

XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

AVALIAÇÃO DA POLUIÇÃO DIFUSA POR AMOSTRAGEM TEMPORAL E POR VARIAÇÃO DE NÍVEL

*Juliana Pisa Grudzien¹, Nikolas Rafael Borba da Silva², Bruna Marques dos Santos³, Maria
Cristina Borba Braga⁴, Sérgio Michelotto Braga⁵*

RESUMO – O entendimento do aporte de poluentes a partir de fontes difusas em rios e lagos é dificultado por limitações relativas à qualidade da amostragem, que se reflete na precisão da estimativa da quantificação. Para de representar de forma significativa a poluição difusa, diversas formas de amostragem automatizada são utilizadas. Assim, buscou-se comparar duas estratégias distintas de coleta: uma iniciando por variação de nível e outra pela variação de tempo. Para tanto, foi escolhido como objeto de estudo a bacia do Rio Passaúna, localizada em Curitiba e Região Metropolitana. Um amostrador automático em fase experimental de concepção foi utilizado como instrumento de coleta e instalado a montante da represa de captação de água do Passaúna. A partir das amostras coletadas automaticamente foram determinadas as concentrações de carbono orgânico dissolvido, sólidos totais e suspensos. A partir dos resultados de duas coletas completamente distintas, evidencia-se, por um lado, a superioridade da amostragem por variação de nível para coleta de eventos de chuva e, por outro lado, a importância da coleta por tempo para entendimento do escoamento base do rio.

Palavras-Chave – Amostrador automático; poluição difusa, Rio Passaúna.

ABSTRACT – The knowledge of the effects of the input of pollutants from diffuse sources to water bodies is restricted by limitations regarding the quality of water samples, which may have a knock-on effect on the precision of the determination of concentrations of individual parameters. In order to significantly represent diffuse pollution, various forms of automated sampling are at hand. Thus, the aim of this research was the comparison between two distinctive strategies of water sampling; one of them triggered by a step level variation, and the other by a timed sampling scheme. For this purpose the Passauna River basin, located in Curitiba and the Metropolitan Region, state of Parana, was chosen as a case study. In order to carry out this research, an automated sampler being at an experimental stage, named SBn, was installed upstream the Passauna water supply dam and utilized for the collection of water samples. The parameters used to evaluate diffuse pollution were dissolved organic carbon, total and suspended solids. Results from two distinctive campaigns allowed to point out that, on one hand, the sampling by step level variation produced better information regarding rainfall events and, on the other hand, it was observed the importance of timed sampling to understand the river's baseflow regime.

Keywords - Automated sampler, diffuse pollution, Passauna River.

1) Engenheira Civil, Aluna do Curso de Mestrado - PPGERHA – Universidade Federal do Paraná, julianapisag@gmail.com

2) Aluno de iniciação científica no Laboratório de Monitoramento Eletrônico – Universidade Federal do Paraná

3) Aluna de iniciação científica no Laboratório de Engenharia Ambiental Prof. Francisco Borsari Netto – Universidade Federal do Paraná

4) Professora Associada, Departamento de Hidráulica e Saneamento - PPGERHA – Universidade Federal do Paraná

5) Professor Adjunto, Departamento de Hidráulica e Saneamento - PPGERHA – Universidade Federal do Paraná

INTRODUÇÃO

A poluição difusa difere da poluição pontual por não possuir fontes diretas e identificáveis de lançamento. É provocada pelo carreamento decorrente do escoamento superficial, resultante das precipitações de maior intensidade e pela lavagem de superfícies impermeabilizadas em precipitações menos intensas. Como consequência, produz importante aporte de poluentes aos rios, que são afetados pelo somatório de pequenas contribuições (DAVIES-COLLEY et al., 2008; DE GIROLAMO, 2012). Em função da natureza aleatória da poluição difusa e da dificuldade associada à coleta manual de amostras nos momentos que poderiam ser mais representativos de um determinado evento, a amostragem automática apresenta como vantagem um resultado mais representativo do comportamento do curso d'água como um todo (BRAGA, 2013).

Uma característica muito comum desse tipo de amostragem é aquela iniciada a partir de uma variação mínima de nível, seguida por um conjunto de amostras coletadas em intervalos de tempo pré-determinados (COOPER et al., 2014; OLIVER et al., 2015; ASFAW et al., 2018). Entretanto, a aleatoriedade da intensidade e da duração dos eventos representam uma dificuldade significativa a ser superada, dado que eventos podem ser sub-representados de acordo com o intervalo de tempo pré-determinado (BRAGA, 2013). Amostradores que identifiquem variações de níveis intermediários podem, assim, ser mais eficazes, gerando amostras mais representativas.

São diversos os amostradores automáticos como, por exemplo, os produzidos pelas marcas: Campbell Scientific®, Ejer Tech®, Ysi®, Endress+Hauser®, Teledyne ISCO®, entre outras. Contudo, para levar a efeito este estudo, um equipamento em fase experimental de desenvolvimento foi utilizado para a coleta das amostras, o qual apresenta programação e operação simplificadas como características principais, além de baixo custo de produção e instalação.

Dessa forma, buscou-se (i) avaliar a utilização de um equipamento experimental de coleta automática por intervalo de tempo e por variação de nível e (ii) estabelecer avaliação da aplicabilidade dos dois tipos de amostragem.

MATERIAIS E MÉTODOS

A bacia do Rio Passaúna, localizada no estado do Paraná, abrange uma área de 217 km², na qual estão inseridos parte dos territórios dos municípios de Araucária, Almirante Tamandaré, Campo Largo, Campo Magro e Curitiba (SUDERHSA, 2002). O rio Passaúna, principal componente da bacia, nasce no município de Almirante Tamandaré, entre as Serras de São Luiz do Purunã e Bocaina e desemboca no Rio Iguaçu, após percorrer 57 quilômetros no sentido norte-sul (MEGER, 2007). Nesse percurso, o rio recebe aportes de usos do solo diversos e de um aterro controlado encerrado há 30 anos, localizado entre os municípios de Curitiba e Almirante Tamandaré (Figura 1).

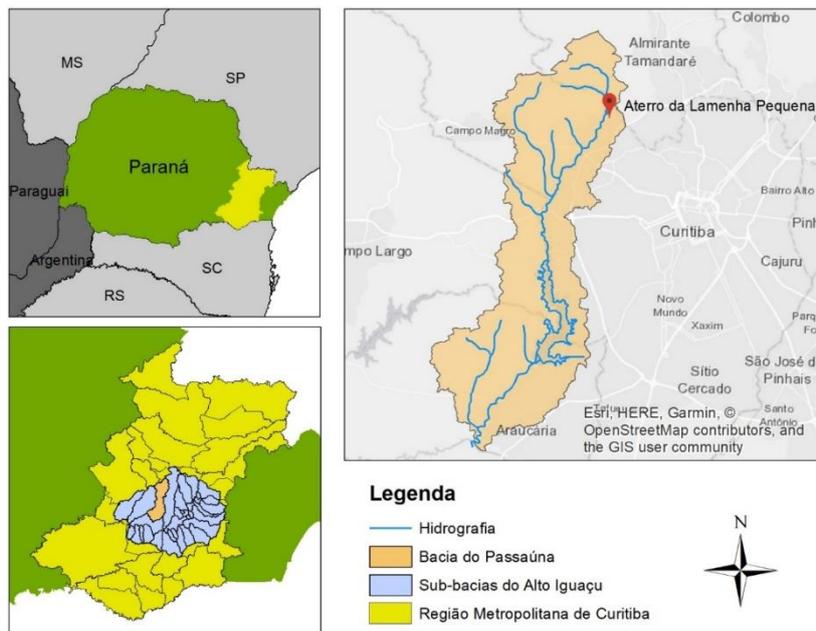


Figura 1 – Localização da Bacia do Passaúna

Para a amostragem da água foi estabelecido como ponto de coleta um ponto no rio Passaúna - denominado P1, cujas coordenadas geográficas são 25°25'18,7"S e 49°23'07,2"W, como apresentado na Figura 2.

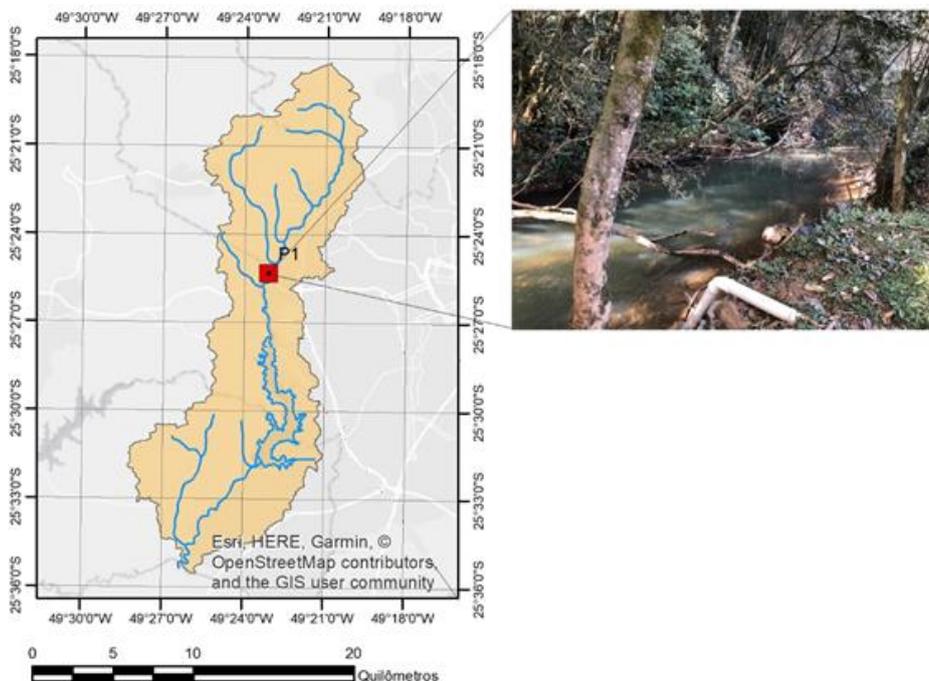
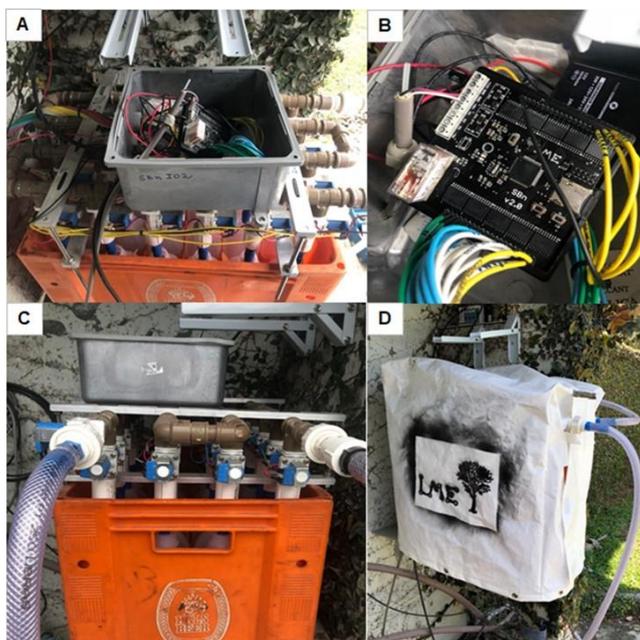


Figura 2 – Localização do ponto de coleta

As coletas foram realizadas de forma automatizada mediante utilização do equipamento denominado SBn, desenvolvido por Braga (2013) e operado de duas formas distintas, isto é,

amostragem por tempo e amostragem por nível. Este equipamento apresenta baixo custo de construção, operação e manutenção, grande autonomia em relação à amostragem devido ao baixo consumo de energia e à simplicidade para modificar a sua programação. Além disso, o SBn tem sua produção completamente realizada no Laboratório de Monitoramento Eletrônico (LME/DHS – UFPR), apresentando, portanto, facilidade para reparos e manutenção. A versão do SBn (Figura 3) utilizada possui compartimento para 24 garrafas com capacidade para 1 litro, podendo ser expandido para 36 ou 48 garrafas.



Legenda: (A) distribuidor e placa de comando; (B) placa de comando; (C) detalhe da entrada de água e distribuidores; (D) capa desenvolvida para o SBn para proteger a integridade das garrafas

Figura 3 – Amostrador SBn

Em ambas as formas de operação, conforme mencionado anteriormente, o SBn realiza leituras de nível a cada minuto. Para a amostragem por variação de nível, o aparelho foi programado para identificar o início de um evento de chuva a partir de uma alteração de nível de 3 cm em um intervalo de tempo de 20 min, continuando a coleta quando é registrada uma variação de 15 cm. O encerramento da coleta ocorre quando o nível do rio atinge valores 5% maiores do que aqueles identificados no início do evento. Estas condições operacionais foram escolhidas após estudo do comportamento do nível da lâmina d'água registrado nesta seção do rio Passaúna.

Por outro lado, a programação do SBn por tempo não leva consideração a variação de nível ou de vazão. A coleta é iniciada com data programada, variando de acordo com intervalo de tempo. Foi escolhido o intervalo de 12 horas, para permitir coletas por 12 dias, até a totalização das 24 amostras, independentemente da duração ou intensidade dos eventos de chuva.

Visando à representação das características associadas à matéria orgânica e ao transporte de sedimentos, foram realizadas análises de carbono orgânico dissolvido, sólidos totais e suspensos.

A concentração de sólidos totais foi determinada por método gravimétrico, sendo que as amostras foram colocadas em cápsulas de porcelana, que foram dispostas em banho-maria até secar e, posteriormente, foi realizada a secagem em estufa (MaxBiomedical, modelo Delta 04), a 105 °C, por 1 hora. A determinação da concentração dos sólidos suspensos foi realizada por método gravimétrico com disposição das amostras, após filtração a vácuo em membrana de fibra de vidro com porosidade de 0,28mm (Macherey-Nagel), em cadinhos de cerâmica, lavados à estufa (MaxBiomedical, modelo Delta 04), a 105°C, por 45 minutos. A determinação da concentração do carbono orgânico dissolvido foi realizada em equipamento analisador de carbono orgânico (Shimadzu, modelo TOC V-CPH), a partir de amostras previamente filtradas em membranas de acetato de celulose, com porosidade de 0,45 µm (marca Unifil), e preservadas com ácido sulfúrico concentrado.

RESULTADOS

A partir de uma coleção de doze amostragens, foram escolhidos dois eventos de chuva que mostram de forma mais característica coletas em escoamento base e com poluição difusa. Devido à impossibilidade atual de coletar amostras pelos dois métodos concomitantemente, serão apresentados dois eventos de chuva distintos.

Amostragem por nível

A amostragem por variação de nível foi realizada entre os dias 30 de novembro e 4 de dezembro de 2018 e tem suas características principais apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características do evento amostrado por nível

AMOSTRAGEM POR NÍVEL	
Data	30/11/18 a 04/12/2018
Precipitação total (mm)	53
Máxima altura da lâmina d'água (m)	1,2
Número de amostras coletadas	11

Na Figura 4 são apresentadas as amostras coletadas, bem como as informações sobre nível lâmina d'água e a posição de cada amostragem no evento por variação de nível. De acordo com a figura, é possível observar, visualmente, o gradiente de coloração associado à precipitação e consequente lavagem do solo. Além da coloração, na Figura 5 são apresentados os resultados das análises dos parâmetros para este evento.

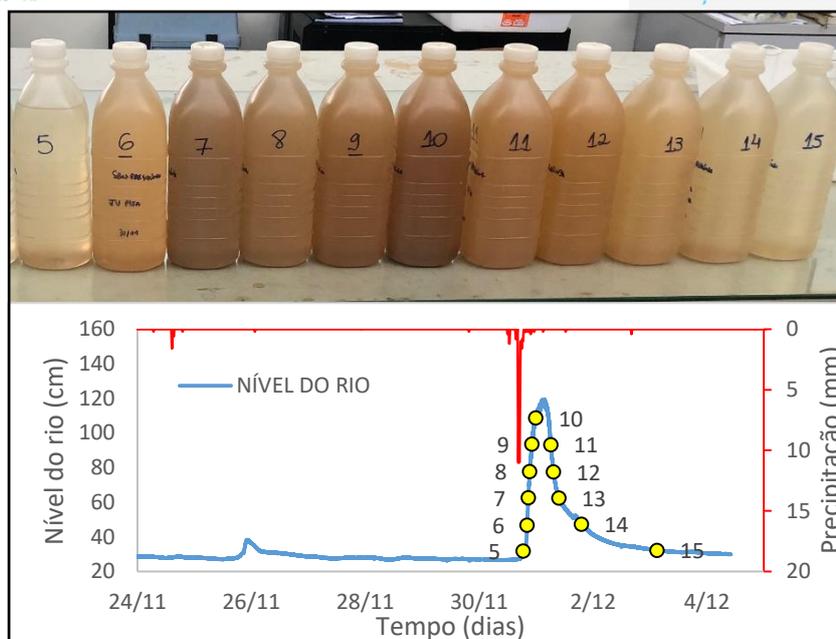


Figura 4 – Amostras coletadas por variação de nível

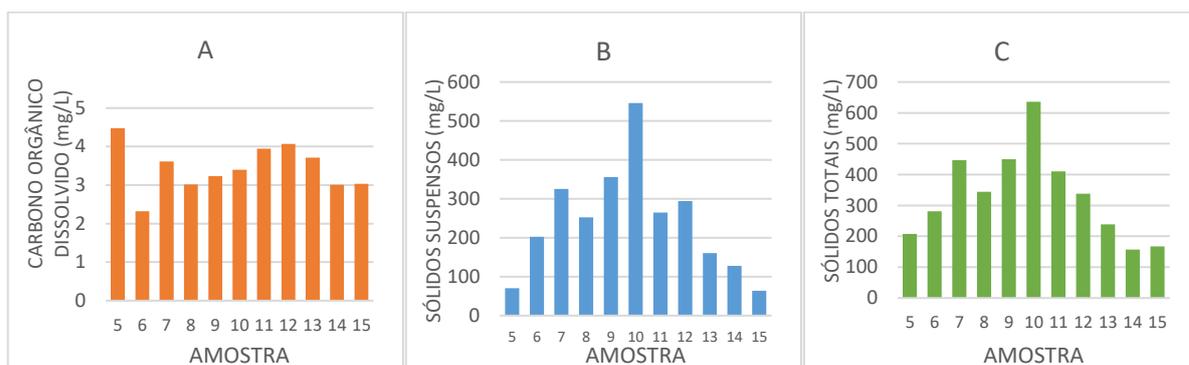


Figura 5 – Concentrações de A) carbono orgânico dissolvido, B) sólidos suspensos e C) sólidos totais no evento

Os resultados apresentados na Figura 5 para a série de sólidos e carbono orgânico dissolvido estão de acordo com aqueles observados visualmente, considerando apenas a variação da intensidade da cor das amostras. Assim, conforme apresentado na Figura 4, a amostragem permitiu registrar toda a ascensão e retorno do rio aos seus padrões normais durante o evento. De acordo com a Figura 5, a concentração de carbono orgânico apresentou o maior valor na amostra 5, muito possivelmente devido ao período de seca anterior ao evento de chuva. Assim, pode-se afirmar que o amostrador coletou um conjunto de amostras representativas da natureza do evento.

Amostragem por tempo

Para a coleta por tempo, o SBn foi mantido em operação entre os dias 15 e 28 de fevereiro de 2019, tendo sido o período para a realização das 24 coletas. As características desta amostragem são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Características do evento amostrado por tempo

AMOSTRAGEM POR TEMPO	
Data	15/02/2019 a 28/02/2019
Precipitação total (mm)	136
Máxima altura da lâmina d'água (m)	2,6
Número de amostras coletadas	24

Durante o intervalo de 12 dias foram registrados 136 mm de precipitação na região. Um evento de chuva de grande intensidade foi registrado no dia 21 de fevereiro, o que causou elevação em mais de 2 metros no nível do rio. Na Figura 6, é possível observar que, em função da amostragem ter sido realizada em intervalos regulares, isto é, a cada 12 horas, nenhuma amostra foi coletada durante ascensão do evento de grande intensidade. A única amostra mais relevante para esse evento foi coletada já na recessão (amostra 12). Esta amostra apresenta cor mais intensa, o que é indicativo da importância do evento que não foi devidamente amostrado uma vez que o amostrador estava configurado para efetuar coletas em intervalos regulares de tempo.

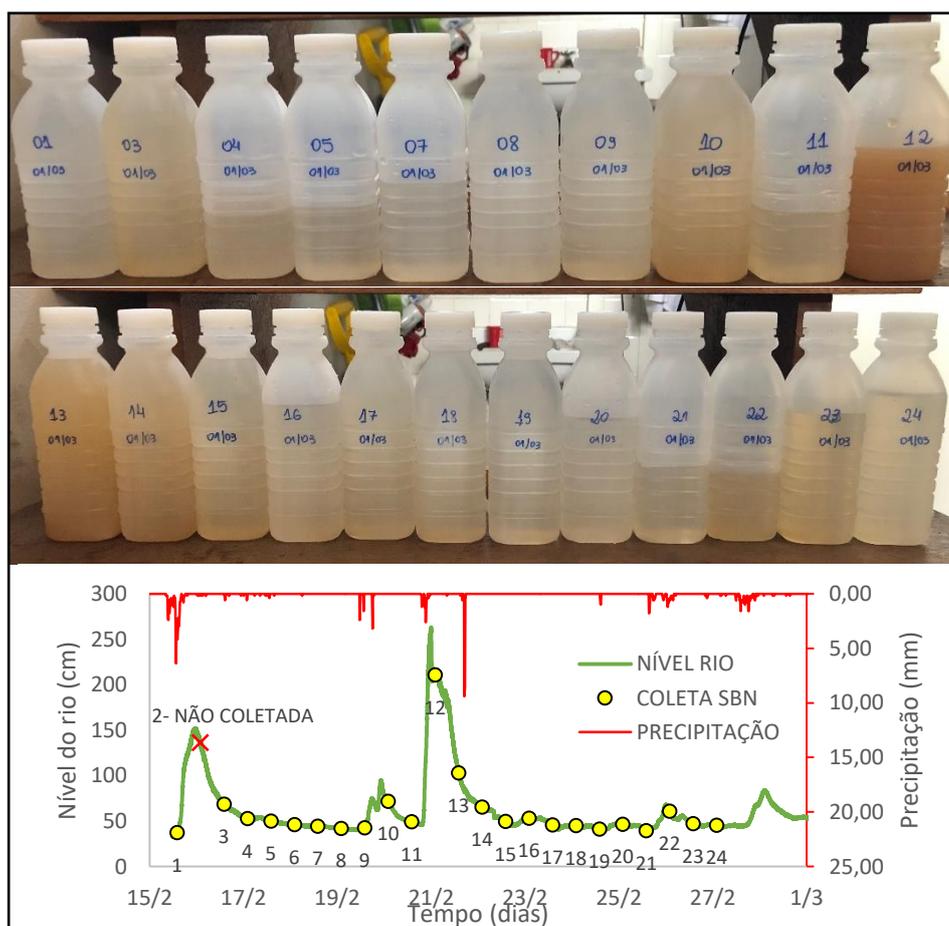


Figura 6 – Amostras coletadas por tempo

A amostragem por tempo possui, contudo, grande vantagem em relação à coleta por nível para a produção de uma coleção de amostras em períodos de seca, registrando as condições do escoamento base do rio.

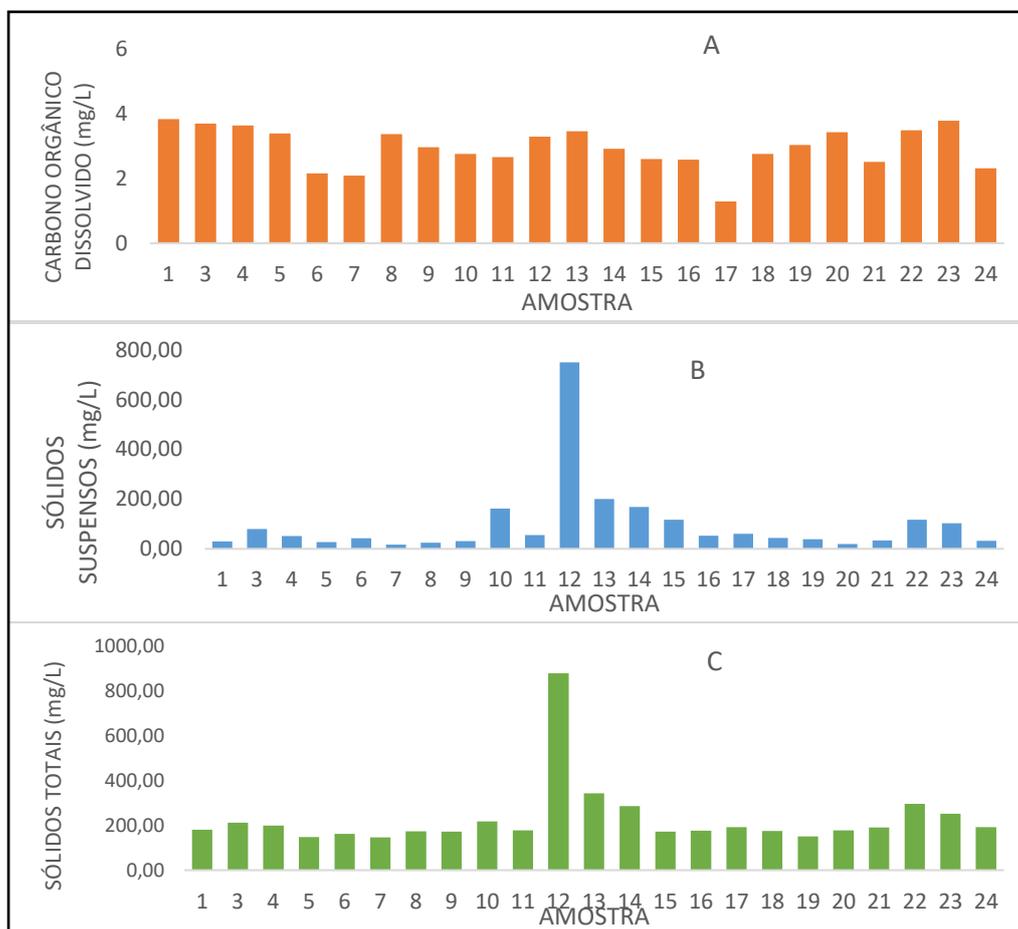


Figura 7 – Concentrações de A) carbono orgânico dissolvido, B) sólidos suspensos e C) sólidos totais no evento

Como pode ser observado na Figura 7, na qual são apresentados os resultados das concentrações dos parâmetros de interesse, a coleção de amostras representa adequadamente os períodos de estiagem. Para o evento, contudo, não são coletadas amostras que representem adequadamente as alterações na qualidade do rio durante a cheia, o que pode prejudicar a análise destas modificações e subestimar suas consequências.

CONCLUSÕES

Com o aumento dos estudos que consideram a poluição difusa como contribuição relevante para a degradação de rios e represas, buscou-se identificar o efeito de duas diferentes estratégias de amostragem sobre a coleta de amostras. Foi possível observar, a partir das amostras coletadas, a superioridade da amostragem a partir da variação de nível para eventos de grande intensidade. Com

este procedimento de coleta, toda a elevação e recessão do rio foi amostrada, o que torna possível associar as implicações do evento sobre a qualidade da água e possível assoreamento do rio.

No caso de adoção da amostragem por variação de tempo isto não seria possível. Contudo, para análise de escoamento base a adoção de coleta por tempo faz-se necessária, especialmente em períodos de estiagem.

A compreensão do impacto da escolha do processo de amostragem é parte importante deste estudo, considerando que seja fundamental a coleta de amostras com maior representatividade do evento como um todo.

Para que as duas estratégias de amostragem sejam realizadas concomitantemente, sugere-se a instalação, no mesmo local, de um segundo equipamento SBn para a avaliação da poluição difusa.

REFERÊNCIAS

ASFAW, A.; MAHER, K.; SHUCKSMITH, J.D. (2018). “*Modelling of metaldehyde concentrations in surface waters: A travel time based approach*”. Journal of Hydrology, 562. pp. 397-410.

BRAGA, S. M. (2013). “*Uma nova abordagem para integração entre quantidade e qualidade da água para a avaliação da poluição difusa*”. Tese (Doutorado). 195 p. Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. 2013.

COOPER, R. J.; RAWLINS, B. G.; LÉZÉ, B.; HISCOCK, K. M. (2014). “*Combining two filter paper-based analytical methods to monitor temporal variations in the geochemical properties of fluvial suspended particulate matter*”. Hydrological processes, v. 28, ed. 13, p. 4042-4056.

DAVIES-COLLEY, R.; LYDIARD, E.; NAGELS, J. (2008). “*Stormflow-dominated loads of faecal pollution from an intensively dairy-farmed catchment*”. Water Science and Technology, v. 57, ed. 10, p. 1519-1523.

DE GIROLAMO, A. M.; CALABRESE, A.; PAPPAGALLO, G.; SANTESE, G.; LO PORTO, A. (2012). “*Impact of anthropogenic activities on a temporary river*”. Fresenius Environmental Bulletin, v. 21, ed. 11, p. 3278-3286.

MEGER, D. G. (2007). “*Material particulado suspenso e macro constituintes iônicos em um reservatório de abastecimento: o caso do rio Passaúna, Curitiba, Paraná, Brasil*”. Dissertação (Mestrado Profissional). Centro Universitário Positivo, Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental. 141 p.

OLIVER, D. M.; PORTER, KENNETH D. H.; HEATHWAITE, A. L.; ZHANG, T.; QUILLIAM, R. S. (2015). “*Impact of low intensity summer rainfall on E. coli-discharge event dynamics with reference to sample acquisition and storage*”. Environmental Monitoring and Assessment, v. 187, ed. 7.

SUDERSHA – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. (2002) “*Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba*”. Relatório técnico. Curitiba.