

A INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO NO TRANSPORTE DE SÓLIDOS EM CURSOS D'ÁGUA URBANOS: O CASO DO ARROIO DILÚVIO, PORTO ALEGRE (RS), BRASIL*

Luiza Gehrke Ryff Moreira¹

Resumo

A bacia hidrográfica do Arroio Dilúvio é a mais importante da região metropolitana de Porto Alegre devido a sua contribuição econômica e social à cidade. Possui alta urbanização, o que motiva a realização de um estudo da relação entre esse fenômeno com as características presentes da água do Arroio Dilúvio durante evento pluviométrico elevado. O objetivo principal deste estudo é analisar a influência das chuvas na concentração de sólidos dissolvidos totais (SDT) e sólidos em suspensão totais (SST) no Arroio Dilúvio, além de avaliar a carga exportada de sedimentos para o Lago Guaíba, onde o arroio desemboca. O aumento da pluviosidade num período de 3 horas (de 3,6 mm para 24,4 mm) elevou em cerca de 1300% o valor do SST, evidenciando o carreamento de uma grande quantidade de sedimentos para o leito do arroio em função das chuvas. O transporte de sólidos totais também aumentou significativamente: cerca de 465% (de 9,34 t/dia para 43,41 t/dia) para o mesmo período de três horas de forte precipitação.

Palavras-chave: Precipitação, Sólidos em suspensão totais, Sólidos dissolvidos totais, Urbanização.

Introdução

A partir da segunda metade do século XX foi percebido um processo de urbanização acelerado e desordenado nas grandes cidades dos países emergentes, como o Brasil, passando, assim, a manifestar diversos tipos de problemas, relacionados diretamente ao “inchaço populacional”, tais como as inundações urbanas (Zanella, 2006).

O crescimento populacional e de edificações em áreas urbanas gera maior impermeabilização do solo, facilitando o aumento do escoamento superficial e, assim, ocasionando impactos negativos ao ambiente, principalmente problemas de inundação urbana. As inundações são resultado não apenas do aumento do volume de precipitação, mas principalmente do aumento da velocidade do escoamento superficial decorrente da impermeabilização do solo. Em Porto Alegre, sul do Brasil, a quantidade de águas pluviais que alcança o arroio Dilúvio aumentou significativamente com a urbanização das últimas décadas. Essas águas que se direcionam ao Dilúvio carregam uma grande quantidade de sedimentos e outras substâncias oriundas da limpeza da cidade pela água

¹ Graduanda em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, prédio 43.136, sala 206, Porto Alegre, RS, CEP: 91501-970. E-mail: luizaryffmoreira@hotmail.com

* O presente artigo baseia-se em pesquisa orientada pelo Prof. Dr. Luís Alberto Basso do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

das chuvas, contribuindo para a deterioração da qualidade da água e do assoreamento do arroio.

O Arroio Dilúvio tem sua nascente no Parque Saint-Hilaire, localizado na divisa dos municípios de Porto Alegre e Viamão (Figura 1). Esta nascente é a parte mais limpa de todo seu curso d'água. Já, a foz no Lago Guaíba, constitui a parte mais deteriorada do arroio. Percorre a céu aberto 10 bairros da cidade de Porto Alegre altamente urbanizados e com grande densidade populacional, além da área pertencente ao município de Viamão. A parte canalizada do arroio possui aproximadamente 12 km, sendo sua extensão total de aproximadamente 18 km. O arroio recebe anualmente 50.000m³ de terra e lixo em suas águas, o que corresponde a 10.000 caminhões-caçamba cheios (Tucci, 1999). Devido a esses fatores o Dilúvio e seus afluentes necessitam de limpeza e dragagem freqüentes.

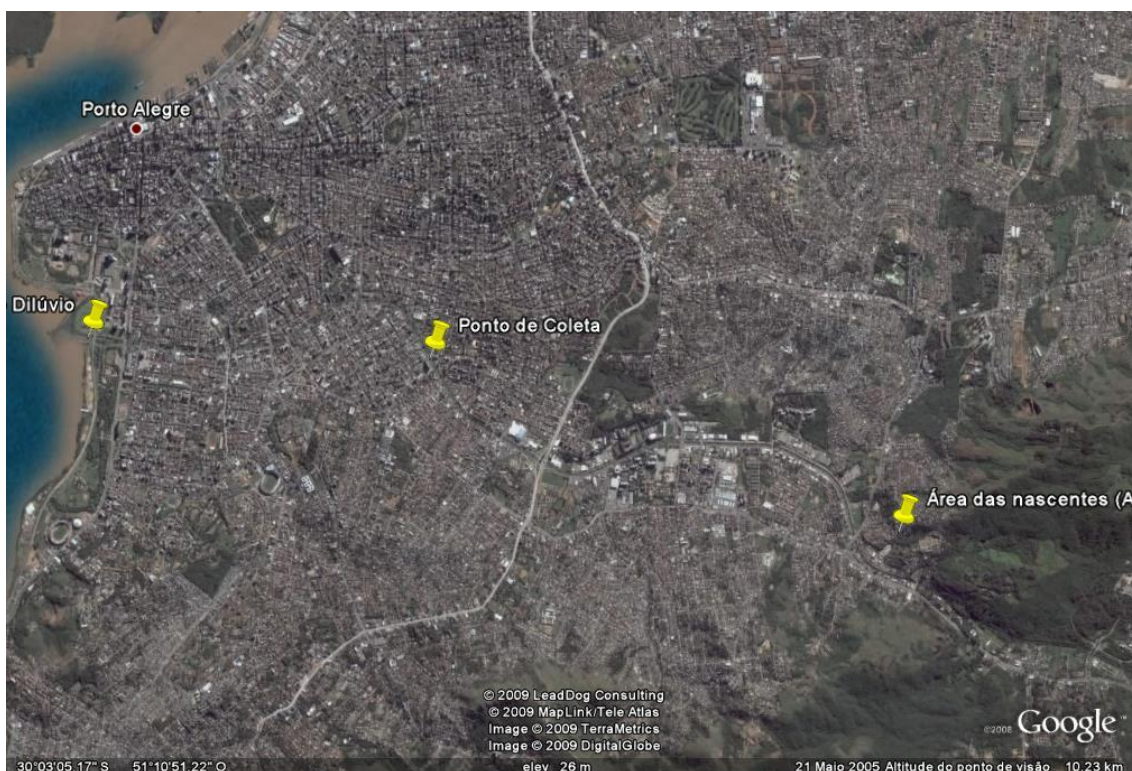


Figura 1 – Arroio Dilúvio inserido na área urbana de Porto Alegre.

A sub-bacia hidrográfica do Dilúvio é uma das mais urbanizadas da capital gaúcha tendo uma densidade populacional de 6.417 hab/km² (Menegat et al., 1998). Possui aproximadamente 81 km², dos quais 83% estão em Porto Alegre e o restante situa-se no município vizinho de Viamão.

O presente estudo visa analisar a influência das precipitações intensas sobre a concentração de sólidos dissolvidos totais (SDT) e sólidos em suspensão totais (SST) no principal curso fluvial da cidade de Porto Alegre, o Arroio Dilúvio, assim como, avaliar a carga exportada desses parâmetros no Lago Guaíba.

Tucci (1999) explica que o Arroio Dilúvio é um exemplo de curso d'água muito relevante, pois devido a sua largura e pequena profundidade, durante as estiagens, tem depositado no canal a produção de sedimentos da bacia, reduzindo a capacidade de escoamento durante as enchentes. Devido a esses fatores quando ocorre uma grande precipitação o Arroio Dilúvio fica mais suscetível a alagamentos e inundações nas áreas do seu entorno.

A análise desses sólidos (dissolvidos e suspensos) do Arroio Dilúvio é de extrema importância para a avaliação da qualidade das águas e do meio ambiente em geral, pois eles auxiliam principalmente na produção de sedimentos nos corpos d'água. Os sólidos suspensos na água possuem elevada superfície de contato, o que aumenta a capacidade de adsorção e desorção de elementos traços. Fatos como estes prejudicam não apenas a estética e a biota local, mas exercem influência em uma vasta área, dependendo das condições hidráulicas do corpo aquático.

Os sólidos presentes nos cursos d'água podem ser originados através de processos erosivos naturais ou acelerados do solo, lançamento de efluentes domésticos e industriais, disposição de resíduos sólidos no ambiente, carregados pelas chuvas através da drenagem superficial ou, ainda, através de processos de urbanização de bacias hidrográficas. Desta forma, pode-se dizer que as principais fontes de sólidos na água estão associadas à intervenção humana ao meio ambiente.

O aumento na produção de sedimentos nas bacias hidrográficas está estritamente relacionado aos processos de urbanização em regiões próximas. A urbanização promove a alteração da cobertura do solo através da colocação de pavimentos impermeáveis e implantação de dutos subterrâneos de escoamento pluvial. Essas mudanças acarretam uma redução da infiltração do solo, aumentando o escoamento superficial. Esse aumento do volume e velocidade da água, associado à obstrução encontrada no caminho, gera inundações, que na cidade de Porto Alegre são cada vez mais frequentes (Rossato & Silva, 2004).

Pastorino (1971) analisou alguns aspectos do problema das inundações no espaço urbano/metropolitano de São Paulo, relacionando problemas de natureza hidrológica com as questões relativas à urbanização desordenada nas planícies de inundação do setor paulistano da bacia do rio Tietê.

Paschoal (1981), direcionando sua análise para o bairro do Cambuci, situado na cidade de São Paulo, comprovou um aumento considerável do número de inundações nas décadas de 1960 e 1970. Entre o período de 1961/70, ocorreram 13 inundações, e entre 1971/78, 52. Destacou os problemas de urbanização da área e a precariedade dos serviços de infra-estrutura urbana como fatores importantes para a intensificação do problema, afetando a drenagem do rio Tamandateí. Em referido estudo, a autora analisou também a percepção das comunidades atingidas pelas inundações em referido bairro.

Material e Métodos

O presente trabalho iniciou com uma breve revisão bibliográfica sobre o assunto. Após essa revisão prévia, iniciaram-se as saídas de campo para coletar amostras de água do arroio. Em seguida, foram realizadas as análises dos parâmetros SDT e SST nas amostras de água em laboratório. Os dados obtidos foram comparados e cruzados com os dados de vazão média e com registro de precipitação no momento das coletas. Por último, foi realizado o cálculo que permite estimar a descarga sólida total exportada pelo Arroio Dilúvio no Lago Guaíba.

O conhecimento sobre o comportamento hidrossedimentológico de uma bacia hidrográfica é fundamental para a adequada gestão de seus recursos hídricos, bem como para o suporte à decisão sobre o desenvolvimento de atividades antrópicas. O acompanhamento dos fluxos de sedimentos ocorridos em um dado local da bacia permite o diagnóstico de eventuais impactos em sua área de drenagem ao longo do tempo, podendo se tornar um importante indicador ambiental (Lima et al, 2005).

As coletas de amostra de água no arroio foram feitas quando da ocorrência de um evento pluviométrico intenso, ou seja, nas ocasiões em que a precipitação alcançou 20mm num pequeno intervalo de tempo. As amostras foram coletadas manualmente através de um balde plástico e acondicionadas em frascos adequados à determinação da concentração de sólidos dissolvidos e suspensos (Figura 2). Essas coletas foram realizadas nos dias 11/09/2008 e 14/10/2008 em duas ocasiões distintas: uma hora após o início da precipitação e quatro horas após o início da mesma, o que possibilitou perceber as diferenças das concentrações em dois momentos diferenciados do evento pluviométrico.



Figura 2 – Coleta manual de amostras no Arroio Dilúvio.

Foram analisados os parâmetros, sólidos dissolvidos totais (SDT) e sólidos em suspensão totais (SST). As análises foram realizadas no Centro de Ecologia (Ceneco) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), sendo utilizado o método gravimétrico. Este laboratório utiliza como referência de análise a Standard Methods 21st assumindo-se que o conteúdo total de sólidos de uma amostra de água é definido como toda matéria que permanece como resíduo após evaporação à temperatura de 103 – 105 °C. O material que possui significativa pressão de vapor nessa temperatura é perdido durante a evaporação e não é definido como sólido. Do conteúdo total de sólidos podem-se diferenciar dois subgrupos de acordo com o tamanho das partículas sólidas. Os sólidos em suspensão (SST, partículas com diâmetro superior a 1 μ) e sólidos filtráveis (SDT, dissolvidos mais coloidais). Os sólidos em suspensão são aqueles retidos por filtração com uma membrana de porosidade específica, sendo os sólidos filtráveis os não retidos. Os sólidos filtráveis compreendem as partículas dissolvidas e as em estado coloidal

No ponto de coleta das amostras de água no arroio Dilúvio, localizado na Av. Ipiranga esquina com a rua Lucas de Oliveira, encontra-se instalado um limnógrafo que registra os dados do nível d'água e que a partir da curva-chave são transformados em dados de vazão. Esses dados hidrométricos estão disponíveis na superintendência regional da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) de Porto Alegre. Os dados de vazão são necessários para estimar a descarga sólida para o Lago Guaíba. A descarga ou transporte diário do material dissolvido e em suspensão foi calculada através do produto da vazão pela concentração diária das variáveis SDT e SST, a partir da equação:

$$Q_x = K * Q * C$$

Nesta equação Q_x corresponde a descarga sólida, K é uma constante que envolve transformação de unidades (0,0864), Q é a vazão líquida expressa em $m^3 s^{-1}$ e C é a concentração da variável em $mg L^{-1}$, ou seja, dos sólidos. O resultado é fornecido em toneladas/dia.

Realizou-se uma análise pluviométrica dos dias em que foram feitas as coletas através de dados de precipitação coletados no Oitavo Distrito de Meteorologia de Porto Alegre, órgão que possui uma estação meteorológica situada a menos de 3.0 quilômetros do local das coletas de água.

O Arroio Dilúvio possui uma média da vazão de $1,06 m^3 s^{-1}$. A partir desse dado e da concentração dos parâmetros encontrados nas amostras de água foi possível calcular o transporte diário de material sólido em suspensão e dissolvido para o Lago Guaíba. É importante ressaltar que o resultado obtido é uma subestimativa, tendo em vista que no momento das amostragens, a vazão era bem superior ao valor médio considerado no cálculo.

Resultados e Discussões

A Figura 3 apresenta os dias em que ocorreram as maiores precipitações no período de estudo. Observa-se que no dia 11/09/2008 choveu 45,6 mm e no dia 14/10/2008 a precipitação alcançou 27,8 mm. Nos dois dias das coletas choveu acima de 20 mm.

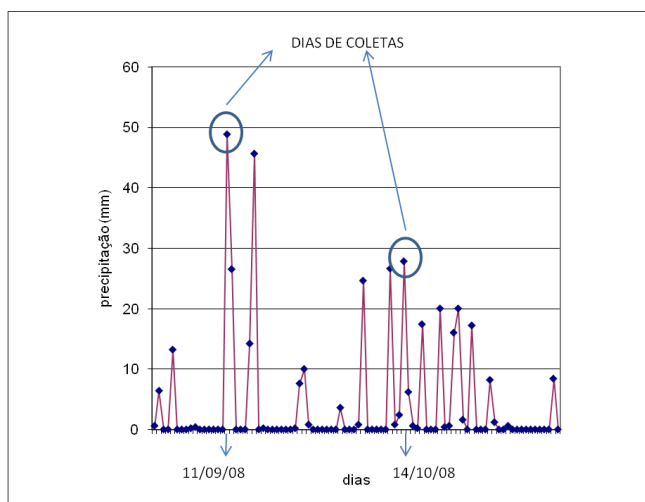


Figura 3 – Precipitação nos dias de coleta das amostras de água no Arroio Dilúvio.

No dia 11/09/2008 a precipitação foi muito elevada, atingindo 45,6 mm no final do dia. A chuva iniciou por volta das 8 horas da manhã e a primeira coleta foi realizada às 9 horas da manhã, seguindo a metodologia que estabelecia a primeira coleta de água após uma hora do início da precipitação. A segunda coleta de amostra de água foi realizada ao meio-dia, ou seja, quatro horas após o início da precipitação.

Em relação à data de 14/10/2008 verifica-se que a precipitação nesse dia não foi tão elevada quanto a de setembro, embora tenha atingido um total de 26,4 mm. Os horários das coletas no mês de outubro foram semelhantes aos de setembro. A precipitação iniciou por volta das 7h 30min da manhã e a primeira coleta foi feita às 8h 30min. Já, a segunda coleta do dia foi feita em torno das 11h 30min da manhã, quatro horas após o início da precipitação.

O Quadro 1 apresenta os resultados das concentrações dos parâmetros analisados SDT e SST, assim como a pluviometria acumulada.

Quadro 1 – Pluviometria e concentração de sólidos dissolvidos e sólidos em suspensão totais de amostras de água do Arroio Dilúvio.

Data	Amostras	SDT (mg L ⁻¹)	SST (mg L ⁻¹)	Sólidos Totais (mg L ⁻¹)	Precipitação (mm)
11/set/2008	Amostra 1	70	32	102	3.6
	Amostra 2	54	420	474	24.4
14/out/2008	Amostra 1	207	30	237	2.4
	Amostra 2	126	578	704	23.8

Os resultados obtidos no primeiro dia de coleta mostraram diferenças significativas para os parâmetros analisados em função do aumento da vazão decorrente das precipitações. Na primeira amostragem a concentração de SDT foi de 70,0 mg L⁻¹, enquanto a de SST foi de 32,0 mg L⁻¹, totalizando 102,0 mg L⁻¹ de sólidos totais, onde a precipitação alcançou 3,6 mm desde a meia-noite do dia da coleta. Na segunda amostragem a concentração de SDT foi de 54,0 mg L⁻¹ e de 420 mg L⁻¹ para o parâmetro SST, totalizando 474,0 mg L⁻¹ de sólidos totais. O Quadro 1 mostra também os dados obtidos no segundo dia de coleta.

Na primeira amostragem do dia 14/10/2008 obteve-se uma concentração de SDT de 207 mg L⁻¹ e de SST de 30 mg L⁻¹, portanto uma concentração de sólidos totais de 237 mg L⁻¹, com uma precipitação que chegou a 2,4 mm desde a meia-noite deste mesmo dia. Já, na segunda amostragem, ficou evidente um decréscimo na concentração de SDT para 126 mg L⁻¹, e um acréscimo na concentração de SST para 578 mg L⁻¹, ou seja, uma concentração de sólidos totais de 704 mg L⁻¹.

Esses resultados ficam ainda mais evidentes a partir dos dados que aparecem na figura 4, onde os dados são apresentados em mg L⁻¹. Ela expressa a elevação das concentrações dos parâmetros analisados. Isso se deve, como dito anteriormente, ao aumento da precipitação e da vazão do arroio. As amostras 1 referem-se a coletas realizadas uma hora após o início da precipitação e as amostras 2 correspondem às coletas de quatro horas após o início da precipitação.

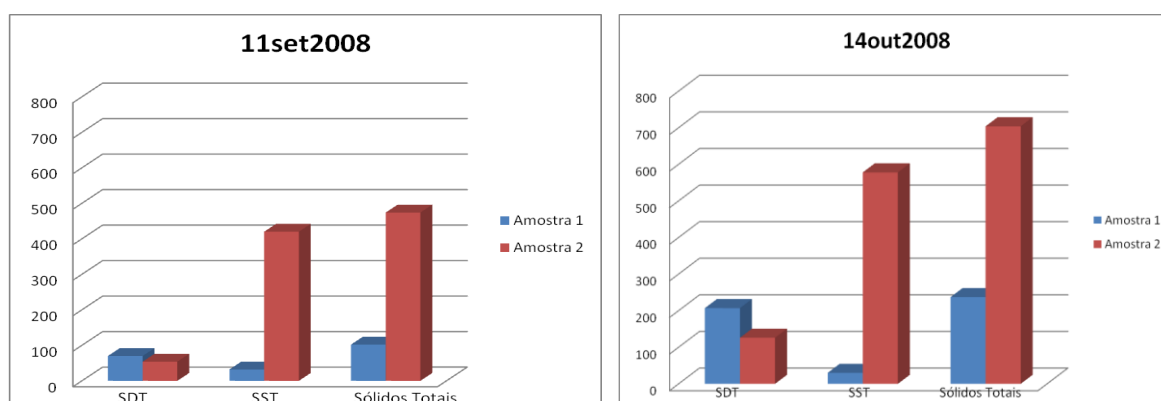


Figura 4 – Evolução da concentração de SDT, SST e Sólidos Totais no Arroio Dilúvio.

Outro aspecto importante do estudo foi estimar a carga exportada de sólidos em direção ao Lago Guaíba. O Quadro 2 apresenta os valores obtidos a partir da aplicação da fórmula descrita anteriormente.

Quadro 2 – Descarga sólida para o Lago Guaíba

Data	Amostras	SDT (t/dia)	SST (t/dia)	Sólidos Totais (t/dia)
11/set/2008	1	6,41	2,93	9,34
	2	4,95	38,47	43,41
14/out/2008	1	18,96	2,75	21,7
	2	11,54	52,93	64,47

Verificou-se na primeira amostragem do dia (14/09/2008) uma descarga sólida diária de 2,93 t/dia de SST e de 6,41 t/dia de SDT, perfazendo um total de 9,34 t/dia de sólidos totais que foram despejados no Lago Guaíba. Já, na segunda amostragem deste mesmo dia obtiveram-se valores de descarga sólida de 38,47 t/dia de SST e 4,95 t/dia de SDT, com total de 43,41 t/dia de sólidos totais exportados para o Lago Guaíba.

No segundo dia de amostragem, 14/10/2008, constatou-se um acréscimo na descarga sólida diária, se comparado aos valores obtidos no mês de setembro. Na primeira amostragem deste dia foi calculada uma descarga sólida de 18,96 t/dia de SDT, enquanto para o SST foi de 2,75 t/dia e, portanto, para sólidos totais foi de 21,70t/dia que foram exportados para o Lago Guaíba. Na segunda amostragem foi verificada uma descarga sólida de 11,54 t/dia para SDT, 52,93 t/dia para SST, com um total de 64,47 t/dia correspondentes aos sólidos totais.

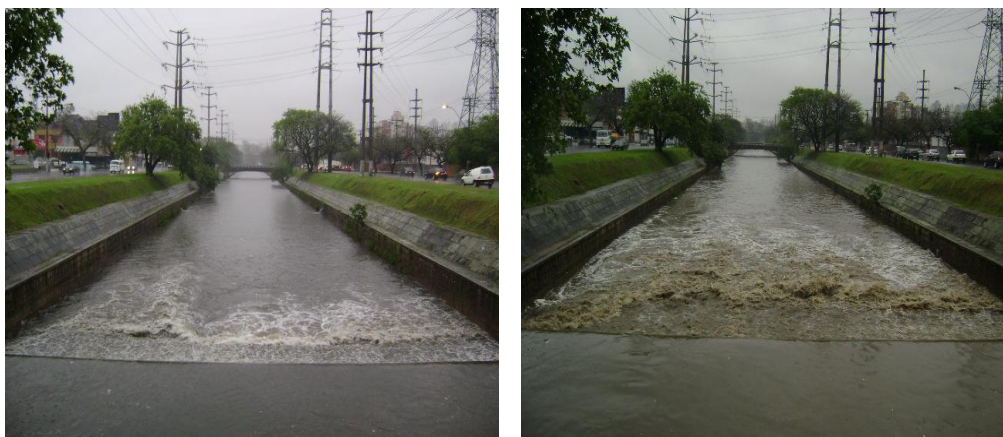
A diferença do volume de água do Dilúvio no mesmo dia, entre a primeira e a segunda coleta, é evidenciada a partir da figura 5. Durante os episódios verificados de intensa precipitação, a altura das águas do Arroio Dilúvio aumentaram, ou seja, a sua vazão teve acréscimo significativo devido, principalmente, ao escoamento com rapidez elevada e a lavagem do solo que traz consigo materiais orgânicos e inorgânicos. A vazão do arroio uma hora após o início da precipitação e depois de quatro horas do início é bem diferente.



Dia 14/10/2008 às 8h30min.



Dia 14/10/2008 às 11h30min.



Dia 14/10/2008 às 8h30min.

Dia 14/10/2008 às 11h30min.

Figura 5 – Vazão do Arroio Dilúvio à jusante em dois momentos diferenciados.

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se, no dia 11/09/2008, uma elevação substancial nas concentrações de SST da primeira para a segunda amostragem: em torno de 13 vezes maior. Isso se deve ao aumento da vazão decorrente do aumento da precipitação que alcançou 24,4 mm no momento da segunda amostragem. O aumento da quantidade da chuva num período de 3 horas (de 3,6 mm para 24,4 mm) elevou em cerca de 1300% o valor do SST, evidenciando o carreamento de uma grande quantidade de sedimentos para o arroio em função das chuvas. Em relação aos SDT observou-se o contrário, pois com o aumento da vazão do arroio ocorre a diminuição da concentração desse parâmetro, mostrando o efeito de diluição que as chuvas exercem sobre o mesmo.

Esse aumento expressivo de SST de uma amostragem para a outra ocorreu devido ao aumento da precipitação que passou de 2,4 mm na primeira para 23,8 mm na segunda coleta do dia. Verifica-se o poder das precipitações em arrastar grandes quantidades de partículas finas e outros resíduos que se traduzem na elevação das concentrações de SST.

Observa-se a mesma relação entre precipitação e vazão, ou seja, conforme a precipitação aumenta, há um aumento da vazão e assim a concentração de SDT diminui pela diluição da água e a concentração de SST aumenta em função do maior aporte de sedimentos oriundos principalmente dos detritos captados pela rede de drenagem pluvial e cloacal, além de lixo e resíduos orgânicos de origem antrópica.

Segundo Lima et al (2005) a concentração de sólidos em suspensão e de sólidos dissolvidos transmite uma importante informação sobre o curso d'água. Um rio com alta concentração de sedimentos é comumente denominado um rio "barrento". A elevada concentração de sedimentos na fonte hídrica pode trazer problemas aos sistemas de captação e tratamento de água, bem como aos reservatórios e aos sistemas de geração hidrelétrica.

Os resultados obtidos evidenciaram que com o aumento progressivo da quantidade de chuva precipitada em área intensamente urbanizada, com canalizações de cursos d'água e presença de canais artificiais e galerias, o transporte de sólidos totais aumentou drasticamente no dia 11/09/2008: aproximadamente 465% (de 9,34 t/dia para 43,41 t/dia) num período de três horas de forte precipitação.

Com os resultados de descarga sólida referentes ao dia 14/10/2008 conclui-se que durante o intervalo de três horas (entre uma coleta e outra) os sólidos totais aumentaram consideravelmente, por volta de 297% devido ao aumento da vazão. Quando o volume de água aumenta há também uma elevação das concentrações de SST, pois as fortes chuvas arrastam para o leito do Dilúvio sedimentos e detritos captados

pela rede pluvial e cloacal. Também o lixo e outros tipos de resíduos, quando alcançam o arroio originam formas deposicionais bastante heterogêneas, algumas delas inclusive servindo de sustentação para vegetais que se desenvolvem ao longo do canal. Importante destacar que esses sedimentos estão, em sua grande maioria, impregnados de metais pesados e outros poluentes, contribuindo à contaminação e assoreamento do já bastante degradado arroio Dilúvio. A figura 6 apresenta a relação existente entre o aumento da precipitação e da descarga sólida.

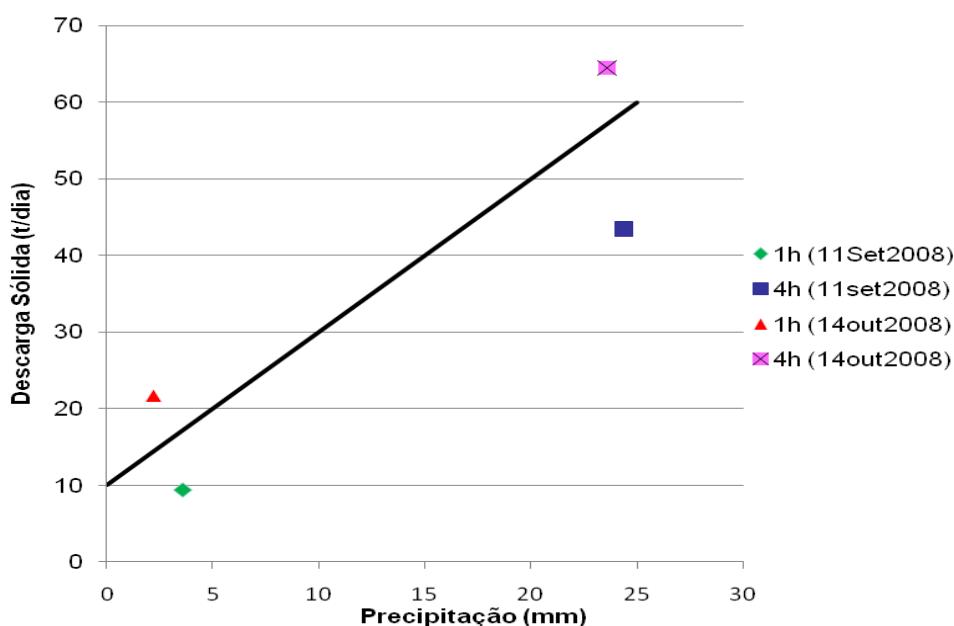


Figura 6 – Relação entre a descarga sólida e a precipitação.

Conclusão

A partir dos resultados obtidos conclui-se que há relação evidente entre a quantidade de precipitação e a concentração de sólidos dissolvidos totais e sólidos em suspensão totais no Arroio Dilúvio. Em bacias hidrográficas fortemente urbanizadas (bem pavimentadas e com superfícies lisas) e com rede de drenagem pluvial “eficiente” como a do Dilúvio, quando da ocorrência de eventos pluviométricos expressivos, há um aporte significativo de material sólido que contribui para o assoreamento e deterioração da qualidade da água. Muitos desses sedimentos contêm partículas orgânicas e inorgânicas, além de elementos tóxicos como os metais pesados, que são lançados no Dilúvio e conseqüentemente alcançam o Guaíba, contribuindo também para a contaminação do lago.

Nesse sentido, o estudo foi importante porque comprovou a importância do monitoramento de sólidos dissolvidos totais e sólidos em suspensão totais, parâmetros fundamentais para analisar a carga exportada de sólidos ao sistema receptor, no caso o Lago Guaíba. O conhecimento da carga transportada de sólidos ao longo do arroio fornecerá subsídios importantes ao gerenciamento municipal, em especial, aos planos e programas de drenagem urbanos que visam prevenir o assoreamento e a contaminação das águas do Dilúvio e do Guaíba.

Os resultados apresentados anteriormente expressam algumas relações existentes entre a quantidade de precipitação, a concentração de sólidos em um arroio e ao grau de urbanização de uma cidade. Embora, o presente trabalho refere-se especificamente sobre o Arroio Dilúvio, essa metodologia pode se adequar a outros arroios que possuam características físicas semelhantes e que se situem em áreas muito urbanizadas.

Referências Bibliográficas:

CAMPANA, N. A. Impacto da urbanização nas cheias urbanas. Porto Alegre, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 1995, 173 p.

GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. 2006

LIMA, J. E. F.; LOPES, W. T. A.; SILVA, E. M. & VIEIRA, M. R. Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na bacia de Rio Parapanema. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. João Pessoa. 2005.

MENEGAT, R., (Coord.). Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1998.

PASCHOAL, W. As inundações no Cambuci: Percepção e reação do habitante e usuário de uma área central da metrópole a um de seus problemas mais sérios. Dissertação de Mestrado- Departamento de Geografia – USP. 1981.

PASTORINO, L.A. O problema das enchentes na Região de São Paulo. Caderno de Ciências da Terra, n.19. São Paulo, Instituto de Geografia, USP. 1971.

ROSSATO, M. S. & SILVA, D. L. M. A reconstrução da paisagem metropolitana de Porto Alegre: o tempo do homem e a degradação ambiental da cidade. In: VERDUM, R, BASSO, L, SUERTEGARAY, D. (orgs.) Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação. Porto Alegre. Ed. da UFRGS. 2004

SOUZA, J. T. M. Avaliação preliminar das características físicas da Sub-bacia do Arroio Dilúvio e seus reflexos ambientais. Porto Alegre. 1995.

TABONY, R.C. Urban Effects on Trends of Annual and Seasonal Reinfall in the London Area. In: Meteorological Magazine. Londres. .1980.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L. & BARROS, M. T. Drenagem Urbana. Porto Alegre. Editora da UFRGS. 1995.

ZANELLA, M. E. Eventos pluviométricos intensos e impactos gerados na cidade de Curitiba/PR – Bairro Cajuru: Um destaque para as inundações urbanas. Revista da Geografia da Universidade Federal do Ceará, ano 05, número 09. 2006.