



FUNDAÇÃO
renova

**ALTERAÇÃO DA METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM DE BIOTA
AQUÁTICA DO PMQQS**

Julho/2018



**ALTERAÇÃO DA METODOLOGIA DE
AMOSTRAGEM DE BIOTA AQUÁTICA
DO PMQQS**

Belo Horizonte / 2018

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	4
2. CONSIDERAÇÕES DA FUNDAÇÃO RENOVA QUANTO À AMOSTRAGEM DA BIOTA AQUÁTICA NO PMQQS.....	5
3. EQUIPE TÉCNICA	13
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

No sentido de aplicar as melhores práticas de coleta, bem como aumentar a representatividade da malha amostral no contexto das comunidades biológicas avaliadas no âmbito do Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático – PMQQS, a Fundação Renova, protocolou em 06 de dezembro de 2017 o Relatório Técnico “*Proposta de Alteração da Metodologia de amostragem de macroinvertebrados bentônicos, perifíton e testemunhos de sedimentos do PMQQS*”.

Após discussões realizadas nas reuniões que ocorreram nos dias 10 e 11 de maio de 2018 com o Grupo Técnico de Acompanhamento do PMQQS (GTA-PMQQS), ficou acordado que os métodos de coleta para os macroinvertebrados bentônicos seriam definidos após as visitas para acompanhamento de campo da bióloga e consultora da Ecology Brasil, Déborah Regina de Oliveira e Silva. Após as visitas a campo deveriam ser apresentadas as adequações metodológicas para amostragem da comunidade de macroinvertebrados bentônicos e a identificação dos novos pontos para ampliação da malha amostral. Além disto, a Fundação deveria analisar os resultados obtidos até o momento para verificar a necessidade de alterações na frequência mensal de coleta desta comunidade no PMQQS.

Ainda em relação ao referido relatório protocolado em 06 de dezembro de 2017, o GTA-PMQQS encaminhou em 07 de junho de 2018 a Nota Técnica nº07, como subsídio técnico para a análise da proposta de alteração de metodologias.

Nesta Nota Técnica ficou recomendado que, para melhorar a representatividade da bacia e otimização da rede, o esforço amostral do monitoramento de macroinvertebrados bentônicos em ambientes dulcícolas deveria ser distribuído em mais pontos de monitoramento, com ampliação da malha amostral. Desta forma, ao invés de 20 (vinte) réplicas em cada ponto de monitoramento deveriam ser coletadas tréplicas (nas margens esquerda e direita e na calha central), totalizando 9 amostras por ponto. As coletas nas margens deveriam ser feitas preferencialmente por amostrador do tipo surber e no centro por draga. Esta redução possibilitaria a inclusão de até 18 pontos a mais para serem realizadas as análises de macroinvertebrados bentônicos e, dentre estes, poderiam ser selecionados até dois para aplicação da metodologia multi-habitat, sem que ocorresse aumento do número final de análises, para não onerar o contrato com o laboratório.

No tocante a seleção de pontos, o GTA propôs que se inicie o monitoramento de macroinvertebrados bentônicos nas lagoas, nos quatorze pontos em que já ocorre o monitoramento convencional, com frequência semestral. Outros pontos deveriam ser alocados ao longo do rio Gualaxo do Norte, Carmo, Doce e afluentes do Doce.

Em relação à coleta e análise de perifíton, na reunião com o GTA-PMQQS, foi proposto um alinhamento com a Câmara Técnica de Biodiversidade para definição de quais serão os pontos e frequências de amostragem definidos no monitoramento para atendimento à Cláusula 165 do Termo de Transação e Ajustamento de Conduta - TTAC. Já na Nota Técnica 07, foi solicitado que o monitoramento do perifíton fosse mantido e sugerido que os pontos amostrados para perifíton previstos no Plano de Trabalho Programa de Monitoramento da Ictiofauna do Rio Doce, apresentado pela Fundação Renova, sejam incorporados, a partir de abril de 2018 ao PMQQS para ter continuidade dos resultados já observados.

2. CONSIDERAÇÕES DA FUNDAÇÃO RENOVA QUANTO À AMOSTRAGEM DA BIOTA AQUÁTICA NO PMQQS

A seguir estão apresentadas de forma detalhada as considerações da Fundação Renova acerca das recomendações da Nota Técnica nº07 do GTA-PMQQS, considerando a amostragem e análise dos grupos biológicos de macroinvertebrados bentônicos dulcícolas e perifíton do PMQQS.

2.1 Macroinvertebrados bentônicos dulcícolas

O objetivo geral do PMQQS é de acompanhar, ao longo do tempo, a recuperação da bacia hidrográfica do rio Doce e zona costeira e estuarina adjacentes, bem como a efetividade das intervenções permanentes realizadas, através da avaliação sistemática da qualidade das águas e dos sedimentos, com duração mínima prevista de 10 anos de monitoramento.

Para este acompanhamento, se faz necessária a avaliação de uma série de parâmetros indicadores da qualidade da água e sedimentos. Dentre estes, a comunidade de macroinvertebrados bentônicos é importante componente dos sedimentos de ambientes aquáticos, por apresentar espécies sensíveis a diferentes tipos de impacto e habitats, que

possuem ciclos de vida longos, sendo consideradas excelentes bioindicadoras da saúde dos ecossistemas aquáticos.

No PMQQS, para a amostragem dos macroinvertebrados bentônicos dulcícolas, está prevista a utilização da metodologia multi-habitat proposta por AQEM (2002) em todos os pontos de coleta em rios. No entanto, esta metodologia é adequada para o monitoramento de riachos e cursos d'água de pequeno porte, pois a premissa de sua aplicação é a visualização de micro-habitats para a definição das cotas de cobertura e retirada das 20 réplicas. Considerando que os pontos atuais do monitoramento de macroinvertebrados dulcícolas estão localizados em rios de grande porte e o demasiado esforço amostral em campo para a obtenção das 20 réplicas nestes ambientes (possíveis apenas com o uso da draga), se torna necessária a alteração desta metodologia.

Para a verificação de como esta metodologia estava sendo aplicada em campo, nos dias 20 e 21 de junho de 2018, a bióloga Deborah Silva, consultora da Ecology Brasil, acompanhou as coletas do PMQQS nos pontos RDO 04 (Ponte Perdida no Parque Estadual do rio Doce) e RDO 05 (Cachoeira Escura em Belo Oriente), observando como era feita a seleção dos pontos para a obtenção das réplicas (considerando que não seria possível a visualização dos habitats) e todo o processo de amostragem. Após esta visita foi constatado que as coletas estavam sendo realizadas da maneira correta, pois os pontos selecionados permitiam a caracterização de toda a seção transversal do rio. O processo inclui a lavagem da amostra em campo, utilizando uma rede de 250 μm , no intuito de reduzir o volume do material coletado sem implicar em perda de informação biológica.

Esta lavagem permite uma redução significativa do material fino, reduzindo o peso das amostras no transporte, além de otimizar as análises laboratoriais sem comprometer a qualidade da amostragem. Desta forma, as amostras foram coletadas com draga de *Van Veen* (amostrador adequado para o tipo de ambiente e substrato) e imediatamente vertidas na rede de 250 μm sobre uma bandeja, para posterior lavagem diretamente no corpo d'água, tomando o cuidado de não deixar a água corrente entrar pela parte superior da peneira, evitando, assim, contaminação da amostra (**Figura 1**).

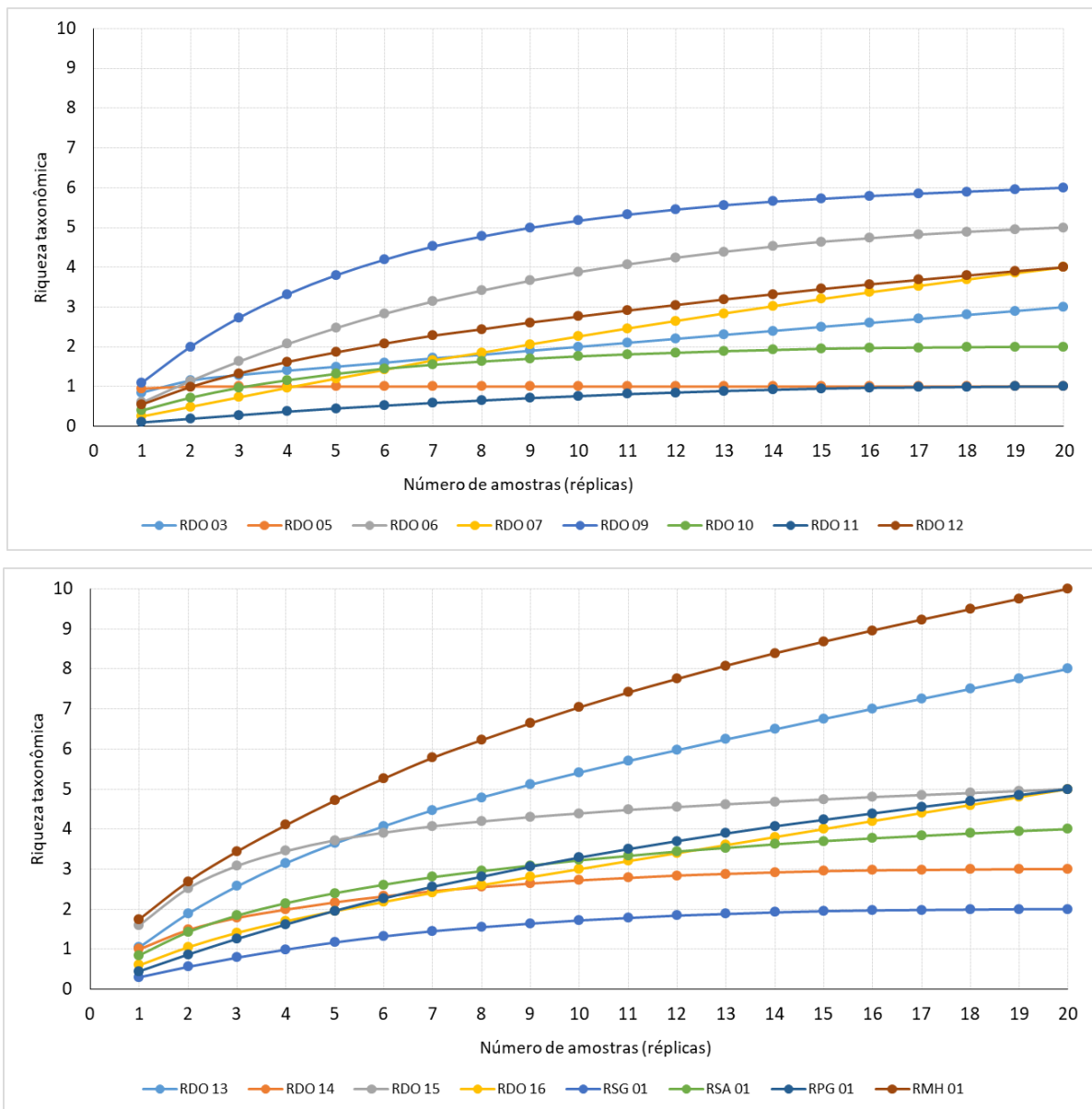
Figura 1 –Utilização da rede de 250µm para lavagem das amostras em campo.



Fonte: Fundação Renova, 2018.

Os dados do primeiro semestre de monitoramento do PMQQS estão sendo avaliados e serão apresentados no relatório semestral em agosto de 2018. No intuito de verificar como o esforço amostral empregado influencia na riqueza total de táxons, foram feitas curvas de acumulação de espécies (ou curvas do coletor) para o mês de janeiro/2018 em todos os pontos de amostragem da comunidade de macroinvertebrados bentônicos (**Figura 2**). Estas curvas permitem estimar o número esperado de espécies em um conjunto de amostras e estimar o mínimo de amostras necessárias para caracterização de uma comunidade de acordo com os objetivos do estudo (Bartsh *et al.* 1998; Bady *et al.* 2005).

Figura 2 - Riqueza taxonômica observada em função do número de amostras coletas nos pontos de monitoramento da comunidade de macroinvertebrados bentônicos referentes ao mês de janeiro/2018.



De maneira geral, o que se observa através das curvas de acumulação de táxons é que a partir de nove amostras, o incremento na riqueza é muito pequeno (1 táxon). É possível verificar ainda, que em muitos dos pontos amostrais a curva atinge a assíntota, ou seja, o aumento no esforço amostral não implica em aumento da riqueza taxonômica, indicando que todos (ou quase todos) os táxons ali presentes foram amostrados.

O número adequado de amostras vai depender principalmente dos objetivos do estudo. Inventários de biodiversidade, onde uma lista taxonômica completa é fundamental, requerem um esforço amostral maior, no intuito de incluir também espécies raras (Petersen e Meier 2003). No entanto, em estudos de biomonitoramento, como é o caso, um número menor de amostras é suficiente para caracterização da comunidade e para avaliação de impactos no ecossistema (Lorenz *et al.* 2004; Vlek *et al.* 2006; Buss *et al.* 2015).

Dessa forma, a sugestão de redução do número de amostras não compromete os resultados do monitoramento da comunidade de macroinvertebrados bentônicos. Pelo contrário, esta adequação possibilitará redução do esforço humano em campo, redução de custos operacionais, redução do tempo de processamento das amostras e abrirá a possibilidade de aumento da malha amostral.

Após considerações técnicas acima elencadas, a Fundação Renova vem apresentar a concordância com o GTA-PMQQS em reduzir o número de réplicas de 20 (vinte) para 9 (nove), porém estas deverão ser coletadas preferencialmente nas margens ou em locais próximos a ela, evitando-se locais muito profundos e a calha central por ser um local de turbulência elevada. As regiões onde a probabilidade de se encontrar organismos é maior devem ser priorizadas, ou seja, as margens. Em relação ao equipamento amostrador, o uso do Surber, embora sugerido no PMQQS, é adequado apenas para riachos, cuja profundidade não ultrapasse a altura do amostrador (aproximadamente 30 cm). O uso da draga conforme verificado pela bióloga é adequado para o ecossistema e tem sido utilizado de maneira correta.

Para escolha de novos pontos amostrais, um elemento importante a se considerar é a heterogeneidade dos substratos presentes no leito do rio. O substrato é um dos principais componentes do hábitat físico sendo importante elemento na caracterização de comunidades de macroinvertebrados bentônicos (Buss *et al.* 2004). Macroinvertebrados bentônicos exibem preferências específicas quanto ao tipo de substrato presente, relacionadas a heterogeneidade,

compactação, estabilidade e principalmente o tamanho das partículas (Minshall 1984; Verdonshot, 2001; Duan *et al.* 2008; Silva *et al.* 2014).

Por isto, para a seleção de novos pontos de amostragem de macroinvertebrados bentônicos dulcícolas, é importante considerar os percentuais das frações granulométricas dos sedimentos monitorados no PMQQS. Para que possíveis análises de correlação sejam realizadas futuramente, foram selecionados, adicionalmente aos pontos atualmente monitorados, aqueles pontos em que também estão previstos o monitoramento de sedimentos: RGN 01, RGN 06, RGN 08, RCA 01, RCA 02, RDO 01, RPC 01, RPC 02, RPC 03, RDO 08, RCR 01 e RGU 01. Os 14 pontos das lagoas também serão monitorados, com frequência semestral.

A Fundação Renova informa que estas alterações aqui elencadas serão aplicadas a partir da 13ª campanha de monitoramento, em agosto de 2018, pois desta forma é possível ter os dados anteriores correspondentes a um ano hidrológico, permitindo as comparações de sazonalidade. Em relação a periodicidade, devido a ampliação da rede amostral, sugerimos a manutenção da frequência mensal por pelo menos mais um ano de monitoramento para aplicação de análises estatísticas que possam indicar a necessidade de redução da frequência.

2.2 Perifíton

O perifíton é representado por uma fina camada (biofilme) que varia em alguns milímetros, e atua na interface entre o substrato e a água circundante. O termo perifíton foi consagrado e definido como uma complexa comunidade de microrganismos (algas, bactérias, fungos e animais), detritos orgânicos e inorgânicos aderidos a substratos inorgânicos ou orgânicos vivos ou mortos (Wetzel, 1983a). Estas comunidades são observadas como manchas verdes ou pardas aderidos a objetos submersos na água como rochas, troncos, objetos artificiais (inertes) e a vegetação aquática.

O perifíton foi monitorado pelo Programa de Conservação da Biodiversidade da Fundação Renova, no âmbito da Camara Técnica de Biodiversidade (CTBio). Para a realização de um diagnóstico ambiental amplo, toda a biota aquática foi avaliada mensalmente durante o período de um ano, a partir de maio de 2017. Foram amostrados 22 pontos da bacia

do rio Doce, distribuídos nos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce e 15 pontos não atingidos pela lama de rejeitos, localizados nos principais afluentes ao longo do trecho de 670 Km, sendo os principais rios: Piranga, Casca, Matipó, Piracicaba, Santo Antônio, Guandu, Manhuaçu, além da lagoa Juparanã. Os resultados deste estudo exploratório estão sendo compilados e serão apresentados no relatório técnico elaborado pela empresa Econservation, com previsão de entrega para o final do mês de agosto/2018.

Após alinhamento com a equipe do programa de Conservação da Biodiversidade da Fundação Renova, foi informado que o monitoramento de longo prazo das comunidades aquáticas na bacia do rio Doce vai seguir o formato proposto pela CTBio, visando uma avaliação crítica do ambiente e dos impactos associados a passagem do rejeito de mineração. Na porção capixaba da bacia este monitoramento será executado pelo convênio firmado entre a Fundação Renova e a Fundação Espírito Santense de Tecnologia – FEST e na porção mineira será via edital da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG.

O acordo de cooperação com a FEST foi assinado em junho de 2018 e será executado por 16 (dezesesseis) meses, período relativo à primeira etapa do programa de monitoramento, previsto para durar 5 (cinco) anos. Toda a biota aquática será monitorada, além de alguns parâmetros físicos e químicos de água e sedimentos. A comunidade perifítica será estudada conforme metodologia proposta no Termo de Referência 4, Anexo 2, emitido pela CTBio, conforme descrito abaixo:

“Deverão ser identificados 4 trechos de rios, sendo um em condições de referência, um impactado por rejeitos de mineração, um impactado por despejo de efluentes e um impactado por efluentes e rejeitos de mineração, a serem amostrados 4 vezes no ano, sendo duas na estação chuvosa e duas na estação seca.

Em cada um desses ambientes será selecionado um tipo de substrato (seixo, cascalho, rocha exposta ou areia) comum aos 4 ambientes, dos quais serão coletadas 3 amostras qualitativas do perifíton. A delimitação da área a ser coletada será feita com o auxílio de uma lâmina de acetato da qual será removido um quadrado de 10 cm de lado, de forma que a lâmina de acetato funcione como uma moldura da superfície a ser amostrada. Após a coleta as amostras destinadas a análises qualitativas serão fixadas com solução TRANSEAU (6:3:1 água destilada, álcool etílico 70%, formol) e as destinadas a análises quantitativas serão fixadas em solução de Lugol acético a 5%.

Além disso deverá ser estimada a biomassa do perifíton. Adicionalmente, para análise da biomassa fotossintética deverão ser avaliados os teores de clorofila “a” e o material raspado nos diversos substratos deverão ser filtrados conforme técnica proposta por Golterman *et al.* (1978).”

Para o estado de Minas Gerais, a proposta elaborada pela CTBio apresenta estrutura um pouco diferente de processo de monitoramento convencional, que consiste na abertura de editais de pesquisa. Para isto, foi assinado um convênio entre a Fundação Renova e a FAPEMIG, permitindo a abertura de um edital de pesquisa de ampla concorrência que contemplará estudos da biota aquática ao longo de toda a porção mineira da bacia, nos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce.

Cabe destacar que todos os estudos que serão desenvolvidos deverão utilizar como base o estudo exploratório citado anteriormente, executado no período de um ano de monitoramento, principalmente para a determinação de pontos de amostragem.

No PMQQS, o perifíton é avaliado em apenas três pontos de amostragem, sendo um no rio Gualaxo do Norte em área não atingida pela lama de rejeitos (RGN 01) e dois no rio Doce (RDO 03 em Sem Peixe e RDO 04 no Parque Estadual do rio Doce). As coletas são realizadas com frequência trimestral (duas no período seco e duas no período chuvoso) e o método adotado para a coleta teve como base o Guia Nacional de Coletas da ANA e CETESB (2012). Os primeiros resultados encontrados no PMQQS refletem a dificuldade em se encontrar substratos disponíveis, sendo que apenas no ponto RGN 01 foi possível encontrar mais de um tipo de substrato disponível para amostragem.

Considerando que a CTBio já está tratando dos monitoramentos de longo prazo de toda a biota aquática e considerando também que a análise biológica do ecossistema aquático é um dos objetivos dos programas da Biodiversidade no âmbito do TTAC, a Fundação Renova sugere a reconsideração de ampliação da malha amostral de perifíton no âmbito do PMQQS, uma vez que este programa atualmente abrange amostragens mensais das comunidades biológicas de fitoplâncton e macroinvertebrados bentônicos, que podem ser considerados excelentes indicadores da qualidade da água e sedimentos, refletindo os principais impactos associados ao contexto do rompimento da barragem de Fundão.

Considerando o exposto, a Fundação Renova solicita ao GTA-PMQQS a reavaliação da recomendação de ampliação da malha amostral do perifíton no PMQQS, para os mesmos pontos amostrados para perifíton do Plano de Trabalho Programa de Monitoramento da Ictiofauna do Rio Doce, conforme sugerido na Nota Técnica 07 do GTA-PMQQS, uma vez que esta inclusão não permitiria a avaliação integrada do ambiente, além de não estar alinhada aos objetivos do PMQQS.

Ademais, a Fundação informa que qualquer incorporação de pontos e análises adicionalmente ao previsto no PMQQS, que implica em ajuste de escopo e custo, demandará aditivo contratual junto à empresa atualmente responsável pelas coletas e análises do PMQQS. De acordo com os processos de contratação da Fundação Renova, este aditivo contratual levaria ao menos 6 (seis) meses para ser efetivado, uma vez que se trata de um contrato com valor negociado acima de 10 (dez) milhões de reais e que necessita de aprovação do Conselho Curador. Desta forma, a Fundação Renova fica impossibilitada de iniciar esta implementação de forma imediata.

3. EQUIPE TÉCNICA

Bárbara Fernanda de Melo Jardim

Analista de Programa Socioambiental – Fundação Renova
Bióloga

Brígida Gusso Maioli

Especialista de Programa Socioambiental – Fundação Renova
Engenheira Ambiental

Deborah Regina de Oliveira e Silva

Bióloga - ECOLOGY Brasil

Laila Carine Campos Medeiros

Analista de Programa Socioambiental – Fundação Renova
Bióloga

Rodolfo Pessotti Messner Campelo

Especialista de Programa Socioambiental – Fundação Renova
Biólogo

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Águas (ANA). Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras. Água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Brasília, 326p. 2012.

AQEM Consortium. Manual for the application of the AQEM system: a comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the water framework directive, Version 1.0. Essen, 198p. 2002.

Bady, P., Doledec, S., Fesl, C., Gayraud, S., Bacchi, M. & Scholl, F. Use of invertebrate traits for biomonitoring of European large rivers: the effects of sampling effort on genus richness and functional diversity. *Freshwater Biology*, 50, 159 - 173. 2005.

Bartsch, L. A., Richardson, W. B. & Naimo, T. J. Sampling benthic macroinvertebrates in a large flood-plain river: considerations of study design, sample size, and cost. *Environmental Monitoring and Assessment*, 52, 425 - 439. 1998.

Buss, D. F., Baptista, D. F., Nessimian, J. L., & Egler, M. Substrate specificity, environmental degradation and disturbance structuring macroinvertebrate assemblages in neotropical streams. *Hydrobiologia*, 518, 179-188. 2004.

Buss, D. F., Carlisle, D. M., Chon, T. S., Culp, J., Harding, J. S., Keizer-Vlek, H. E., ... & Hughes, R. M. Stream biomonitoring using macroinvertebrates around the globe: a comparison of large-scale programs. *Environmental monitoring and assessment*, 187(1), 4132. 2015.

Golterman, H. L.; Clymo, R. S.; Ohnstad, M. A. M. *Methods for physical and chemical analysis of freshwater*, Oxford: Blackwell Scientific Publications. 213p. 1978.

Lorenz, A., Kirchner, L., & Hering, D. ‘Electronic subsampling’ of macrobenthic samples: how many individuals are needed for a valid assessment result?. *Hydrobiologia*, 516(1-3), 299-312. 2004.

Minshall, G. W. Aquatic insect-substratum relationships. Pages 358–400 in V. H. Resh and D. M. Rosenberg (eds.), *The ecology of aquatic insects*. Prager, New York. 1984.

Petersen, F. T., & Meier, R. Testing species-richness estimation methods on single-sample collection data using the Danish Diptera. *Biodiversity & Conservation*, 12(4), 667-686. 2003.

Silva, D. R., Ligeiro, R., Hughes, R. M., & Callisto, M. Visually determined stream mesohabitats influence benthic macroinvertebrate assessments in headwater streams. *Environmental monitoring and assessment*, 186(9), 5479-5488. 2014.

Vlek, H. E., Šporka, F., & Krno, I. J. Influence of macroinvertebrate sample size on bioassessment of streams. In *The Ecological Status of European Rivers: Evaluation and Intercalibration of Assessment Methods* (pp. 523-542). Springer, Dordrecht. 2006.

Verdonschot, P. F. Hydrology and substrates: determinants of oligochaete distribution in lowland streams (The Netherlands). *Hydrobiologia*, 158, 249-262. 2001.

Wetzel, R. G. Opening remarks. In: Wetzel, R.G. (Ed.). *Periphyton of freshwater ecosystems*. The Hague, Dr. W. Junk, 1983 a. p. 3-4. (Developments in Hydrobiology, 17).