente a péssima. Seguindo o índice BMWP (Junqueira *et al.* 2000), os 4 pontos de análise obtiveram valores abaixo de 25, o que classifica a qualidade da água como péssima indicando a presença de organismos mais adaptados a poluição, condizendo com as observações de campo e o resultado do Protocolo de Avaliação Rápida.

Os pontos 1 e 3 foram os que tiveram os melhores resultados dentre os pontos analisados, sendo o ponto 1 com uma riqueza maior (S=8) que o ponto 3 (S=6). Ao avaliar outros córregos na região e de mesma classe como o córrego São Pedro (Stephan 2007), observamos uma grande diferença no número de Famílias

identificadas, 26, ressaltando uma baixa riqueza no presente trabalho, de apenas 6 Famílias no total. De acordo com Abílio *et al.* (2007), os grupos de macroinvertebrados bentônicos mais resistentes tendem a se tornar dominantes e os mais sensíveis, raros ou ausentes, explicando assim a abundância de indivíduos de uma mesma Família e baixa riqueza de táxons.

Nos pontos 2 e 4, foi observado uma dominância da família Chironomidae da ordem Díptera que se distribui em variados habitats. Nesta família estão incluídas várias espécies consideradas indicadoras de águas contaminadas organicamente, sendo uma importante ferramenta em programas de biomonitoramento em bacias sob forte pressão de atividades antrópicas, devido a sua diversidade genérica (Marques *et al.* 1999, apud Callisto *et al.* 2001). Essa dominância de Chironomidae nestes pontos levou a um baixo índice de diversidade (H'), comparado com os demais pontos (Tabela 5). Já o ponto 3, apresentou dominância de Oligochaeta também caracterizado por ser um grupo tolerante à poluição orgânica. Outro fator observado foi o odor próximo aos pontos de coleta, sugerindo a presença de matéria orgânica em decomposição que está diretamente ligado a queda da concentração de oxigênio, favorecendo a presença dos organismos mais tolerantes, como as larvas de Chironomidae e Oligochaeta.

Tabela 5: Tabela com os valores dos índices ecológicos calculados para a fauna de macroinvertebrados em 4 pontos do Ribeirão Espírito Santo (Juiz de Fora, MG). S = riqueza; H' = Diversidade de Shannon; D = Dominância de Simpson; J = Similaridade.

Índice	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
S	8	6	6	4
H'	1,255 ^A	0,775 ^B	1,085 ^A	0,2139 ^C
D	0,4312	0,6248	0,4309	0,9068
J	0,6035	0,4325	0,6056	0,1543

*Letras iguais: não houve diferença significativa pelo teste t ($p>0,05$);
letras diferentes: houve diferença significativa ($p<0,05$).

Todas as análises, avaliação do ambiente alterado, altas concentrações de coliformes e a baixa riqueza na fauna macroinvertebrados bentônicos com abundância de organismos tolerantes, condizem em seus resultados; pois indicam contaminação e poluição em graus diferentes, porém, presentes nos quatro pontos do estudo.

CONCLUSÃO

No presente trabalho foi confirmada a importância de avaliações de Impactos Ambientais através de análises biológicas para amostras de água e sedimento de cursos hídricos utilizados para captação de água para abastecimento.

Mesmo com apenas uma coleta, no trecho estudado do Ribeirão do Espírito Santo, foi possível observar pelo protocolo de avaliação rápida, pelas análises microbiológicas e de macroinvertebrados bentônicos, intensa contaminação da água e poluição ao redor do curso do rio, provenientes do descuido na relação dos seres humanos com o meio ambiente.

Sugerem-se mais coletas e a criação de um banco de dados que juntamente com os parâmetros tradicionalmente utilizados gerem uma base para possíveis implantações de medidas de recuperação de recursos hídricos na região.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao 4º Batalhão de Bombeiros Militar – Juiz de Fora por ceder o Cabo Demetrius Vasconcelos para nos auxiliar nas coletas, ao Professor Roberto da Gama Alves, responsável pelo Laboratório de Invertebrados Bentônicos da UFJF pelo empréstimo dos equipamentos de coleta e triagem, ao Professor Luiz Henrique Rosa, responsável pelo Laboratório de Sistemática e Biomoléculas de Fungos da UFMG pelo apoio logístico nas análises microbiológicas e a Pró-Reitoria de Pesquisa da UFJF pela bolsa de iniciação científica concedida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abílio FJP, Ruffo TLM, Souza AHFF, Junior ETO, Meireles BN, Santana, ACD (2007) Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da Caatinga. *Oecologia Brasiliensis* 11(3): 397-409.
- Balderas ECS, Grac C, Berti-Equille L, Hernandez MAA (2016) Potential application of macroinvertebrates indices in bioassessment of Mexican streams. *Ecological Indicators* 61:558–567.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS nº 2.914. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Publicado no Diário Oficial da União em 14 de dezembro de 2011.
- Callisto M, Moretti M, Goulart M (2001) Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 6(1), 71-82.
- Callisto M, Ferreira WR, Moreno P, Goulart M, Petrucio M (2002) Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino de pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica Brasiliensia* 14(1): 91-98.
- CESAMA (2017). Ribeirão do Espírito Santo. Disponível em: <http://www.cesama.com.br/?pagina=resanto>. Acessado em 19 de Abril de 2017.
- CETESB (2016). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo. Parte 1: Águas doces 2015. São Paulo. 406p.
- (CONAMA 1986). Resolução CONAMA nº 001. Dispõe sobre as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Publicado no Diário Oficial da União em 17 de Fevereiro de 1986.
- (CONAMA 2000). Resolução CONAMA nº 274. Dispõe sobre as definições dos critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Publicado no Diário Oficial da União em 25 de Janeiro de 2001.
- (COPAM 1996). Deliberação Normativa COPAM nº 016. Dispõe sobre o enquadramento das águas estaduais da bacia do rio Paraibuna. Publicado no Diário do Executivo de Minas Gerais em 02 de Outubro de 1996.
- (COPAM/CERH-MG 2008). Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 1. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicado no Diário Executivo de Minas Gerais em 13 de Maio de 2008. Retificado em 20 de Maio de 2008.
- Damanik-Ambarita MN, Lock K, Boets P, Everaert, Nguyen THT, Forio MAE, Musonge PLS, Suhareva N, Bennetsen E, Landuyt D, Dominguez-Granda L, Goethals PLM (2016) Ecological water quality analysis of the Guayasriverbasin (Ecuador) base Don macroinvertebrates indices. *Limnologica* 57:27–59.
- Goulart MDC, Callisto M (2003) Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM* 2(1). Disponível em: <http://www.santoangelo.uri.br/~briseidy/P%F3s%20Licenciamento%20Ambiental/bioindicadores%2019.10.2010.pdf>. Acessado em: 08 de Maio de 2017.
- IGAM (2016). Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2015: resumo executivo. Belo Horizonte. 179p.
- Junqueira MV, Amarante MC, Dias CFS, França ES (2000) Biomonitoramento da qualidade das águas da bacia do Alto Rio das Velhas (MG / Brasil) através de macroinvertebrados. *Acta limnot. Brasi.*, 12:73-87.
- Mugnai R, Nessimian JL, Baptista DF (2010) Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: Technical Books. 176 p.
- (PJF 1986). Norma Lei nº 6910. Dispõe sobre o uso e ocupação do solo no Município de Juiz de Fora. Publicada em 31 de Maio de 1986.
- Silva MSGM (2017). Biomonitoramento. Disponível em: http://www.agencia.cnpqia.embrapa.br/gestor/agricultura_e_meio_ambiente/arvore/CONTAG01_49_210200792814.html. Acessado em 19 de Abril de 2017.
- Sperling MV (2014) Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4.ed., Belo Horizonte: Editora UFMG. 104-105p.
- Stephan, NNC (2007) Distribuição espacial e temporal dos insetos e oligochaeta aquáticos da sub-bacia do córrego São Pedro, Juiz de Fora, Minas Gerais.
- UFJF (2017). História de Juiz de Fora. Disponível em: <http://www.ufjf.br/portal/universidade/a-cidade/historia-de-juiz-de-fora/>. Acessado em 19 Abril 2017.