

CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS ENCONTRADOS NAS SARJETAS DE RUAS ASFALTADAS EM SANTA MARIA-RS

Cintia Brum Siqueira Dotto¹; Eloiza Maria Cauduro Dias de Paiva² Leandro Schneiders Pochmann³

& Luciano Faustino da Silva⁴

RESUMO --- O entendimento das características dos sedimentos em superfícies impermeáveis é essencial para estimar o processo da propagação dos sedimentos e para o desenvolvimento de métodos a fim de minimizar os impactos destes poluentes no meio ambiente. Este trabalho apresenta resultados de caracterização dos sedimentos encontrados nas sarjetas de duas ruas asfaltadas em Santa Maria, RS. As coletas foram realizadas durante um período de 36 dias. Os resultados indicam que o processo de acumulação dos sedimentos nas superfícies ocorre relativamente rápido após um evento de precipitação. O carreamento das partículas acumuladas nas superfícies depende das características da precipitação e do escoamento, e os dados indicam que os eventos de precipitação removem apenas uma parte dos sedimentos presentes na superfície. Apresenta-se também a caracterização granulométrica destes sedimentos, que apresentaram um diâmetro médio (d₅₀) igual a 400 e 350 µm em cada uma das ruas de amostragem.

ABSTRACT--- The understanding of the sediments characteristics on impervious surfaces is essential to estimate the sediment propagation process and to develop methods to minimize the impact of these pollutants in the environment. This paper presents the sediment characterization results regarding the ones collected on the gutter of two asphalted streets in Santa Maria, RS. The samples were accomplished during 36 days. The results indicate that the sediment buildup process on impervious surfaces occurs relatively quickly after a raining event. The accumulated particles wash off depends on the rainfall and runoff characteristics and the data indicate the rainfall events remove only a small portion of the sediments found on the surfaces. The particle size analysis is also presented. The two sampled streets present sediments with a measured median diameter of 350 and 400 µm.

Palavras-chave: Sedimentos, sarjeta, superfície asfáltica, análise granulométrica.

¹ Eng. Civil, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, área de concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental - GHIDROS - UFSM. Faixa de Camobi, Km 9 Campus Universitário Santa Maria – RS 97105-900. Santa Maria, RS. Tel.:(55) 3214-1570. E-mail: cintiadotto@yahoo.com.br.

² Professora, Departamento de Hidráulica e Saneamento- GHIDROS - Universidade Federal de Santa Maria, 97105-900, Santa Maria, RS. Tel.:(55) 3220-8483. E-mail: eloiza@ct.ufsm.br

³ Aluno de Graduação em Engenharia Civil. Bolsista de Iniciação Científica – FAPERGS – UFSM. Tel: (55) 3221-4712. E-mail: leandropochmann@walla.com

⁴ Aluno de Graduação em Engenharia Civil. Bolsista de Iniciação Científica – UFSM. Tel: (55) 99340965. E-mail: lucianofaustino@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, tem-se associado urbanização à poluição dos corpos d'água, devido aos esgotos domésticos não tratados e aos despejos industriais. Mais recentemente, no entanto, percebeu-se que parte desta poluição gerada em áreas urbanas tem origem no escoamento superficial sobre áreas impermeáveis, áreas em fase de construção, depósitos de lixo ou resíduos industriais e outros. O escoamento superficial da água, nestes locais, carrega o material solto ou solúvel que encontra até os corpos d'água, levando, portanto, 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 são responsáveis pela veiculação dessas cargas e sabe-se, hoje, que se constituem em importantes fontes de degradação de rios, lagos e estuários (Porto, 1995).

A acumulação de sedimentos acarreta danos pela obstrução das canalizações, prejudicando o desempenho da rede de drenagem projetada. Os sedimentos carregados até o corpo receptor formam depósitos modificando seu leito, originando muitos problemas. Em resumo, as principais conseqüências ambientais da produção de sedimentos em áreas urbanas são:

- Obstrução das canalizações da rede de drenagem;
- Assoreamento da drenagem, com redução da capacidade de escoamento de condutos, rios e lagos urbanos;
- Transporte de poluentes agregados ao sedimento que contaminam as águas pluviais.

A escolha de métodos e práticas mais adequadas para a avaliação e minimização dos impactos causados pela presença de sedimentos na rede de drenagem e no curso d'água requer a realização de estudos de caracterização, propagação e quantificação dos sedimentos nas áreas urbanas. Segundo o trabalho desenvolvido por Vaze e Chiew (2003), uma representação incorreta das fontes de poluição difusa pode levar ao projeto de medidas subestimadas e inadequadas, ou medidas superestimadas com exigência de altos custos de implantação manutenção.

De acordo com o trabalho desenvolvido por Greenway *et al.*(2002), a quantidade e os tipos de poluentes carregados no escoamento pluvial irá variar de acordo com o uso do solo, a intensidade e a duração dos eventos de precipitação e do período entre estes eventos. O uso do solo pode ser um indicativo dos tipos e concentrações de poluentes. Em áreas urbanas residenciais, os maiores poluentes são os sedimentos e os nutrientes. A intensidade e duração dos eventos de precipitação auxiliam no arraste e no transporte de poluentes até os cursos de água. O período entre os eventos de precipitação também afeta a qualidade e a quantidade do escoamento pluvial devido à

acumulação de contaminantes nas superfícies impermeáveis entre os eventos. Quando o período entre os eventos aumenta, acumulam-se mais poluentes do que a quantidade que pode ser arrastada.

Segundo o estudo desenvolvido por Nelson *et al.* (2002) em uma localidade situada no oeste da cidade de Washington, as atividades humanas na bacia, principalmente o rápido desenvolvimento urbano, causou um aumento de aproximadamente 50% na produção de sedimento anual. Segundo o autor, as principais fontes de sedimento na bacia são os deslizamentos de terra (50%), a erosão nas margens do canal (20%) e a erosão das superfícies das rodovias (15%). Esta avaliação caracteriza o papel das atividades humanas em bacias urbanas ou em urbanização, e demonstra alguns processos importantes, particularmente a intensificação da erosão no canal, pela qual o desenvolvimento urbano altera as cargas de sedimentos.

Torna-se de fundamental importância a avaliação da produção de sedimentos em bacias urbanas, uma vez que há uma grande carência de dados nestes locais não só pela complexidade do fenômeno, mas principalmente devido a sua mutabilidade no tempo e no espaço. Desta forma, é válido salientar que os poucos estudos existentes na área procuram quantificar a produção de sedimentos e não abordam os aspectos relativos à propagação dos sedimentos na bacia.

Vaze e Chiew (2002) desenvolveram um estudo apresentando resultados de uma pesquisa de campo realizada para avaliar a acumulação de poluentes em uma rodovia urbana, em Melbourne, na Austrália. A pesquisa investigou a suscetibilidade e a variabilidade da carga de poluentes em uma rodovia urbana, a partir de amostras coletadas ao longo da superfície de uma rua asfaltada. A área foi dividida em zonas para a coleta dos sedimentos através de um aspirador. Dois tipos de cargas de poluentes foram coletadas. Primeiro, a superfície da rodovia foi aspirada sem nenhum processo de escovação e a carga coletada foi definida como carga livre. Em seguida, a mesma superfície foi levemente escovada utilizando-se uma escova de fibra para que então os poluentes finos agregados à superfície fossem soltos. Este material foi coletado e definido como carga fixa.

Os efeitos da chuva e do processo de limpeza da rua nas cargas de poluentes foram analisados, mostrando que a carga total de poluentes na superfície geralmente aumenta ao longo dos dias secos. Parte desta carga acumulada é carregada durante os eventos chuvosos. Os resultados sugeriram que eventos típicos não removeram toda a carga de poluentes. Os autores apresentaram também o efeito da chuva na distribuição granulométrica dos poluentes.

No mesmo trabalho Vaze e Chiew (2002) apresentaram duas alternativas quanto ao processo de acumulação de sedimentos. A primeira, mais aceita nos modelos de qualidade da água, assume que a carga de poluentes acumula-se a partir do zero ao longo de um período de dias secos. Neste caso praticamente toda a carga de poluentes é carregada durante os eventos de precipitação (Figura 1a). A segunda concepção é que os eventos de precipitação removem apenas uma pequena quantidade dos sedimentos presentes na superfície e que a acumulação destes ocorre relativamente

rápido após um evento, e que ao longo dos dias secos a quantidade de sedimentos tende a retornar ao nível existente antes do evento (Figura 1b). Esta abordagem e a relevância da redistribuição dos sedimentos ao longo dos dias secos resultaria em uma quantidade praticamente uniforme de sedimentos ao longo da superfície durante diferentes períodos.

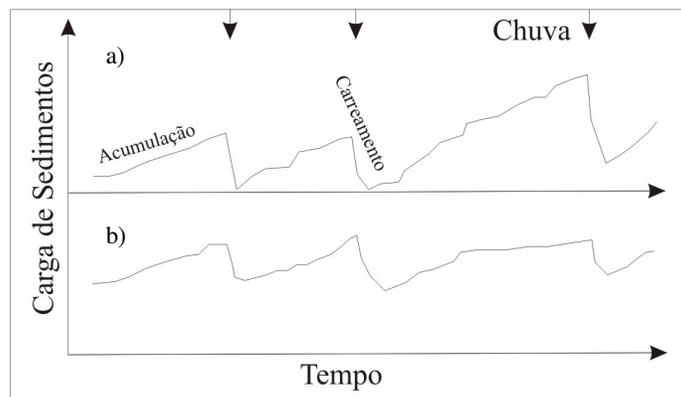


Figura 1 – Representação hipotética do processo de acumulação e carreamento dos sedimentos ao longo do tempo.

Este trabalho apresenta resultados da primeira fase de um estudo de campo realizado a fim de explorar as considerações acima mencionadas. Especificamente, apresenta-se uma investigação da variabilidade das cargas de poluentes em superfícies asfálticas durante certo período de tempo. A maior limitação neste tipo de estudo é que a maioria deles apenas pressupõe as características da acumulação e de carreamento dos poluentes. Este estudo supera tal limitação através da coleta direta e da análise das cargas de poluentes presentes na superfície.

2. METODOLOGIA

2.1 Descrição do Local de Estudo

A pesquisa está sendo desenvolvida na cidade de Santa Maria (Figura 2). A região de estudo encontra-se inserida na bacia do arroio Cancela. O Arroio Cancela drena uma área de 5,01 km² e perímetro de 9,52 km. O rio principal possui 3,44 km de extensão e declividade média de 0,020 m/m. A bacia, que é predominantemente urbana, apresenta monitoramento hidrossedimentológico, de qualidade da água e resíduos sólidos no seu exutório, além de completa caracterização do uso do solo atual através de imagem de satélite Ikonos.

Este trabalho apresenta a parte inicial de um estudo de caracterização dos sedimentos carreados na sarjeta até a saída da tubulação no arroio Cancela. O trabalho engloba o monitoramento dos sedimentos secos, que ocorre conforme a metodologia utilizada por Vaze e

Chiew (2002) e futuramente a pesquisa incluirá o monitoramento da descarga sólida através de um amostrador automático implantado junto à estação fluviossedimentométrica instalada na saída da área de contribuição.

Para o desenvolvimento deste estudo, foram selecionadas duas ruas localizadas na porção sudoeste da bacia do arroio Cancela, que estão sendo monitoradas através da coleta de sedimentos secos ao longo das sarjetas. Em ambas as ruas não ocorre nenhum tipo de limpeza urbana. Desta forma, os poluentes que nelas se depositam são carregados pela chuva diretamente para as bocas de lobo seguindo para o arroio Cancela, onde são lançados sem nenhum tratamento prévio.

A região em torno das ruas é predominantemente residencial com a presença de alguns estabelecimentos comerciais.

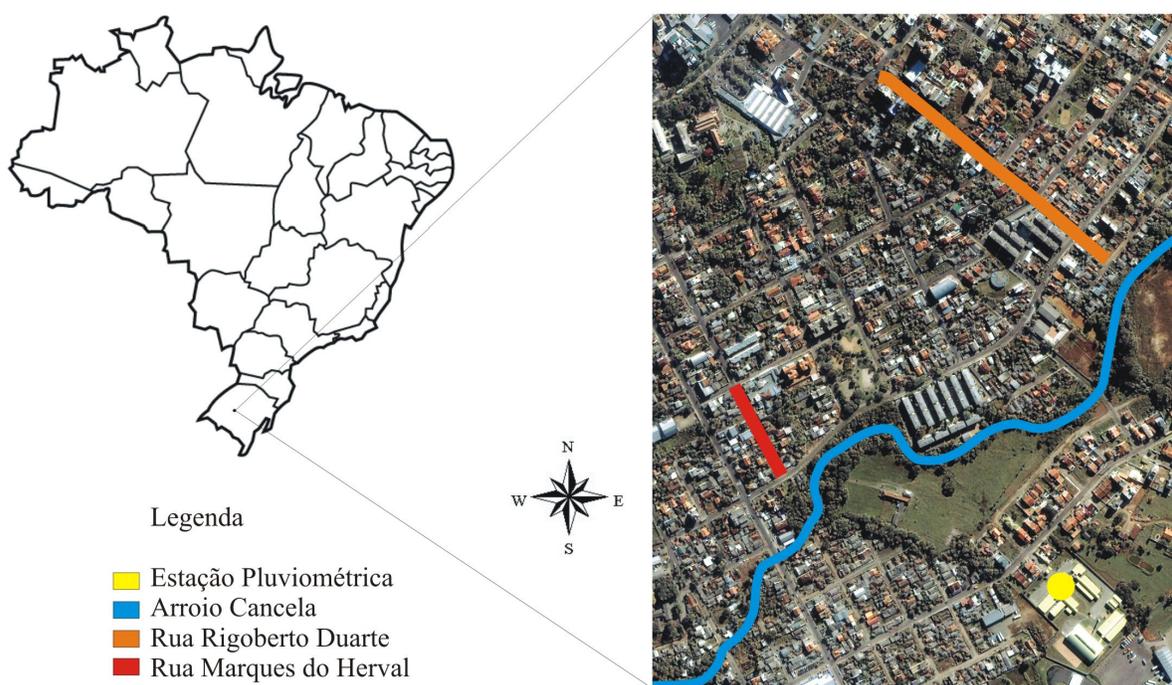


Figura 2 – Localização das ruas de amostragem e da estação pluviométrica

2.2 Monitoramento Hidrológico e Sedimentológico

Os dados de precipitação foram obtidos da estação pluviométrica Sest-Senat localizada na região central da bacia do Cancela e próxima às ruas de estudo conforme a Figura 2 acima. A estação é composta por um pluviômetro eletrônico do tipo Pluvio-OTT, com tempo de um minuto entre cada leitura a partir do início da precipitação.

Neste trabalho, os sedimentos secos foram coletados ao longo das sarjetas das ruas mencionadas durante um período de 36 dias (31 de março a 05 de maio de 2005) através da utilização de um aspirador de pó conforme estudos já realizados (Butler et al., 1992; Deletic et al., 2000; Muthukaruppan et al., 2002 e Vaze e Chiew, 2002).

As áreas de estudos foram divididas em subáreas e a cada dia, aproximadamente no mesmo horário, as coletas foram realizadas em superfícies de $0,5 \text{ m}^2$ ($0,707 \text{ m} \times 0,707 \text{ m}$) escolhidas por sorteio. Uma vez que a coleta ocorre em uma destas superfícies, ela só é aspirada novamente, se sorteada, após um evento de precipitação. A superfície a ser amostrada é delimitada e isolada através de uma moldura de madeira.

Dois tipos de cargas de poluentes são coletadas seguindo a metodologia e as definições adotadas por Vaze e Chiew (2002). Primeiro, a superfície da rua é aspirada (Figura 3) sem nenhum processo prévio de preparação e a carga coletada é definida como carga livre. Em seguida, a mesma superfície é escovada utilizando-se uma escova de fibra para que então os poluentes finos agregados à superfície sejam soltos. Esta segunda coleta caracteriza a carga fixa. Para situações específicas, as cargas livre e fixa são misturadas a fim de se obter a carga total.



Figura 3 - A área de amostragem é isolada por uma moldura de madeira e é aspirada com a utilização de um aspirador.

As coletas na rua Marques do Herval estão sendo realizadas na primeira quadra da rua, com $163,26 \text{ m}$ de comprimento e $0,0531 \text{ m/m}$ de declividade média. A fim de se obter uma amostra representativa, a quadra foi dividida em duas zonas, no sentido transversal, sendo sorteadas e coletadas amostras nas duas zonas.

As coletas na rua Rigoberto Duarte estão sendo realizadas ao longo de suas quatro quadras alternadamente, sendo que a cada experimento, duas delas são amostradas. A primeira quadra possui $62,2 \text{ m}$ de comprimento e $0,0767 \text{ m/m}$ de declividade média, a segunda quadra possui $79,46 \text{ m}$ de comprimento e $0,0960 \text{ m/m}$ de declividade média, a terceira possui $68,93 \text{ m}$ de comprimento e $0,1204 \text{ m/m}$ de declividade média e a quadra final possui $222,49 \text{ m}$ de comprimento e $0,1011 \text{ m/m}$ de declividade média.

3. TRATAMENTO E UTILIZAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS

Os dados obtidos em campo são utilizados para a caracterização e análise granulométrica do sedimento transportado ao longo das sarjetas, bem como para a análise da influência dos eventos de precipitação na acumulação dos sedimentos nas superfícies amostradas.

As oito amostras coletadas diariamente são secas em estufa a 100 °C por 24 horas para remover toda a umidade. Imediatamente depois de retirada da estufa, cada amostra é pesada e em seguida as duas amostras diárias das cargas livres de cada rua são misturadas. O mesmo ocorre com as amostras das cargas fixas para a obtenção de uma amostra representativa para cada rua.

A determinação da distribuição granulométrica de cada amostra representativa é feita por peneiramento. Foi utilizado um total de seis peneiras variando de 63 a 200 μm . O sedimento retido em cada uma delas foi pesado.

4. RESULTADOS E ANÁLISES

A Figura 4 apresenta a variação das cargas livre e fixa coletadas ao longo das duas zonas da rua Marques do Herval. Observa-se que as quantidades de sedimento coletado de cada uma das duas superfícies de amostragens, em cada dia, podem ser diferentes. As diferenças são menores nas quantidades referentes à carga fixa, uma vez que a carga fixa está parcialmente agregada à superfície enquanto a carga livre pode ser redistribuída mais facilmente pelo vento, pelo tráfego e por outros fatores.

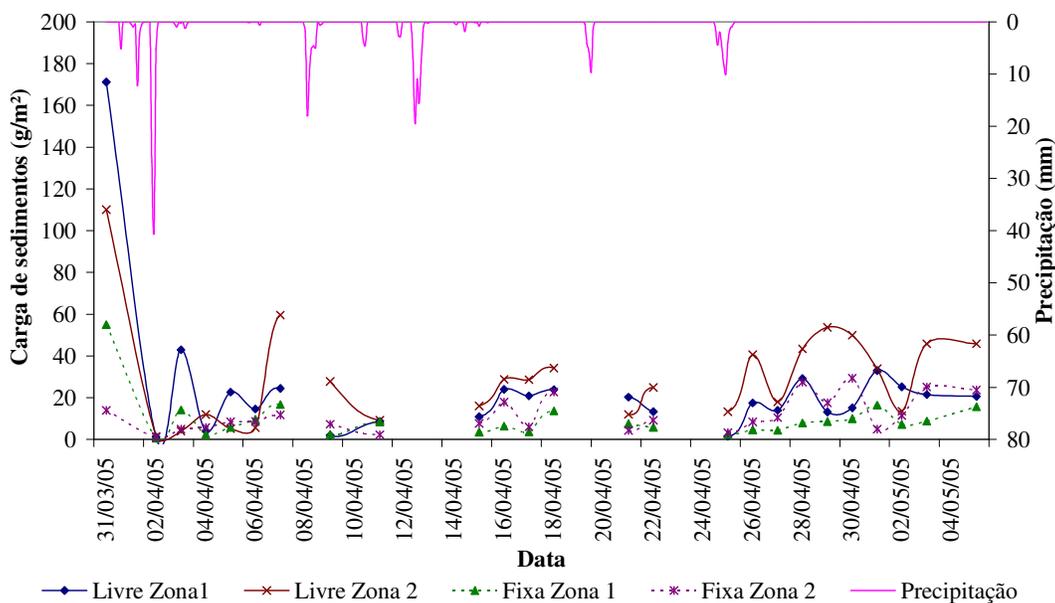


Figura 4 – Cargas livre e fixa coletadas das duas zonas de amostragem da rua Marques do Herval.

4.1 Efeito da Precipitação nas Cargas de Sedimentos

Alguns eventos significativos de precipitação ocorreram durante o período de coletas (31/03 (5,59 mm), 1º/04 (89,23 mm), 08/04 (43,83 mm), 12/04 (61,63 mm), 19/04 (21,25 mm) e 24/04 (33,88 mm)).

O evento do dia 1º/04 foi o maior e mais longo registrado no período, ocorrendo durante todo o dia, a precipitação do dia 12/04 teve semelhante duração. As precipitações dos dias 08/04 e 19/04 ocorreram durante toda a manhã dos referidos dias, impossibilitando a coleta de sedimento seco que ocorre diariamente no período da manhã. O evento do dia 24/04 teve início no final da manhã durando toda a tarde. A seguir descreve-se a influência das intensidades destes eventos nas quantidades de sedimento coletado.

A Figura 5 apresenta a variação das cargas fixa, livre, total e da precipitação ao longo dos dias de coleta de sedimentos nas sarjetas da rua Marques do Herval. O gráfico mostra que a carga total de sedimentos diminuiu após os eventos de precipitação acima mencionados, porém aumentou depois da precipitação registrada às 6 horas do dia 06/04 (0,61 mm). A carga livre diminuiu após todos os eventos de precipitação. A carga fixa manteve-se aproximadamente constante ao longo dos eventos de precipitação, porém aumentou após a precipitação do dia 06/04. Neste caso, o aumento da carga fixa é maior que a diminuição da carga livre resultando em um pequeno aumento da carga total.

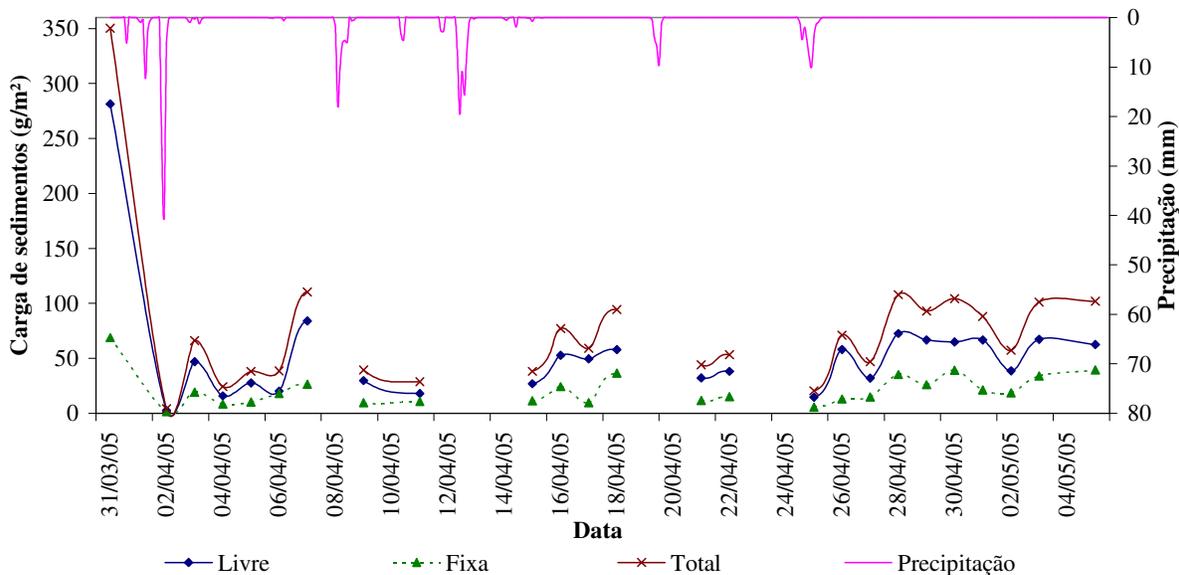


Figura 5 – Cargas livre e fixa e total da rua Marques do Herval ao longo do período de amostragem.

Dependendo da intensidade e da duração de cada evento de precipitação, parte dos sedimentos presentes na superfície pode se desagregar ou se dissolver. Pequenos eventos desagregam principalmente a carga livre, enquanto que eventos maiores podem desintegrar também a carga fixa. Dependendo da capacidade de transporte do escoamento, parte destes sedimentos em suspensão é removida da superfície. O remanescente torna-se parte da carga fixa, uma vez que acaba se fixando a superfície após o término do escoamento ao longo da sarjeta e após a secagem da superfície.

Após o evento do dia 08/04 (43,63 mm), a capacidade de transporte do escoamento foi suficiente para carrear a maior parte dos sedimentos desagregados e/ou dissolvidos. Neste caso, devido à sua intensidade e a longa duração do evento, parte da carga fixa também foi removida. Este processo deveria resultar numa diminuição da carga fixa, porém durante o processo de secagem da superfície, parte da carga livre pode ter sido agregada contribuindo para a quantidade de sedimentos da carga fixa. Isto explica porque há uma redução significativa da carga livre depois do evento em questão com uma pequena variação da carga fixa. O mesmo parece ocorrer para os eventos mais significativos de precipitação.

Devido à baixa intensidade da precipitação no evento do dia 06/04, apenas parte da carga livre se desintegra. O escoamento remove apenas uma pequena quantia destes sedimentos. O restante acaba se agregando a superfície como carga fixa. Isto explica a pouca variação da carga livre e o aumento da carga fixa após o referido evento.

A Figura 6 apresenta o gráfico das cargas totais coletadas nas duas ruas. O comportamento das cargas de sedimento frente aos eventos de precipitação é semelhante. Como mencionado anteriormente, há uma variação nas quantidades de sedimentos aspirada em cada dia, enfatizando a conclusão de Vaze e Chiew (2002) de que o processo de acumulação de sedimentos ocorre relativamente rápido. No entanto, os dados analisados apresentaram grande variação para se concluir que acumulação rápida e a redistribuição dos sedimentos resultam em uma quantia semelhante de sedimentos ao longo do tempo.

As cargas de sedimentos totais variaram de 4 a 350 g/m² na rua Marques do Herval e de 10 a 220 g/m² na rua Rigoberto Duarte. Ambas apresentaram em média aproximadamente 60 g/m². Comparando-se com os valores encontrados por Vaze e Chiew (2002) em uma rua de um bairro residencial em Melbourne, Austrália, que variaram de 10 a 60 g/m² pode-se concluir que as ruas amostradas no presente trabalho apresentam cargas maiores de sedimentos em suas superfícies. Por outro lado, as cargas mínimas após os eventos de precipitação são semelhantes em ambas as pesquisas variando de 5 a 15 g/m² mostrando que as cargas geralmente reduzem, mas não zeram após os eventos de precipitação.

No trabalho de Vaze e Chiew (2002) as cargas sofriam em média uma redução de 40% após dois eventos significativos de precipitação. Durante o período de coletas nas ruas Marques do

Herval e Rigoberto Duarte ocorreram alguns eventos de diferentes durações e intensidades contribuindo significativamente para uma redução não uniforme da carga de sedimentos na superfície.

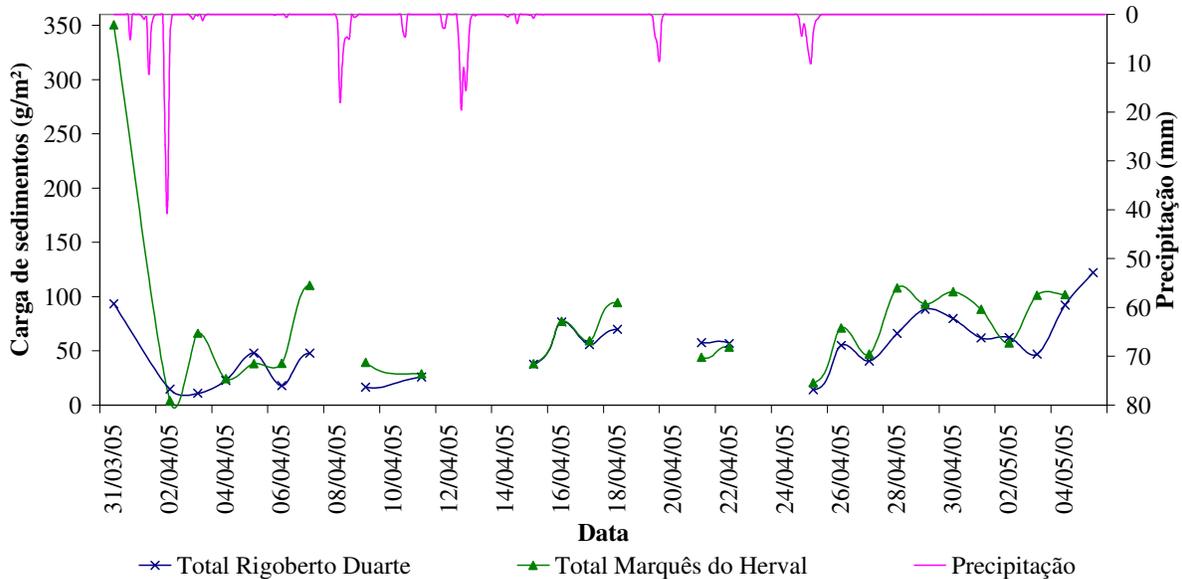


Figura 6 – Cargas totais coletadas das duas ruas de amostragem.

4.2 Distribuição Granulométrica dos Sedimentos

As Figuras 7 e 8 apresentam a distribuição granulométrica das 25 amostras coletadas na rua Marques do Herval e mostra que há variação no tamanho das partículas das cargas livre e fixa, mas que em geral, suas características são semelhantes. As análises indicam que quase todo o sedimento constituinte da carga livre é mais fino que 2000 μm , 70 % é mais fino que 1000 μm e praticamente 5 % é mais fino que 200 μm . Semelhante às partículas da carga livre, quase todo sedimento constituinte da carga fixa é mais fino que 2000 μm , por outro lado 15% dele é mais fino que 200 μm . Como esperado, os sedimentos constituintes da carga fixa são mais finos que àqueles da carga livre.

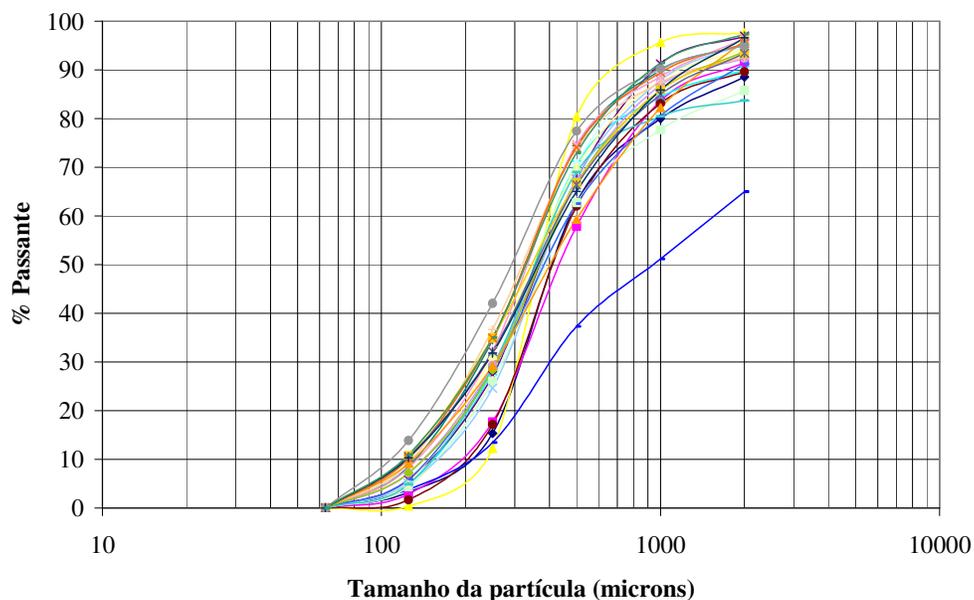


Figura 7 - Distribuição granulométricas da carga livre – rua Marques do Herval.

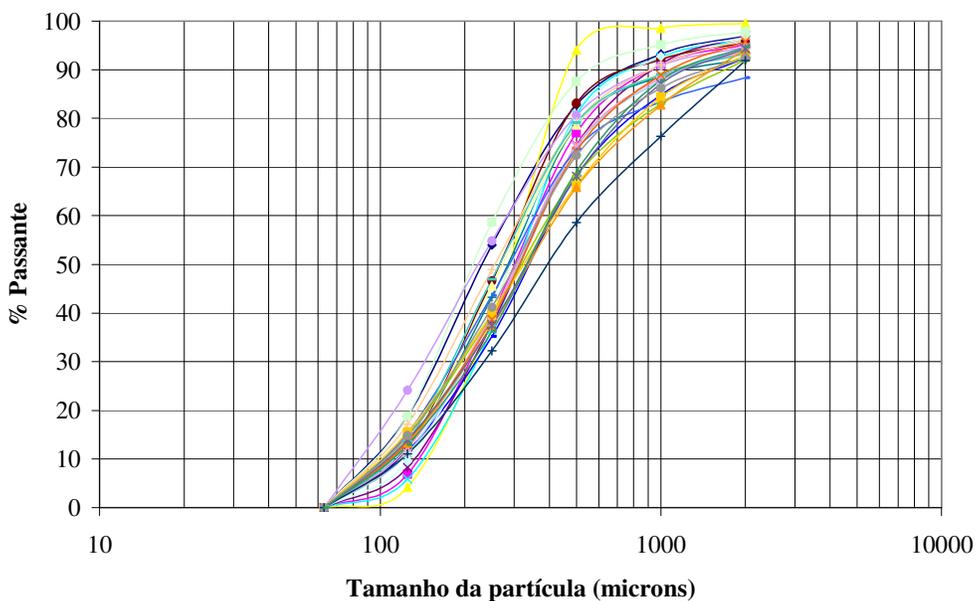


Figura 8 - Distribuição granulométricas da carga fixa - rua Marques do Herval.

As médias ponderadas dos diâmetros médios (d_{50}) das amostras totais mostradas na Tabela 1 podem ser comparadas com os valores encontrados em outros estudos conforme a Tabela 2. Uma breve análise permite concluir, que ambas as ruas apresentaram partículas menores do que a maioria dos estudos apresentados.

Tabela 1 - Diâmetro médio (d50) dos sedimentos secos encontrados nesta pesquisa

Local de Amostragem	d50 (µm)
Rua Marques do Herval	≈ 400
Rua Rigoberto Duarte	≈ 350

Tabela 2 - Diâmetro médio (d50) dos sedimentos secos encontrados na literatura

Local de Amostragem	Fonte	d50 (µm)
London Borough of Lambeth, Londres, Inglaterra	Butler <i>et al.</i> , 1992	≈ 600
Beechwood, Dundee, Escócia	Deletic <i>et al.</i> , 2000	≈ 8000*
Commercial Street, Dundee, Escócia	Deletic <i>et al.</i> , 2000	≈ 1600*
Melbourne, Austrália	Muthukaruppan <i>et al.</i> , 2002	≈ 250**
Bouverie Street, Melbourne, Austrália	Vaze e Chiew, 2002	≈ 500

* Partículas menores que 63 µm não foram fracionadas.

** Foram fracionados apenas os sedimentos menores que 1000 µm.

A Tabela 3 apresenta a média ponderada dos diâmetros médios (d50) dos sedimentos constituintes da carga livre e fixa deste estudo e do estudo realizado por Vaze e Chiew (2002). O diâmetro médio encontrado neste trabalho referente à carga livre apresentou-se menor do que aquele encontrado no estudo dos referidos autores. As partículas referentes à carga fixa apresentaram-se com um diâmetro médio semelhante ao estudo referenciado. Uma explicação viável é que os sedimentos da carga fixa encontram-se agregados a superfície asfáltica e tendem a ser mais uniformes em diferentes locais, por outro lado, a carga livre parece ser mais suscetível à redistribuição e à influências do local em questão (presença de obras, tráfego, vento, etc).

Tabela 3 - Diâmetro médio (d50) dos sedimentos referentes à carga livre e fixa

Local de Amostragem	Livre	Fixa
	d50 (µm)	
Rua Marques do Herval	≈ 400	≈ 300
Rua Rigoberto Duarte	≈ 370	≈ 350
Bouverie Street, Melbourne, Austrália*	≈ 600	≈ 300

* Fonte: Vaze e Chiew, 2002

5. CONCLUSÕES

Os dados referentes aos sedimentos presentes ao longo das sarjetas de ruas asfaltadas, apresentados neste trabalho, indicam que a acumulação de sedimentos ocorre durante os dias secos e que a acumulação de sedimentos na superfície ocorre relativamente rápido após um evento de precipitação, porém o processo fica mais lento ao longo dos dias secos, à medida que ocorre a redistribuição dos sedimentos.

As análises granulométricas mostram que os sedimentos constituintes da carga fixa são em geral mais finos que àqueles constituintes da carga livre, uma vez que, estão agregados às superfícies.

Os resultados sugerem também que a precipitação e o escoamento desintegram e dissolvem mais sedimentos do que podem realmente remover. Desta forma, pode-se confirmar a hipótese de que os eventos de precipitação removem apenas uma parte dos sedimentos presentes nas superfícies de amostragem confirmando a constatação já feita por Vaze e Chiew *et al.* (2002).

Os dados obtidos permitiriam discussões sobre outros aspectos, porém a grande variação dos resultados encontrados nesta pesquisa e o curto período de amostragem realizado estão muito prematuros para conclusões mais específicas.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CT-Hidro, CNPQ e FAPERGS pelo apoio financeiro, pelas bolsas de produtividade, mestrado e iniciação científica, e ao funcionário Alcides Sartori pelo auxílio nos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUTLER, D.; THEDCHANAMOORTHY, S.; PAYNE, J.A. (1992). “*Aspects of surface sediment characteristics on an urban catchment in London*”. Water Science Technology Vol. 25, N. 8, p. 13 – 19.

CLARCK, P. (1995). “*Sediment management in urban drainage catchments*”. Construction Research and Information Association, CIRIA Report 134. London,

DELETIC, A.; ASHLEY, R.; REST, D. (2000). “*Modeling input of fine granular sediment into drainage systems via gully-pots*”. Water Research. Vol. 34, N. 34, p. 3836 - 3844.

GREENWAY, M.; LE MUTH, N.; JENKINS, G. (2002). “*Monitoring spatial and temporal changes in stormwater quality through a series of treatment trains. A case study – Golden Pond, Brisbane, Australia*” in Global Solutions for Urban Drainage. (CD-ROM)

MUTHUKARUPPAN, M., CHIEW, F.H.S.; WONG, T. (2002) “*Size distribution and partitioning of urban pollutants*” in Global Solutions for Urban Drainage. (CD-ROM).

NELSON, J.; BOOTH, D. B. (2002). “*Sediment sources in an urbanizing, mixed land-use watershed*”. Journal of Hydrology. Vol. 264, pp. 51 – 68,.

PORTO, M.F.A. (1995). “*Aspectos Qualitativos do Escoamento Superficial em áreas Urbanas*”. Drenagem Urbana. Porto Alegre: ABRH/UFRGS. Cap. 9, pp. 187-414.

SRINIVASAN, V. S.; SIQUEIRA, M. T. (2000). “*A influência da Distribuição Granulométrica sobre o Transporte Sólido em Canais Erodíveis*”. Caracterização Quali-Quantitativa da Produção de Sedimentos.

VAZE, J.; CHIEW, F.H.S. (2002). “*Experimental Study of Pollutant Accumulation on an Urban Road Surface*”. Urban Water Vol. 4, N. 4, pp 379 – 389.

VAZE, J.; CHIEW, F.H.S. (2003). “*Study of Pollutant Washoff from Small Impervious Experimental Plots*”. Water Resources Research Vol. 39, N. 6, pp 3-1 – 3-10.