

Monitoramento dos sedimentos totais, finos e grossos bem como a carga de sedimentos e os valores nitrogênio e ortofosfato nas sarjetas em vias asfaltadas

Philippe R. Gomes*
Diego M. B. Santanna**

Resumo

Os efeitos típicos da urbanização incluem a modificação dos canais de macrodrenagem, a alteração das margens e da vegetação ribeirinha, maior impermeabilização do solo, o aumento nas taxas de erosão e acúmulos de sedimentos em vias urbanas com consequente aumento no assoreamento e a variação dos volumes e picos de vazão em corpos hídricos urbanos. Este trabalho de pesquisa teve por objetivo obter resultados da quantificação do Sedimento Total (g), Sedimento Fino (g) e Sedimento Grosso (g) bem como a Carga de Sedimentos (g/m²) e os valores Nitrogênio (mg/g) e Ortofosfato (mg/g), em pontos específicos, nas sarjetas de vias públicas totalmente asfaltadas, no município de Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. Essas informações apresentadas tornam-se importantes para as medidas de controle e redução dos impactos sobre os sistemas de drenagem urbanos e, consequentemente, sobre os mananciais hídricos regionais.

Palavras-chave: Sedimentos. Monitoramento. Sarjeta.

Introdução

A partir do início do século XX, com o aperfeiçoamento das tecnologias existentes e a descoberta da cura de algumas enfermidades, a população mundial experimentou um considerável crescimento, chegando hoje a pouco mais de sete bilhões de habitantes. Com isso, cresceu significativamente a demanda por alimentos e por água. Desta forma tem-se exigido cada vez maiores quantidades de água, o que tem forçado em muitas regiões, colapso dos mananciais hídricos. Também houve um grande aumento na quantidade de resíduos gerados em suas formas gasosas, sólidas e/ou líquidas.

Tem-se ainda o comprometimento dos recursos hídricos nos quesitos quantitativos e qualitativos. Quantitativo, pois há um crescente desmatamento, bem como a construção de barragens e canais tecnicamente e ambientalmente inadequados, alterações no regime hídrico e de oferta de água. Qualitativo, devido a lançamento de efluentes industriais e domésticos e de compostos carregados no solo pelas chuvas até aos corpos d'água, os quais alteram significativamente, os aspectos físicos, químicos e microbiológicos, o que ocasiona o comprometimento para abastecimento urbano e industrial ou outros usos a ela destinados.

Dentre os impactos sofridos pelas bacias hidrográficas, os ocasionados pela poluição difusa merecem destaque. Reinold (1998) relata o notório reconhecimento de que a poluição difusa é o maior contribuinte, quanto aos sedimentos, bactérias e cargas de nutrientes, para os ecossistemas aquáticos. Devido a sua alta complexidade, difícil delimitação dos locais de origem e trabalhosa quantificação dos poluentes o monitoramento quali-quantitativo dos impactos da poluição difusa é, geralmente, difícil e onerosa.

Os efeitos típicos da urbanização incluem a modificação dos canais de macrodrenagem, a alteração das margens e da vegetação ribeirinha, maior impermeabilização do solo, o aumento nas taxas de erosão com consequente aumento no assoreamento e a variação dos volumes e picos de vazão em corpos hídricos urbanos. Com o aumento dos níveis de impermeabilização da bacia hidrográfica, uma maior quantidade de chuva é convertida em escoamento superficial urbano.

Quando uma área não ocupada torna-se uma área urbana, resulta em dramáticos impactos sobre a hidrologia do local. A urbanização muda a hidrologia natural das bacias hidrográficas pelo aumento do escoamento superficial e o decréscimo da evapotranspiração e da infiltração (NOVOTNY, 2003).

Quando uma área sofre o processo de urbanização, ocorre um aumento da impermeabilização de uma bacia e os padrões de drenagem são modificados fazendo com que o escoamento seja canalizado através de sarjetas, bueiros e vias pavimentadas. Os resultados destas modificações são tipicamente um aumento do volume e velocidade do escoamento superficial e a redução do tempo para que as águas de drenagem cheguem a bacias receptoras causando assim picos no fluxo (NOVOTNY, 2003).

Tal processo carrega o material, solto ou solúvel que se transforma em cargas poluidoras bastante significativas. Além disso, a impermeabilização leva ao aumento do número de vezes em que a bacia produz escoamento superficial e ao aumento também das velocidades de escoamento, gerando maior capacidade de arraste e, portanto, maiores cargas poluidoras. As redes de drenagem urbana

* Técnico em Meio Ambiente pelo IFFluminense campus Campos-Guarus.

** Professor-Orientador do IFFluminense campus Campos-Guarus. E-mail: dsantanna@iffl.edu.br.

são responsáveis pela veiculação dessas cargas e sabe-se hoje que se constituem em importantes fontes de degradação de rios, lagos e estuários (REVISTA SANEAS, 2008).

Desta forma, sedimentos gerados pela poluição difusa são acumulados ao longo do tempo e espaço nas vias públicas, e depois se deslocam para as sarjetas e bocas de lobos (quando existem) e, por último, são lançados para o corpo hídrico aliado ainda ao aumento do transporte de sedimentos associados à falta de controle do material erodido em áreas em construção ou com movimentação de terras (PRODANOFF, 2005).

Taylor e Owens (2009) relatam que sedimentos produzidos em bacias hidrográficas urbanizadas podem ser amplamente categorizados dentro de dois principais tipos: os depositados sobre as superfícies das rodovias e os depositados e transportados em ambientes aquáticos (ex.: rios, canais e estaleiros). Estes subsistemas estão ligados através de um processo conhecido por efeito cascata dos sedimentos urbanos, conforme apresentado na Figura 1.

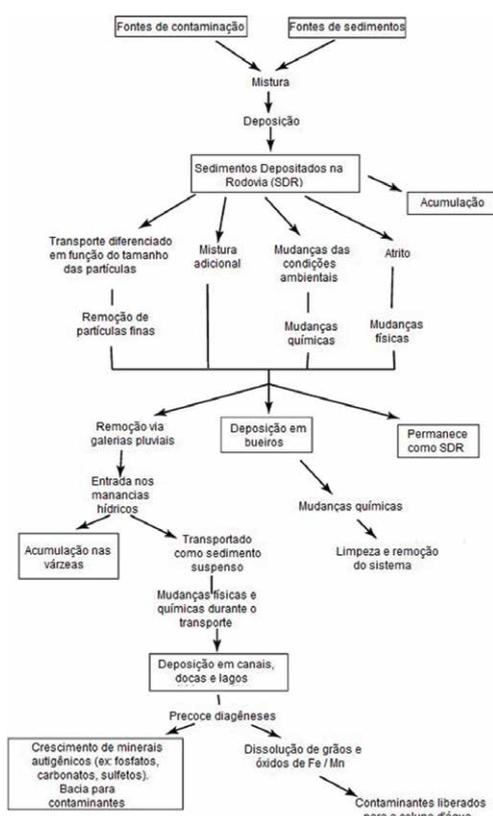


Figura 1 – Dinâmica dos sedimentos urbanos
Fonte: Adaptado de Charlesworth and Lees (1999); Taylor e Owens (2009)

Estes sedimentos acumulados em vias públicas podem conter consideráveis concentrações de nitrogênio e fósforo, os quais em um evento de precipitação pluviométrica são carreados para o sistema de drenagem e, conseqüentemente, são lançados nos corpos hídricos. O nitrogênio pode estar presente em várias formas: molecular,

amônia, nitrito, nitrato, sendo um elemento indispensável ao crescimento de algas. O fósforo encontra-se nas formas de ortofosfato (fósforo reativo), polifosfato e fósforo orgânico sendo assim um fator limitante e essencial para o crescimento de plantas aquáticas. Ambos os nutrientes, em excesso, ocasionam um exagerado crescimento de algas, inclusive cianobactérias potencialmente tóxicas, tornando-se um risco à saúde do ecossistema, além de implicar aumento no custo do tratamento da água para abastecimento.

O estudo e a compreensão da dinâmica do processo de urbanização e a produção dos sedimentos são de grande importância, pois servem como ponto de partida para elaboração de medidas que visem à maximização do uso dos recursos hídricos disponíveis e a convivência harmônica com a população (DOTTO, 2006).

Neste trabalho buscou-se obter resultados da quantificação do ortofosfato, nitrato e a massa acumulada em sedimentos encontrados, em pontos específicos, nas sarjetas de vias públicas totalmente asfaltadas, no bairro Jardim Carioca, no município de Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

Material e métodos

Para a realização deste trabalho, inicialmente foram demarcados três pontos denominados Ponto 1, Ponto 2 e Ponto 3. O Ponto 2 e o Ponto 3 estavam situados ao longo da Av. Senador José Carlos Pereira Pinto, e o Ponto 1 foi demarcado na Rua Messias Urbano dos Santos. A localização dos referidos pontos podem ser vistos na Figura 2.

É importante salientar que as referidas vias públicas possuem o sistema de drenagem ativo, estão completamente asfaltadas, o serviço público de limpeza realiza um trabalho diário de varrição manual, além dos pontos demarcados serem próximos a dois dos principais recursos hídricos do município de Campos dos Goytacazes, a Lagoa do Vigário e o rio Paraíba do Sul.



Figura 2 - Localização dos pontos de coleta nas sarjetas: P1, P2 e P3
Fonte: Google Earth

Em cada ponto, foi definida uma área de 0,90m² (3,00 m x 0,30m), onde as amostras de sedimentos eram coletadas em seus respectivos locais (Ponto 1, Ponto 2 e Ponto 3), num período de coleta compreendido entre abril/2013 e outubro/2013. As figuras 3, 4 e 5 mostram os três pontos de coletas bem como a dispersão dos sedimentos ao longo da sarjeta.



Figura 3 – Disposição de sedimentos ao longo da sarjeta no ponto P1. Coleta realizada em 20.05.13



Figura 4 – Disposição de sedimentos ao longo da sarjeta no ponto P2. Coleta realizada em 20.05.13



Figura 5 – Disposição de sedimentos ao longo da sarjeta no ponto P3. Coleta realizada em 20.05.13

Para a coleta dos referidos sedimentos foram obedecidos, sistematicamente, os seguintes passos:

- 1) Demarcação do local de coleta (sempre o mesmo para cada ponto) com régua de madeira de 1 m e fita crepe.
- 2) Varrição no local demarcado, com vassoura de cerdas duras de plástico.
- 3) Ajuntamento dos sedimentos (finos e grossos) com um pincel grande de cerdas macias.
- 4) Coleta com auxílio de uma pá de plástico e posterior armazenamento em recipientes devidamente limpos.
- 5) Encaminhamentos das amostras de sedimentos ao laboratório para devidas análises físicas e químicas.

Depois de secas, as amostras foram pesadas e separadas em Sedimento Total (ST), Sedimento Fino (SF) e Sedimento Grosso (SG). Para separação deles foi usada peneira granulométrica de 2 mm, sendo que SF < 2mm e SG ≥ 2mm, conforme orientado pela NBR-7181/ABNT. Dos SF foram feitas análises de ortofosfato e nitrato, conforme realizado por Shaheen (1975), obtendo-se assim valores expressos em mg/g. Para isto foi utilizado o processo de espectrofotometria através do equipamento DR 5000 UV-Vis, marca Hach.

Resultados e discussão

Como pode ser visto na Figura 6, os sedimentos coletados no Ponto 1 apresentaram um certo decaimento ao longo do período de análises, pois os valores de ST variaram de 767,1 g (15/abril) a 153,0 g (21/outubro), sendo que a média foi de 297,9 g e com um intervalo de confiança de 95% (IC) de 114,3. As médias de SF e SG foram de 291,6 g (com IC = 114,6) e 6,3 g (com IC = 3,0), respectivamente. Tratando-se de porcentagem, os valores médios de SF e SG foram, respectivamente, de 97,3% e 2,7%.

Para os sedimentos coletados no Ponto 2, como observado na Figura 7, os valores encontrados para ST estavam compreendidos entre 794,0 g (29/abril) e 120,0 g (02/setembro), apresentando média de 425,8 g e IC igual a 127,6. Com relação às médias dos SF e SG, os valores encontrados foram de 403,6 g (com IC = 117,3) e 22,3 g (com IC = 15,2). Para a porcentagem média, os resultados foram 95,1% e 4,9%, respectivamente, para o SF e o SG.

Foram observadas maiores variações dos valores para os ST (Figura 8), nas amostras coletadas no Ponto 3, pois os dados apresentaram-se entre 1.598,1 g (15/abril) e 315,0 g (21/outubro), sendo que média encontrada foi de 643,5 g (com IC = 223,8). Para os SF e SG, os valores médios encontrados foram de 591,6 g, para um IC igual a 221,4 e 51,9 g, para um IC igual a 33,9, respectivamente. Os dados de porcentagem média foram de 90,9% e 9,1%, respectivamente, para SF e SG.

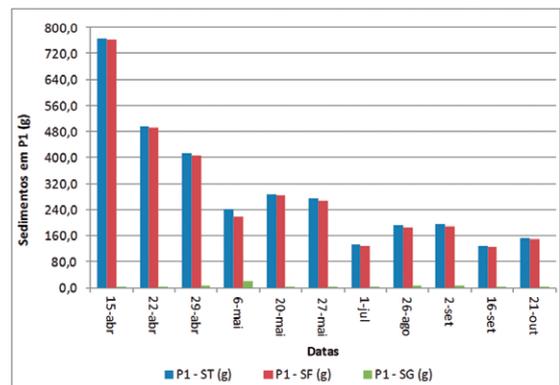


Figura 6 - Valores de ST, SF e SG para o ponto P1

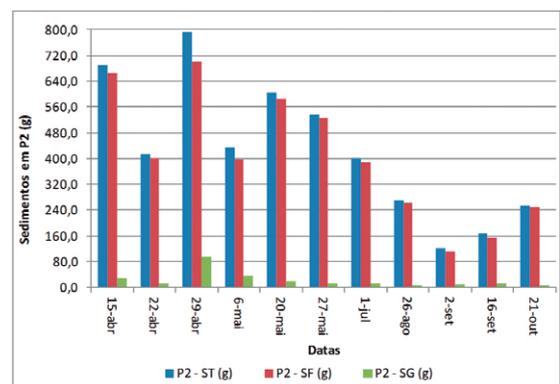


Figura 7 - Valores de ST, SF e SG para o ponto P2

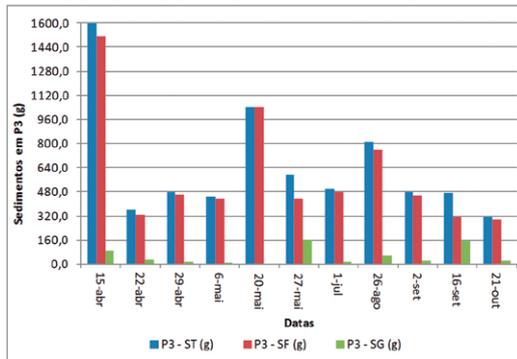


Figura 8 - Valores de ST, SF e SG para o ponto P1

A Carga de Sedimento (CS) é a quantidade de sedimento encontrado em 1 m² de sarjeta. Como nos Pontos 1, 2 e 3 a área delimitada foi de 0,9 m², foi feita uma simples proporção a fim de se obter valores em g/m². Para os Pontos 1, 2 e 3, os valores médios encontrados para CS foram de 324,1 g/m², 448,4 g/m² e 657,3 g/m², respectivamente. Gomes (2008) e Dotto (2006) encontraram, respectivamente, valores médios para CS de 77,0 g/m² e 60,0 g/m².

Para a quantificação do nitrato e ortofosfato nas amostras foram usados os SF, ou seja, sedimentos que passaram pela peneira de 2 mm, pois Dotto (2006) relata que as porcentagens médias para SG ficaram em torno de 5%, valor bem próximo ao encontrado neste trabalho. Os valores de nitrato (mg/g) e ortofosfato (mg/g) estão representados nas figuras 9 e 10, respectivamente.

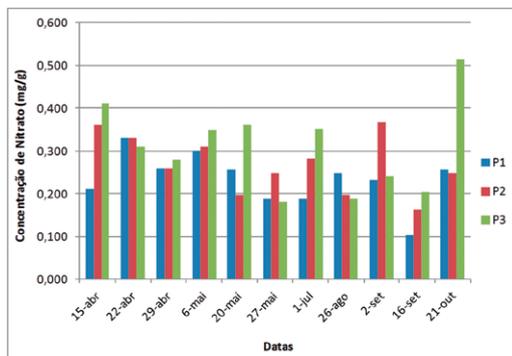


Figura 9 – Gráfico para a concentração de nitrato, em mg/g, nos Pontos 1, 2 e 3

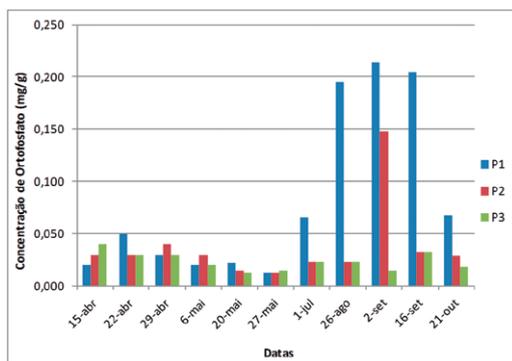


Figura 10 – Gráfico para a concentração de ortofosfato, em mg/g, nos Pontos 1, 2 e 3

Com relação ao parâmetro nitrato, o Ponto 1 apresentou variação de 0,103 mg/g a 0,330 mg/g, com média de 0,246 mg/g e IC igual a 0,036. Para o Ponto 2 os valores encontrados ficaram entre 0,163 mg/g e 0,368 mg/g, tendo uma média de 0,284 mg/g e IC igual a 0,040. Já no Ponto 3 foram encontradas concentrações de 0,180 mg/g a 0,514 mg/g, obtendo-se assim uma média de 0,297 mg/g e um IC igual a 0,061.

Para o parâmetro ortofosfato, foi observada uma variação de 0,013 mg/g a 0,214 mg/g, com média de 0,082 mg/g e IC igual a 0,048. Para o Ponto 2 os valores encontrados ficaram entre 0,013 mg/g e 0,148 mg/g, tendo uma média de 0,038 mg/g e IC igual a 0,022. Já no Ponto 3 foram encontrados concentrações de 0,013 mg/g a 0,040 mg/g, obtendo-se assim uma média de 0,024 mg/g e um IC igual a 0,005.

Em um trabalho similar, Shaheen (1975) coletou 127 amostras de sedimentos de sarjetas em algumas avenidas americanas. Para cada ponto, a área de coleta nas sarjetas era de 92,9 m² e foram analisados, dentre outros parâmetros, informações sobre nitrato e ortofosfato, que apresentaram valores proporcionais, similares aos encontrados neste trabalho. Os valores entrados pelo referido autor variaram de 0,0017 mg/g a 0,0754 mg/g para o parâmetro nitrato e de 0,001 mg/g a 0,095 mg/g para o parâmetro ortofosfato.

Conclusão

As seguintes conclusões foram encontradas no presente trabalho:

No geral as porcentagens SF e SG foram, respectivamente, de 97,5% e 2,5% dos sedimentos totais coletados.

Observou-se um maior acúmulo de sedimentos no Ponto 3 e conseqüentemente maior CS, possivelmente, devido ao tráfego de veículos e contribuição de sedimentos das ruas transversais.

Os elevados IC demonstram considerável variação dos valores, no que diz respeito ao acúmulo de sedimentos.

No Ponto 3 tem-se maior valor médio para Nitrato e no Ponto 1 o ortofosfato apresenta maior valor médio, ambos os parâmetros oriundos da decomposição biológica, sendo o ortofosfato fator limitante para a eutrofização em corpos d'água.

Referências

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). *Análise Granulométrica de Solos*. NBR-7181, 1984.

CHARLESWORTH, S. M.; LEES, J. A. *The*

distribution of heavymetals in deposited urban dusts and sediments, Coventry, England. Environmental Geochemistry and Health. 1999

DOTTO, C.B.S. *Avaliação e balanço de sedimentos em superfícies asfálticas em área urbana de Santa Maria – RS.* UFSM – Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil. 126f. Dissertação de Mestrado. Santa Maria, 2006.

GOMES, A. P. *Acumulação e transporte de sedimentos na microdrenagem: monitoramento e modelagem.* UFSM – Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil. 146f. Dissertação de Mestrado. Santa Maria, 2008.

NOVOTNY, V. *Water Quality: Diffuse Pollution and Watershed Management.* 2. ed. 2003.

PRODANOFF, J. H. A. *Avaliação da poluição difusa gerada por enxurradas em meio urbano.* COPPE. UFRJ. Rio de Janeiro. 2005.

REIMOLD, R. J. *Watershed management – practice, policies and coordination.* McGraw-Hill, 1998.

REVISTA SENEAS. *Matéria: poluição por carga difusa.* Ano IX – Nº 30 – Julho / Agosto / Setembro 2008.

SHAHEEN, D. G. *Contributions of urban roadway usage to water pollution.* Environment Protection Agency. 1975.

TAYLOR, K. G ; OWENS, P. N. *Sediments in urban river basins: a review of sediment–contaminant dynamics in an environmental system conditioned by human activities.* J Soils Sediments. 2009.